ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО
ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

ИНФОРМАЦИОННО-
ТЕХНИЧЕСКИЙ
СПРАВОЧНИК
ПО НАИЛУЧШИМ
ДОСТУПНЫМ
ТЕХНОЛОГИЯМ

ИТС
44 –
2017

ПРОИЗВОДСТВО ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ

Москва
Бюро НДТ
2017

gost.e-ecolog.ru

Содержание

Введение XVIII
Предисловие XIX
Область применения 1
Раздел 1 Общая информация о пищевой отрасли промышленности 3
1.1 Структура пищевой промышленности в России 3
1.2 Количество предприятий по округам и видам выпускаемой продукции 5
1.3. Перечень продукции предприятий пищевой промышленности 6
1.4 Мощности производства 11
1.5 Перспективы развития пищевой промышленности в России 13
1.6 Анализ приоритетных проблем отрасли 16
1.7 Охрана окружающей среды 17
1.7.1 Источники общей опасности 18
1.7.2 Специфические источники опасности 20
1.7.3 Энергоэффективность 20
1.7.4 Управление и организация производства 22
Раздел 2 Описание технологических процессов, используемых в настоящее время в пищевой отрасли промышленности 25
2.1 Технологии и отдельные операции 25
2.1.1 Прием и подготовка сырья (А) 27
2.1.1.1 Перемещение сырья и хранение (А1) 27
2.1.1.1.1 Назначение 27
2.1.1.1.2 Области применения 27
2.1.1.1.3 Описание технологического процесса, способов. Применяемое оборудование 27
2.1.1.2 Сортировка/просеивание, классификация по качеству, лущение (обрушивание), удаление плодоножек/отделение гребней и резка (А2) 28
2.1.1.2.1 Назначение 28
2.1.1.2.2 Области применения 28
2.1.1.2.3 Описание технологического процесса, способов. Применяемое оборудование 28
2.1.1.3 Очистка/разделка (А3) 30
2.1.1.3.1 Назначение 30
2.1.1.3.2 Области применения 30
2.1.1.3.3 Описание технологического процесса, способов. Применяемое оборудование 30
2.1.1.4 Мойка (А4) 30

2.1.1.4.1 Назначение 30
2.1.1.4.2 Области применения 30
2.1.1.4.3 Описание технологического процесса, способов. Применяемое оборудование 31
2.1.1.5 Размораживание (A5) 31
2.1.1.5.1 Назначение 31
2.1.1.5.2 Области применения 31
2.1.1.5.3 Описание технологического процесса, способов. Применяемое оборудование 31
2.1.2 Измельчение, перемешивание, формование (B) 33
2.1.2.1 Резание, нарезание, шинкование, измельчение, протирание и прессование (B1) 33
2.1.2.1.1 Назначение 33
2.1.2.1.2 Области применения 33
2.1.2.1.3 Описание технологических процессов, способов. Применяемое оборудование 33
2.1.2.2 Перемешивание/смешивание и гомогенизация (B2) 36
2.1.2.2.1 Назначение 36
2.1.2.2.2 Области применения 36
2.1.2.2.3 Описание технологического процесса, способов. Применяемое оборудование 36
2.1.2.3 Измельчение и дробление (B3) 37
2.1.2.3.1 Назначение 37
2.1.2.3.2 Области применения 37
2.1.2.3.3 Описание технологического процесса, способов. Применяемое оборудование 37
2.1.2.4 Формование и экструзия (B4) 38
2.1.2.4.1 Назначение 38
2.1.2.4.2 Области применения 38
2.1.2.4.3 Описание технологического процесса, способов. Применяемое оборудование 38
2.1.3 Способы разделения (C) 39
2.1.3.1 Экстракция/экстрагирование (C1) 39
2.1.3.1.1 Назначение 39
2.1.3.1.2 Области применения 39
2.1.3.1.3 Описание технологического процесса, способов. Применяемое оборудование 39
2.1.3.2.Деионизация (C2) 40
2.1.3.2.1 Назначение 40
2.1.3.2.2 Области применения 40

2.1.3.2.3 Описание технологического процесса, способов. Применяемое оборудование ... 40
2.1.3.3 Центрифугирование и осаждение (С3) ... 40
2.1.3.3.1 Назначение ... 40
2.1.3.3.2 Области применения ... 41
2.1.3.3.3 Описание технологического процесса, способов. Применяемое оборудование ... 41
2.1.3.4 Фильтрование (С4) ... 44
2.1.3.4.1 Назначение ... 44
2.1.3.4.2 Области применения ... 44
2.1.3.4.3 Описание технологического процесса, способов. Применяемое оборудование ... 45
2.1.3.5 Кристаллизация (С5) ... 47
2.1.3.5.1 Назначение ... 47
2.1.3.5.2 Области применения ... 47
2.1.3.5.3 Описание технологического процесса, способов. Применяемое оборудование ... 47
2.1.3.6 Удаление свободных жирных кислот путем нейтрализации (щелочная нейтрализация) (С6) ... 48
2.1.3.6.1 Назначение ... 48
2.1.3.6.2 Области применения ... 48
2.1.3.6.3 Описание технологического процесса, способов. Применяемое оборудование ... 48
2.1.3.7 Отбеливание/ адсорбционная очистка (С7) ... 50
2.1.3.7.1 Назначение ... 50
2.1.3.7.2 Области применения ... 50
2.1.3.7.3 Описание технологического процесса, способов. Применяемое оборудование ... 50
2.1.3.8 Дезодорация /дистилляционная нейтрализация (С8) ... 51
2.1.3.8.1 Назначение ... 51
2.1.3.8.2 Области применения ... 52
2.1.3.8.3 Описание технологического процесса, способов. Применяемое оборудование ... 52
2.1.3.9 Дистилляция (С9) ... 52
2.1.3.9.1 Назначение ... 52
2.1.3.9.2 Области применения ... 53
2.1.3.9.3 Описание технологического процесса, способов. Применяемое оборудование ... 53
2.1.3.10 Гидратация (С10) ... 53
2.1.3.10.1 Назначение ... 53
2.1.3.10.2 Области применения ... 53

2.1.3.10.3 Описание технологического процесса, способов. Применяемое оборудование 53
2.1.3.11 Промывка (C11) 54
2.1.3.11.1 Назначение 54
2.1.3.11.2 Области применения 55
2.1.3.11.3 Описание технологического процесса, способов. Применяемое оборудование 55
2.1.4 Технологические процессы производства пищевых продуктов (D) 55
2.1.4.1. Растворение/замачивание (D1) 55
2.1.4.1.1 Назначение 55
2.1.4.1.2 Области применения 56
2.1.4.1.3 Описание технологического процесса, способов. Применяемое оборудование 56
2.1.4.2 Ферментация/брожение (D2) 56
2.1.4.2.1 Назначение 56
2.1.4.2.2 Области применения 56
2.1.4.2.3 Описание технологического процесса, способов. Применяемое оборудование 57
2.1.4.3 Соление/посол/вяление и маринование (D3) 58
2.1.4.3.1 Назначение 58
2.1.4.3.2 Области применения 58
2.1.4.3.3 Описание технологического процесса, способов. Применяемое оборудование 59
2.1.4.4 Копчение (D4) 60
2.1.4.4.1 Назначение 60
2.1.4.4.2 Области применения 60
2.1.4.4.3 Описание технологического процесса, способов. Применяемое оборудование 60
2.1.4.5 Гидрогенизация/ переэтерификация и фракционирование (D5) 61
2.1.4.5.1 Назначение 61
2.1.4.5.2 Области применения 61
2.1.4.5.3 Описание технологического процесса, способов. Применяемое оборудование 61
2.1.4.6 Сульфитация (D6) 63
2.1.4.6.1 Назначение 63
2.1.4.6.2 Области применения 63
2.1.4.6.3 Описание технологического процесса, способов. Применяемое оборудование 63
2.1.4.7 Дефекация/сатурация (D7) 64
2.1.4.7.1 Назначение 64

2.1.4.7.2 Области применения 64
2.1.4.7.3 Описание технологического процесса, способов. Применяемое оборудование 64
2.1.5 Тепловая обработка (E) 66
2.1.5.1 Бланширование (E1) 66
2.1.5.1.1 Назначение 66
2.1.5.1.2 Области применения 66
2.1.5.2 Варка и кипячение (E2) 67
2.1.5.2.1 Назначение 67
2.1.5.2.2 Области применения 67
2.1.5.2.3 Описание технологического процесса, способов. Применяемое оборудование 67
2.1.5.3 Обжаривание (E3) 68
2.1.5.3.1 Назначение 68
2.1.5.3.2 Области применения 68
2.1.5.3.3 Описание технологического процесса, способов. Применяемое оборудование 68
2.1.5.4 Жарение (E4) 69
2.1.5.4.1 Назначение 69
2.1.5.4.2 Области применения 69
2.1.5.4.3 Описание технологического процесса, способов. Применяемое оборудование 69
2.1.5.5 Пастеризация и стерилизация (E5) 70
2.1.5.5.1 Назначение 70
2.1.5.5.2 Области применения 71
2.1.5.5.3 Описание технологического процесса, способов. Применяемое оборудование 71
2.1.5.6 Влаготепловая обработка (E6) 72
2.1.5.6.1 Назначение 72
2.1.5.6.2 Области применения 72
2.1.5.6.3 Описание технологического процесса, способов. Применяемое оборудование 72
2.1.5.7 Тостирование (E7) 73
2.1.5.7.1 Назначение 73
2.1.5.7.2 Области применения 73
2.1.5.7.3 Описание технологического процесса, способов. Применяемое оборудование 73
2.1.6 Концентрирование под воздействием тепла (F) 74
2.1.6.1 Выпаривание/испарение (жидкость – жидкость) (F1) 74
2.1.6.1.1 Назначение 74

2.1.6.1.2 Области применения 74
2.1.6.1.3 Описание технологического процесса, способов. Применяемое оборудование 74
2.1.6.2 Сушка (F2) 77
2.1.6.2.1 Назначение 77
2.1.6.2.2 Области применения 78
2.1.6.2.3 Описание технологического процесса, способов. Применяемое оборудование 78
2.1.7 Обработка путем удаления тепла (G) 80
2.1.7.1 Охлаждение (G1) 80
2.1.7.1.1 Назначение 80
2.1.7.1.2 Области применения 81
2.1.7.1.3 Описание технологического процесса, способов. Применяемое оборудование 81
2.1.7.2 Замораживание (G2) 81
2.1.7.2.1 Назначение 81
2.1.7.2.2 Области применения 82
2.1.7.2.3 Описание технологического процесса, способов. Применяемое оборудование 82
2.1.7.3 Сублимационная сушка /лиофилизация (G3) 83
2.1.7.3.1 Назначение 83
2.1.7.3.2 Области применения 83
2.1.7.3.3 Описание технологического процесса, способов. Применяемое оборудование 84
2.1.7.4 Вымораживание (винтеризация) (G4) 88
2.1.7.4.1 Назначение 88
2.1.7.4.2 Области применения 88
2.1.7.4.3 Описание технологического процесса, способов. Применяемое оборудование 88
2.1.8 Заключительные технологические процессы (H) 89
2.1.8.1 Фасование и упаковка (H1) 89
2.1.8.1.1 Назначение 89
2.1.8.1.2 Области применения 90
2.1.8.1.3 Описание технологического процесса, способов. Применяемое оборудование 90
2.1.8.2 Заполнение упаковки газом и хранение в газовой среде (H2) 92
2.1.8.2.1 Назначение 92
2.1.8.2.2 Области применения 92
2.1.8.2.3 Описание технологического процесса, способов. Применяемое оборудование 92

2.1.9 Дополнительные процессы (U) 93
2.1.9.1 Очистка и дезинфекция (U1) 93
2.1.9.1.1 Назначение 93
2.1.9.1.2 Области применения 93
2.1.9.1.3 Описание технологического процесса, способов. Применяемое оборудование 93
2.1.9.2 Производство и потребление энергии (U2) 95
2.1.9.2.1 Назначение 95
2.1.9.2.2 Области применения 95
2.1.9.2.3 Описание технологического процесса, способов. Применяемое оборудование 95
2.1.9.3 Водоснабжение (U3) 96
2.1.9.3.1 Назначение 96
2.1.9.3.2 Области применения 98
2.1.9.3.3 Описание технологического процесса, способов. Применяемое оборудование 99
2.1.9.4 Создание вакуума (U4) 100
2.1.9.4.1 Назначение 100
2.1.9.4.2 Области применения 101
2.1.9.4.3 Описание технологического процесса, способов. Применяемое оборудование 101
2.1.9.5 Холодоснабжение (U5) 102
2.1.9.5.1 Назначение 102
2.1.9.5.2 Области применения 102
2.1.9.5.3 Описание технологического процесса, способов. Применяемое оборудование 102
2.1.9.6 Генерация сжатого воздуха (U6) 103
2.1.9.6.1 Назначение 103
2.1.9.6.2 Области применения 103
2.1.9.6.3 Описание технологического процесса, способов. Применяемое оборудование 103
2.2 Применение отдельных технологических процессов при производстве продуктов питания 104
2.2.1 Переработка и консервирование мяса и мясной пищевой продукции. Производство продукции из мяса убойных животных и мяса птицы 106
2.2.1.1 Производство соленого, вареного, запеченного, копченого, вяленого и прочего мяса 106
2.2.1.2 Производство колбасных изделий 108
2.2.1.3 Производство мясных (мясосодержащих) консервов 115
2.2.1.4 Производство мясных (мясосодержащих) полуфабрикатов 118
2.2.2 Переработка и консервирование фруктов и овощей 120

2.2.2.1 Прочие виды переработки и консервирования фруктов и овощей 120
2.2.2.1.1 Производство сушеных фруктов и овощей 120
2.2.2.1.2 Производство замороженных фруктов и овощей 122
2.2.2.1.3 Производство плодоовощных маринадов 123
2.2.2.1.4 Производство солено-квашенной плодоовощной продукции 124
2.2.2.1.5 Производство салатов 124
2.2.2.1.6 Производство компотов 125
2.2.2.1.7 Производство плодового пюре и повидла 125
2.2.2.1.8 Производство джемов, варенья, конфитюров и желе 126
2.2.2.1.9 Производство томатопродуктов 129
2.2.2.1.10 Производство готовых пищевых продуктов 129
2.2.3 Производство растительных масел и жиров 133
2.2.3.1 Производство нерафинированного соевого масла 133
2.2.3.2 Производство нерафинированного подсолнечного масла 135
2.2.3.3 Производство нерафинированного рапсового, сурепного и горчичного масла 136
2.2.3.4 Производство нерафинированного кукурузного масла 139
2.2.3.5 Производство прочих нерафинированных растительных масел 141
2.2.3.6 Производство рафинированных растительных масел 142
2.2.3.6.1 Производство рафинированного соевого масла 142
2.2.3.6.2 Производство рафинированного подсолнечного масла 142
2.2.3.6.3 Производство рафинированного кукурузного масла 144
2.2.3.6.4 Производство рафинированного рапсового, сурепного и горчичного масла . 145
2.2.3.6.5 Производство прочих рафинированных растительных масел 145
2.2.3.7 Производство маргариновой продукции 145
2.2.3.8 Производство переэтерифицированных и фракционированных растительных жиров и масел 147
2.2.3.9 Производство заменителей молочного жира, жиров специального назначения, заменителей, улучшителей и эквивалентов масла какао 150
2.2.3.10 Производство спредов 152
2.2.4 Производство прочих пищевых продуктов 153
2.2.4.1 Производство сахара 153
2.2.4.1.1 Производство сахара из сахарной свеклы 154
2.2.4.1.2 Производство сахара из тростникового сахара-сырца 183
Раздел 3 Текущие уровни эмиссии в окружающую среду 191
3.1 Общая информация об уровнях эмиссий в окружающую среду при производстве продуктов питания 191
3.1.1 Выбросы в атмосферу 193
3.1.2 Сбросы 194
3.1.2.1 Водопотребление 194

3.1.2.2 Объем сточных вод 195
3.1.2.3 Состав сточных вод 195
3.1.3 Отходы производства пищевой отрасли промышленности 197
3.1.4 Потери сырья и продукции при производстве продуктов питания 198
3.1.4.1 Превышение по весу/объему 198
3.1.4.2 Пролив 198
3.1.4.3 Утечка/перелив 198
3.1.4.4 Дефекты продукта/возвращенный продукт 198
3.1.4.5 Собственные потери 199
3.1.4.6 Задержанный материал 199
3.1.4.7 Отходы, осажденные в результате нагревания 199
3.2 Уровни эмиссии по отдельным технологическим операциям 199
3.2.1 Перемещение сырья и его хранение (A1) 203
3.2.1.1 Сточные воды 203
3.2.1.2 Выбросы в атмосферу 203
3.2.1.3 Отходы 204
3.2.1.4 Энергопотребление 204
3.2.1.5 Уровень шума 204
3.2.1.6 Аварийные выбросы и сбросы 204
3.2.2 Сортировка/просеивание, классификация по качеству, лущение (обрушивание), удаление плодоножек/отделение гребней и резка (A2) 204
3.2.2.1 Сточные воды 204
3.2.2.2 Выбросы в атмосферу 204
3.2.2.3 Отходы 205
3.2.2.4 Энергопотребление 205
3.2.2.5 Уровень шума 205
3.2.3 Очистка (A3) 205
3.2.3.1 Сточные воды 205
3.2.3.2 Выбросы в атмосферу 205
3.2.3.3 Отходы 206
3.2.3.4 Энергопотребление 206
3.2.3.5 Уровень шума 206
3.2.4 Мойка (A4), размораживание (A5) 206
3.2.4.1 Сточные воды 206
3.2.4.2 Отходы 206
3.2.4.3 Энергопотребление 206
3.2.5 Резание, нарезание, шинкование, измельчение, протирание и прессование (B1) 207
3.2.5.1 Сточные воды 207

3.2.5.2 Отходы ... 207
3.2.5.3 Энергопотребление ... 207
3.2.5.4 Уровень шума ... 207
3.2.6 Перемешивание/смешивание и гомогенизация (B2) ... 207
3.2.6.1 Сточные воды ... 207
3.2.6.2 Выбросы в атмосферу ... 207
3.2.6.3 Отходы ... 208
3.2.6.4 Энергопотребление ... 208
3.2.6.5 Уровень шума ... 208
3.2.7 Помол/измельчение и дробление (B3) ... 208
3.2.7.1 Сточные воды ... 208
3.2.7.2 Выбросы в атмосферу ... 208
3.2.7.3 Отходы ... 208
3.2.7.4 Энергопотребление ... 208
3.2.7.5 Уровень шума ... 209
3.2.8 Формование и экструзия (B4) ... 209
3.2.8.1 Сточные воды ... 209
3.2.8.2 Выбросы в атмосферу ... 209
3.2.8.3 Отходы ... 209
3.2.8.4 Энергопотребление ... 209
3.2.9 Экстракция/экстрагирование (C1) ... 209
3.2.9.1 Сточные воды ... 209
3.2.9.2 Выбросы в атмосферу ... 210
3.2.9.3 Отходы ... 210
3.2.9.4 Энергопотребление ... 210
3.2.9.5 Уровень шума ... 210
3.2.10 Деионизация (C2) ... 210
3.2.10.1 Сточные воды ... 210
3.2.10.2 Отходы ... 211
3.2.11 Центрифугирование и осаждение (C3) ... 211
3.2.11.1 Сточные воды ... 211
3.2.11.2 Отходы ... 211
3.2.11.3 Энергопотребление ... 211
3.2.11.4 Уровень шума ... 211
3.2.12 Фильтрование (C4) ... 211
3.2.12.1 Сточные воды ... 211
3.2.12.2 Выбросы в атмосферу ... 212
3.2.12.3 Отходы ... 212

3.2.12.4 Энергопотребление 212
3.2.13 Кристаллизация (C5) 212
3.2.13.1 Сточные воды 212
3.2.13.2 Отходы 212
3.2.13.3 Энергопотребление 212
3.2.14 Удаление свободных жирных кислот путем нейтрализации (щелочная нейтрализация) (C6) 212
3.2.14.1 Сточные воды 212
3.2.14.2 Выбросы в атмосферу 213
3.2.14.3 Отходы 213
3.2.14.4 Энергопотребление 213
3.2.15 Отбеливание/адсорбционная очистка (C7) 213
3.2.15.1 Выбросы в атмосферу 213
3.2.15.2 Отходы 213
3.2.15.3 Энергопотребление 213
3.2.16 Дезодорация/дистилляционная нейтрализация (C.8) 213
3.2.16.1 Сточные воды 214
3.2.16.2 Выбросы в атмосферу 214
3.2.16.3 Отходы 214
3.2.16.4 Энергопотребление 214
3.2.16.5 Уровень шума 214
3.2.17 Дистилляция (C9) 214
3.2.17.1 Сточные воды 214
3.2.17.2 Выбросы в атмосферу 215
3.2.17.3 Отходы 215
3.2.17.4 Энергопотребление 215
3.2.17.5 Уровень шума 215
3.2.18 Гидратация (C10) 215
3.2.18.1 Сточные воды 215
3.2.18.2 Выбросы в атмосферу 215
3.2.18.3 Отходы 215
3.2.18.4 Энергопотребление 216
3.2.19 Промывка (C11) 216
3.2.19.1 Сточные воды 216
3.2.19.2 Выбросы в атмосферу 216
3.2.19.3 Отходы 216
3.2.19.4 Энергопотребление 216
3.2.19.5 Уровень шума 216

3.2.20 Растворение (D1) ... 216
3.2.20.1 Сточные воды ... 216
3.2.20.2 Выбросы в атмосферу ... 217
3.2.20.3 Энергопотребление ... 217
3.2.21 Ферментация/брожение (D2) ... 217
3.2.21.1 Сточные воды ... 217
3.2.21.2 Выбросы в атмосферу ... 217
3.2.21.3 Отходы ... 217
3.2.21.4 Энергопотребление ... 217
3.2.22 Соление/посол/вяление и маринование (D3) ... 217
3.2.22.1 Сточные воды ... 217
3.2.23 Копчение (D4) ... 218
3.2.23.1 Сточные воды ... 218
3.2.23.2 Выбросы в атмосферу ... 218
3.2.23.3 Отходы ... 218
3.2.23.4 Энергопотребление ... 218
3.2.24 Гидрогенизация/переэтерификация и фракционирование (D5) ... 218
3.2.24.1 Сточные воды ... 218
3.2.24.2 Выбросы в атмосферу ... 219
3.2.24.3 Отходы ... 219
3.2.24.4 Энергопотребление ... 219
3.2.24.5 Уровень шума ... 219
3.2.25 Сульфитация (D6) ... 219
3.2.25.1 Выбросы в атмосферу ... 219
3.2.26 Дефекация/сатурация (D7) ... 219
3.2.26.1 Выбросы в атмосферу ... 219
3.2.27 Бланширование (E1) ... 220
3.2.27.1 Сточные воды ... 220
3.2.27.2 Выбросы в атмосферу ... 220
3.2.27.3 Отходы ... 220
3.2.27.4 Энергопотребление ... 220
3.2.28 Варка и кипячение (E2) ... 220
3.2.28.1 Сточные воды ... 220
3.2.28.2 Выбросы в атмосферу ... 220
3.2.28.3 Отходы ... 220
3.2.28.4 Энергопотребление ... 220
3.2.29 Обжаривание (E3) ... 221
3.2.29.1 Сточные воды ... 221

3.2.29.2 Выбросы в атмосферу 221
3.2.29.3 Отходы 221
3.2.29.4 Энергопотребление 221
3.2.30 Жарение (E4) 221
3.2.30.1 Сточные воды 222
3.2.30.2 Выбросы в атмосферу 222
3.2.30.3 Отходы 222
3.2.30.4 Энергопотребление 222
3.2.31 Пастеризация и стерилизация (E5) 222
3.2.31.1 Сточные воды 222
3.2.31.2 Энергопотребление 222
3.2.32 Влаготепловая обработка мятки (E6) 223
3.2.32.1 Сточные воды 223
3.2.32.2 Выбросы в атмосферу 223
3.2.32.3 Энергопотребление 223
3.2.33 Тостирование шрота (E7) 223
3.2.33.1 Сточные воды 223
3.2.33.2 Выбросы в атмосферу 223
3.2.33.3 Отходы 223
3.2.33.4 Энергопотребление 224
3.2.34 Выпаривание/испарение (жидкость – жидкость) (F1) 224
3.2.34.1 Сточные воды 224
3.2.34.2 Выбросы в атмосферу 224
3.2.34.3 Энергопотребление 224
3.2.34.4 Уровень шума 224
3.2.35 Сушка (F2) 225
3.2.35.1 Сточные воды 225
3.2.35.2 Выбросы в атмосферу 225
3.2.35.3 Отходы 225
3.2.35.4 Энергопотребление 225
3.2.35.5 Уровень шума 225
3.2.36 Охлаждение (G1) 226
3.2.36.1 Сточные воды 226
3.2.36.2 Выбросы в атмосферу 226
3.2.36.3 Энергопотребление 226
3.2.36.4 Уровень шума 226
3.2.37 Замораживание (G2) 226
3.2.37.1 Сточные воды 226

3.2.37.2 Выбросы в атмосферу ... 226
3.2.37.3 Энергопотребление ... 226
3.2.37.4 Уровень шума ... 227
3.2.38 Сублимационная сушка /лиофилизация (G3) ... 227
3.2.38.1 Сточные воды ... 227
3.2.38.2 Энергопотребление ... 228
3.2.39 Вымораживание (винтеризация) (G4) ... 228
3.2.39.1 Сточные воды ... 228
3.2.39.2 Энергопотребление ... 228
3.2.40 Фасование и упаковка (H1) ... 228
3.2.40.1 Сточные воды ... 228
3.2.40.2 Выбросы в атмосферу ... 228
3.2.40.3 Отходы ... 228
3.2.40.4 Энергопотребление ... 229
3.2.41 Заполнение упаковки газами и хранение в газовой упаковке (H2) ... 229
3.2.41.1 Выбросы в атмосферу ... 229
3.2.42 Очистка и дезинфекция (U1) ... 229
3.2.42.1 Сточные воды ... 229
3.2.42.2 Выбросы ... 230
3.2.42.3 Отходы ... 230
3.2.42.4 Энергопотребление ... 230
3.2.43 Производство и потребление энергии (U2) ... 230
3.2.43.1 Сточные воды ... 230
3.2.43.2 Выбросы в атмосферу ... 230
3.2.43.3 Отходы ... 231
3.2.44 Водоснабжение (U3) ... 232
3.2.44.1 Сточные воды ... 232
3.2.44.2 Отходы ... 232
3.2.45 Создание вакуума (U4) ... 232
3.2.45.1 Сточные воды ... 232
3.2.45.2 Выбросы в атмосферу ... 232
3.2.45.3 Энергопотребление ... 233
3.2.45.4 Уровень шума ... 233
3.2.46 Холодоснабжение (U5) ... 233
3.2.46.1 Сточные воды ... 233
3.2.46.2 Выбросы в атмосферу ... 233
3.2.46.3 Энергопотребление ... 233
3.2.46.4 Уровень шума ... 234

3.2.47 Генерация сжатого воздуха (U6) 234
3.2.47.1 Выбросы в атмосферу 234
3.2.47.2 Энергопотребление 234
3.2.47.3 Уровень шума 234
3.3 Потребление энергии и уровни эмиссии при производстве продуктов питания 234
3.3.1 Производство продукции из мяса убойных животных и мяса птицы 234
3.3.1.1 Производство соленого, вареного, запеченного, копченого, вяленого и прочего мяса 236
3.3.1.2 Производство колбасных изделий 240
3.3.1.3 Производство мясных (мясосодержащих) консервов 244
3.3.1.4 Производство мясных (мясосодержащих) полуфабрикатов 247
3.3.2. Переработка и консервирование фруктов и овощей 250
3.3.2.1 Производство сушеных фруктов и овощей 259
3.3.2.2 Производство замороженных фруктов и овощей 260
3.3.2.3 Производство плодоовощных маринадов 261
3.3.2.4 Производство компотов 261
3.3.2.5 Производство плодового пюре и повидла 262
3.3.2.6 Производство джемов, варенья, конфитюров и желе 262
3.3.2.7 Производство томатопродуктов 262
3.3.3 Производство растительных масел и жиров 263
3.3.3.1 Сточные воды 263
3.3.3.2 Выбросы в атмосферу 264
3.3.3.3 Отходы 265
3.3.3.4 Энергопотребление 268
3.3.3.5 Использование химических средств 268
3.3.4 Производство маргариновой продукции 268
3.3.4.1 Сточные воды 268
3.3.4.2 Выбросы в атмосферу 269
3.3.4.3 Отходы 269
3.3.4.4 Энергопотребление 269
3.3.5 Производство прочих пищевых продуктов 270
3.3.5.1 Производство сахара 270
3.3.5.1.1 Потребление воды и сточные воды 270
3.3.5.1.2 Выбросы в атмосферу 274
3.3.5.1.3 Отходы 276
3.3.5.1.4 Энергопотребление 279
3.3.5.1.5 Шум и вибрация 279
Раздел 4 Определение наилучших доступных технологий 280

4.1 Производственно-экологический контроль пищевых и перерабатывающих предприятий. Основные методы снижения уровня эмиссий 280
4.1.1 Характеристика основных методов и оборудования для снижения уровня загрязнения сточных вод 286
4.1.2 Характеристика основных методов и оборудования для снижения выбросов в атмосферу 291
4.1.3 Характеристика основных методов для снижения отходов при производстве продуктов питания 297
4.2 Характеристика основных методов и оборудования для снижения уровня эмиссий при производстве продуктов питания 297
4.2.1 Производство продукции из мяса убойных животных и мяса птицы 297
4.2.2 Переработка и консервирование фруктов и овощей 302
4.2.3 Производство растительных масел и жиров 306
4.2.4 Производство сахара 313
Раздел 5 Наилучшие доступные технологии 322
5.1 Производство продукции из мяса убойных животных и мяса птицы 322
5.2 Переработка и консервирование фруктов и овощей 331
5.3 Производство растительных масел и жиров 342
5.4 Производство сахара 353
Раздел 6 Перспективные наилучшие доступные технологии 356
6.1 Производство продукции из мяса убойных животных и мяса птицы 356
6.2 Переработка и консервирование фруктов и овощей 365
6.3 Производство растительных масел и жиров 371
6.4 Производство сахара 373
Заключительные положения и рекомендации 383
Приложение А (обязательное) Перечень маркерных веществ 385
Приложение Б (обязательное) Перечень НДТ 395
Приложение В (обязательное) Перечень технологических показателей 397
Приложение Г (обязательное) Энергоэффективность 405
Библиография 411

Введение

Настоящий информационно-технический справочник по наилучшим доступным технологиям «Производство продуктов питания» (далее – справочник НДТ) является документом по стандартизации, разработанным в результате технологических, технических и управленческих решений, применяемых при производстве продуктов питания.

Краткое содержание справочника

Введение. Представлено краткое содержание справочника НДТ.

Предисловие. Указана цель разработки справочника НДТ, его статус, законодательный контекст, краткое описание процедуры создания в соответствии с установленным порядком, а также взаимосвязь с аналогичными международными стандартами.

Область применения. Описаны основные виды деятельности, на которые распространяется действие справочника НДТ.

В разделе 1 представлена информация о состоянии и уровне развития отраслей и подотраслей пищевой промышленности в Российской Федерации. Приведен краткий обзор экологических аспектов производства продуктов питания.

В разделе 2 представлено **о**писание технологических процессов, используемых в настоящее время в пищевой отрасли промышленности.

В разделе 3 приведена информация о регламентированных и фактических уровнях эмиссий в окружающую среду для применяемых технологических процессов и сырья с указанием используемых методов определения.

В разделе 4 определены технологии в качестве наилучших доступных в соответствии с методическими рекомендациями по определению технологии в качестве наилучшей доступной технологии, утвержденными в установленном порядке.

В разделе 5 приведен перечень наилучших доступных технологий с перечнем основного технологического оборудования, позволяющих сократить эмиссии в окружающую среду, потребление сырья, воды, энергии и снизить образование отходов, данные по ограничению применимости НДТ. Приведены экономические показатели, характеризующие применение наилучших доступных технологий – капитальные и эксплуатационные затраты на единицу выпускаемой продукции.

В разделе 6 приведен перечень перспективных технологий, находящихся на стадии научно-исследовательских, опытно-конструкторских работ или опытно-промышленного внедрения, позволяющие повысить эффективность производства и сократить эмиссии в окружающую среду

Заключительные положения и рекомендации. Приведены сведения об использованных материалах при подготовке справочника, а также сведения о разработчиках справочника.

Библиография. Приведен перечень источников информации, использованных при разработке справочника НДТ.

Предисловие

Цели, основные принципы и порядок разработки справочника НДТ установлены Постановлением Правительства Российской Федерации от 23 декабря 2014 г. № 1458 «О порядке определения технологии в качестве наилучшей доступной технологи, а также разработки, актуализации и опубликования информационно-технических справочников по наилучшим доступным технологиям».

1 Статус документа

Настоящий справочник НДТ является документом по стандартизации.

2 Информация о разработчиках.

Справочник НДТ разработан технической рабочей группой № 44 «Производство продуктов питания» (ТРГ 44), состав которой утвержден приказом Росстандарта от 16 августа 2016 г. № 1097 (в редакции протокола совещания под председательством заместителя Министра промышленности и торговли Российской Федерации В.С.Осьмакова от 18 мая 2017 г. № 24- ОВ/12).

Справочник НДТ представлен на утверждение Бюро наилучших доступных технологий (далее – Бюро НДТ) (gost.e-ecolog.ru

3 Краткая характеристика

Справочник НДТ содержит описание применяемых при производстве продуктов питания технологических процессов, оборудования, технических способов, методов реализованных на территории Российской Федерации, в том числе позволяющих снизить негативное воздействие на окружающую среду, водопотребление, повысить энергоэффективность, ресурсосбережение. Из описанных технологических процессов, оборудования, технических способов, методов определены решения, являющиеся наилучшими доступными технологиями (НДТ). Для НДТ в справочнике НДТ установлены соответствующие технологические показатели НДТ.

4 Взаимосвязь с международными, региональными аналогами

При разработке справочника НДТ был использован справочник Европейского союза по НДТ «Производство продуктов питания, напитков и молока» (Best Available Techniques (BAT) Reference Document in the Food, Drink and Milk Industries. First Draft (January 2017).

5 Сбор данных

Информация о технологических процессах, оборудовании, технических способах и методах, применяемых в Российской Федерации, была собрана в процессе разработки справочника НДТ в соответствии с порядком сбора данных, необходимых для разработки информационно-технического справочника по наилучшим доступным технологиям и анализа приоритетных проблем отрасли, утвержденным приказом Росстандарта от 23 июля 2015 г. № 863.

6 Взаимосвязь с другими справочниками НДТ

Взаимосвязь настоящего справочника НДТ с другими справочниками, разрабатываемыми в соответствии с распоряжением Правительства Российской Федерации от 31 октября 2014 г. № 2178-р, приведена в разделе «Область применения».

7 Информация об утверждении, опубликовании и введение в действие

Справочник НДТ утвержден приказом Росстандарта от 11 декабря 2017 г. № 2784.

Справочник НДТ введен в действие с 1 июня 2018 г. официально опубликован в информационной системе общего пользования – на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет (gost.e-ecolog.ru

ИНФОРМАЦИОННО-ТЕХНИЧЕСКИЙ СПРАВОЧНИК ПО НАИЛУЧШИМ ДОСТУПНЫМ ТЕХНОЛОГИЯМ

ПРОИЗВОДСТВО ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ

Food production

Дата введения – 2018- 06- 01

Область применения

Настоящий справочник НДТ распространяется на следующие основные виды деятельности (таблица 1.1).

Таблица 1.1 – Основные виды экономической деятельности в соответствии с ОК 029-2014 (КДЕС РЕД. 2)
(Изменения 7/2016 ОКВЭД 2, утв. Приказом Росстандарта от 12.05.2016 N 310-ст)

Код ОКВЭД 2	Наименование
10.1	**Переработка и консервирование мяса и мясной пищевой продукции**
10.13	Производство продукции из мяса убойных животных и мяса птицы
10.13.1	Производство соленого, вареного, запеченного, копченого, вяленого и прочего мяса
10.13.2	Производство колбасных изделий
10.13.3	Производство мясных (мясосодержащих) консервов
10.13.4	Производство мясных (мясосодержащих) полуфабрикатов
10.13.6	Производство прочей пищевой продукции из мяса или мясных пищевых субпродуктов
10.3	**Переработка и консервирование фруктов и овощей**
10.39	Прочие виды переработки и консервирования фруктов и овощей
10.4	**Производство растительных и животных масел и жиров**
10.41.2	Производство нерафинированных растительных масел
10.41.5	Производство рафинированных растительных масел
10.41.6 -	Производство гидрогенизированных и переэтерифицированных животных и растительных жиров и масел и их фракций
10.42	Производство маргариновой продукции
10.62.2	Производство нерафинированного кукурузного масла
10.62.3	Производство рафинированного кукурузного масла
10.8	**Производство прочих пищевых продуктов**
10.81	Производство сахара

Справочник НДТ не распространяется на

- 10.11.1 Производство мяса в охлажденном виде;
- 10.11.2 Производство пищевых субпродуктов в охлажденном виде;
- 10.11.3 Производство мяса и пищевых субпродуктов в замороженном виде;
- 10.11.5 Производство животных жиров;
- 10.12.1 Производство мяса птицы в охлажденном виде;
- 10.12.2 Производство мяса птицы в замороженном виде;
- 10.12.3 Производство жиров домашней птицы;
- 10.12.4 Производство субпродуктов домашней птицы, пригодных для употребления в пищу;
- 10.32 - Производство соковой продукции из фруктов и овощей
- 10.39 Производство обжаренных орехов; производство пасты и прочих продуктов питания из орехов; производство скоропортящихся полуфабрикатов из фруктов и овощей, таких как: салаты, упакованные смешанные салаты, очищенные или нарезанные овощи;
- вопросы, касающиеся исключительно обеспечения промышленной безопасности или охраны труда.

Рассматривая эмиссии в виде сточных вод (сбросов) от описываемых в настоящем справочнике НДТ технологий следует отметить, что на большинстве предприятий отрасли сточные воды формируются опосредованно, через сбор и усреднение промышленных (технологических) и ливневых сточных вод (продувки заводского водооборотного цикла, непрямые сбросы сточных вод от отделений охлаждения, водоподготовки, продувок котлов и др.).

Учитывая вышесказанное, а также во избежание дублирования информации и излишней нагрузки на настоящий справочник НДТ здесь рассмотрены только специфические виды обращения с технологическими сточными водами (использования, утилизации, нейтрализации и переработки и др.). Общие подходы к обращению со сточными водами описаны в справочнике НДТ «Очистка сточных вод при производстве продукции (товаров), выполнении работ и оказании услуг на крупных предприятиях».

Так или иначе, при рассмотрении каждой отдельной технологии или применяемой техники в рамках настоящего справочника НДТ, при определении НДТ учитываются удельные уровни эмиссии и удельные нормы потребления сырья и энергоресурсов.

При этом, основываясь на логике принципов НДТ, можно сделать вывод, что оптимальными показателями все равно будут обладать существующие или проектируемые производства, где применяются наилучшие решения, в том числе в обращении со сточными водами и выбросами.

Раздел 1 Общая информация о пищевой отрасли промышленности

Пищевая промышленность – стратегически важная отрасль экономики страны, от которой во многом зависит национальная безопасность и благополучие населения. Доля пищевой промышленности в общем объеме промышленного производства составляет 14%. В отраслевой структуре промышленного производства пищевая промышленность занимает 3-е место после топливной промышленности (20%) и машиностроения (19%) и входит в число лидеров по выпуску промышленной продукции.

Пищевая промышленность размещается по своим закономерностям.

К основным принципам ее размещения относятся следующие:

- максимальное приближение промышленности к источникам сырья, энергии и районам потребления;
- специализация отдельных экономических районов на те отрасли, где для этого имеются наилучшие природные и социально-экономические условия и их комплексное развитие;
- учет международного разделения труда;
- учет обороноспособности страны;
- выравнивание экономики различных регионов обширной по территории России, субъектов федерации;
- размещение, предприятий промышленности в соответствии с потребностями рынка для минимизации транспортных расходов;
- учет необходимости максимального использования природных и трудовых ресурсов с охватом их демографической структуры.

1.1 Структура пищевой промышленности в России

В зависимости от преобладающей роли сырьевого или потребительского фактора в составе пищевой промышленности выделяют три группы отраслей:

а) отрасли, предприятия которых целесообразно размещать у источников сырья. К ним относятся производства с невысоким выходом готовой продукции (материалоемкие отрасли);

б) отрасли, предприятия которых тяготеют к местам потребления готовой продукции. К ним относятся производства, выпускающие скоропортящиеся изделия, и с высоким выходом готовой продукции;

в) отрасли, начальные технологические процессы которых направлены на переработку сельскохозяйственного сырья у его источников, а завершающие (расфасовка, розлив и т.п.) размещаются в пунктах потребления готовых изделий. Таковы, например, мясная и некоторые другие отрасли.

Отрасли пищевой промышленности классифицируют также по различным направлениям в зависимости от характерных признаков, лежащих в основе формирования отрасли – от назначения продукции, характера используемого сырья, применяемой технологии и т.д.

В зависимости от особенностей организации производства различают также сезонные и несезонные отрасли.

К сезонным отраслям относятся, как правило, большинство перерабатывающих отраслей, т.е. отраслей, специализированных на первичной обработке сезонного сельскохозяйственного сырья.

По способу обработки сырья, т.е. в зависимости от применяемой технологии и соответственно используемой системы машин и аппаратов, пищевая промышленность делится на отрасли с преобладанием биохимических, микробиологических и химических процессов и отрасли с превалирующей механической обработкой сырья. К первым, использующим аппаратурные процессы, относятся, например, масложировая и свеклосахарная отрасли промышленности, ко вторым, применяющим систему машин – кондитерская, мукомольная, макаронная и др. [33, 37, 59].

В состав пищевой промышленности на современном этапе входят 30 отраслей с более чем 60 подотраслями и видами производства и объединяет более 22 тысяч предприятий различных форм собственности и мощности (их количество за последние 10 лет возросло в несколько раз) с общей численностью работающих около 1,4 млн. человек .[79, 83].

Наглядно структура основных отраслей в общей структуре российской пищевой промышленности изображена на рисунке 1.1.

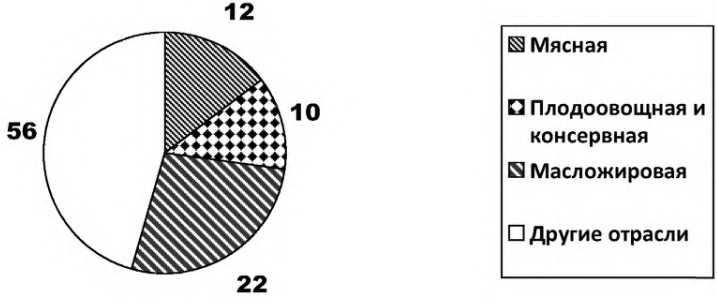

Рисунок 1.1 – Структура отраслей пищевой промышленности, %

На протяжении последних лет российская пищевая промышленность демонстрирует устойчивый рост, обгоняя по показателям большинство отраслей российской экономики.

Рост производства продукции пищевой промышленности в 2016 году составил 1,8 % к 2015 году.

Согласно данным Росстата, индекс производства продукции пищевой промышленности в 2018 году по сравнению с уровнем 2014 года составит по базовому сценарию 109,3 %.

1.2 Количество предприятий по округам и видам выпускаемой продукции

Распределение предприятий пищевой промышленности по округам в процентном отношении к промышленности представлено на рисунке 1.2.

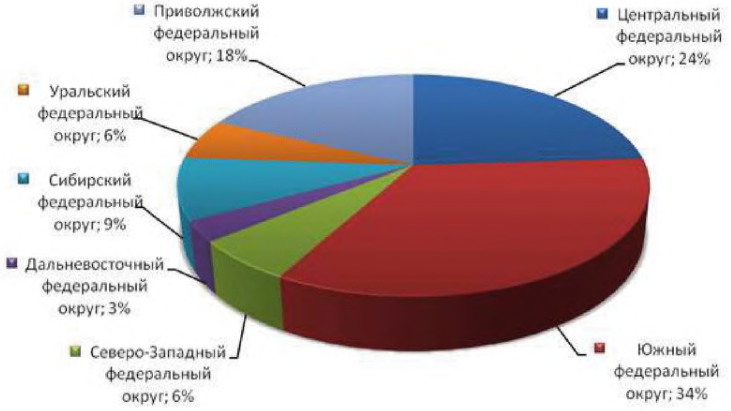

Рисунок 1.2 – Распределение предприятий пищевой промышленности по округам РФ

Ежегодный объем выпуска продукции предприятиями составляет 3 195 417 млн.руб., в их числе:

- 2134 государственные, с объемом выпуска 49 038 млн. руб;
- 36763 частные 1 921 367;
- 2073 предприятия смешанных форм 153 311;
- 740 иностранные 689 461;
- 726 совместные российские и иностранные 371 509;
- 719 муниципальные, религиозные и др. 10 731.

Число малых предприятий в пищевой индустрии в 2016 году составило около 21,45 тыс., или 1,31 % от общего числа пищевых предприятий, из них микропредприятия составили 14,8 тыс. или 1,15 % от общего количества производств.

Отрасли пищевой промышленности размещены также по сырьевому признаку, т.е. по виду перерабатываемого сырья, в частности сахарная.

Основным сырьем для производства сахара в России является сахарная свекла – отечественная сахароносная культура умеренного климата; менее 10 % сахара вырабатывается из ввозимого из-за рубежа тростникового сахара-сырца – полуфабриката, полученного из сахарного тростника.

Сахарная отрасль страны, динамично развиваясь, в течение 5 лет находится на первом месте в мире по производству свекловичного сахара за счет выхода свекловодства на качественно новый уровень инновационного преобразования. В результате валовой сбор сахарной свеклы составил: в 2013 г. – 39,3 млн т, в 2014 г. – 33,5 млн т, в 2015 г. – 39,0 млн т, в 2016 г. – 51,7 млн т. Сырьевая база отрасли

представлена около 4500 свеклосеющими хозяйствами, размещёнными в 26 регионах 5 федеральных округов РФ – Центральном (50-55%), Приволжском (20-22 %), Южном (18-20 %), Северо-Кавказском (4-5 %) и Сибирском (до 2 %). Наиболее крупными свеклосеющими регионами являются Краснодарский край и Воронежская, Курская, Липецкая, Тамбовская, Белгородская области.

Перерабатывающая база отрасли представлена 78 предприятиями, в т. ч. 77 свеклосахарными заводами, географическое расположение которых совпадает с расположением зон возделывания сахарной свеклы: они размещены в 21 свеклосеющем регионе, но отсутствуют в свеклосеющих областях – Ростовской, Самарской, Оренбургской, Волгоградской, Республике Чувашия. В Дальневосточном федеральном округе функционирует один сахарный комбинат, вырабатывающий сахар только из импортного тростникового сахара-сырца (рисунок 1.3).



Рисунок 1.3 – Распределение предприятий сахарной промышленности по округам РФ

Объемы импорта тростникового сахара-сырца за последние 5 лет снизились почти в 10 раз, составив 240 тыс. т в 2016 г. Производство сахара из тростникового сахара-сырца осуществляется на сахарном комбинате ООО «Приморский сахар» и в межсезонный период на свеклосахарных заводах, расположенных в Центральном и Южном федеральных округах: в 2013 г. – на 9, 2014 – 11, 2015 – 9, 2016 – 4.

Лидером по производству сахара в стране является Краснодарский край, в первую пятерку входят Воронежская, Липецкая, Тамбовская, Курская области.

1.3. Перечень продукции предприятий пищевой промышленности

Перечень и количество продукции предприятий пищевой промышленности по округам РФ представлены в таблице 1.1.

Таблица 1.1 – Перечень и количество продукции предприятий пищевой промышленности по округам РФ[1)]

Код ОКВЭД 2	Продукция	Федеральные округа							
		Центральный	Северо-Западный	Южный	Северо-Кавказский	Приволжский	Уральский	Сибирский	Дальневосточный
10.1	**Переработка и консервирование мяса и мясной пищевой продукции, в т.ч. детское питание**								
10.13	Производство продукции из мяса убойных животных и мяса птицы								
10.13.2	Производство колбасных изделий, т	991997,96	271059,88	134387,38	21468,43	508257,22	143760,42	277374,05	76307,63
10.13.3	Производство мясных (мясосодержащих) консервов, туб	168988,17	190032,74	3717,73	11048,06	59377,57	24706,29	33221,93	216,38
	Продукты мясные (мясосодержащие) для детского питания, туб.	10502,87	8372,27	—	—	—	—	—	—
10.13.4	Производство мясных (мясосодержащих) полуфабрикатов, т	1437129,38	266665,04	147088,57	220305,09	453824,63	191458,77	303099,44	48107,37

Продолжение таблицы 1.1

Код ОКВЭД 2	Продукция	Федеральные округа							
		Центральный	Северо-Западный	Южный	Северо-Кавказский	Приволжский	Уральский	Сибирский	Дальневосточный
10.3	**Переработка и консервирование фруктов и овощей**								
10.39	Прочие виды переработки и консервирования фруктов и овощей, в т.ч. детское питание, (тыс.т.)	2 381,73	405,28	946,74	331,85	142,23	43,53	482,96	149,30
10.4	**Производство растительных масел и жиров, (тыс. т.)**	4 419,77	529,77	3442,8	142,5	8 696,6	8,03	360	1 304,03
10.81	Производство сахара, тыс. т,	3329,4	—	1483,5	95,2	902,6	—	115,8	88,3
	в т. ч. свекловичного сахара;	3204,4	—	1456,6	95,2	902,6	—	115,8	—
	из тростникового сахара-сырца	125,0	—	26,9	—	—	—	—	88,3

1) данные Федеральной службы государственной статистики, приведены по состоянию на 2016 год.

Анализ данных объемов вырабатываемых продуктов питания показывает, что в последние годы динамично развиваются практически все основные отрасли пищевой промышленности (таблица 1.2).

Так, предприятия мясной промышленности в последнее десятилетие работали в условиях глубокого дефицита сырья. Однако, выпуск колбасных изделий вырос по сравнению с 2006 годом на 24 %, мясных полуфабрикатов – на 29 %.

Таблица 1.2 – Динамика производства основных видов продукции агропромышленного комплекса (% к предыдущему году)

Продукция	2015 год (отчет)	2016	2017	2018	2018 год к 2015 году, %
		прогноз			
Индекс производства пищевой продукции	101,9	102,0	102, 3	102,9	100,9
Сахар белый свекловичный в твердом состоянии	111,5	112,5	111,7	100,8	126,6
Мясо и субпродукты - всего	105,7	102,6	102,1	101,9	96,4
Консервы плодоовощные	91,4	97,2	99,3	101,0	110,5
Замороженные плоды и овощи	113,3	111,8	111,8	112,9	99,7

Помимо производства мяса, мясная промышленность производит различные мясные полуфабрикаты, колбасные изделия и мясные консервы (рисунок 1.4).



Рисунок 1.4 – Структура рынка колбасных изделий России

Масложировое производство является той отраслью российского пищепрома, в которой объемы экспорта превышают объемы импорта. Основными продуктами производства масложировой промышленности являются: растительное масло, маргарин и жиры, майонез.

Производство растительного масла составляет 75% производства, в общем количественном объеме продукции масложировой отрасли. Объем производства подсолнечного масла в России в 2016 году превысил 4087,4 тыс. тонн, что на 10,7% или на 440,4 тыс. тонн больше, чем в 2015 году. Тенденция к приросту показателей в условиях увеличения спроса на продукты переработки данного вида масличных, наблюдается на протяжении ряда лет.

Основными видами сельскохозяйственного сырья для производства растительных масел являются семена подсолнечника, сои и рапса. Семена других масличных растений – льна, горчицы, клещевины, конопли и других выращиваются в небольших объемах и их промышленная переработка незначительная [58, 61].

Повышение спроса на рафинированные масла позволило предприятиям промышленности довести их выработку с 66,5 до 230,9 тыс. т или в 3,5 раз.

Устойчивой тенденцией последних лет стало высокая динамика импорта масел тропического происхождения – пальмового, кокосового и пальмоядрового (с 29 до 78 % ввозимого), а подсолнечного снизилась с 21,3 % до 9,8 %, соевого – с 36 % до 9,6 %, рапсового – с 12 % до 0,3 %.

Пальмовое масло является основным импортируемым растительным маслом в Россию, которого в октябре 2016 году было ввезено 76,3 тыс. тонн, что на 11,7 тыс. тонн меньше (или -13,3 %), чем в октябре 2015 года. Основным экспортером пальмового масла является Индонезия, на долю которой в январе-октябре 2016 г. пришлось 84,7% (в октябре 2016 — 63,6 тыс. тонн, или 83,5 %).

Необходимость импорта пальмового, пальмоядрового и кокосового масел связана с использованием их в некоторых отраслях пищевой и перерабатывающей промышленности. Смещение предпочтений населения в сторону потребления продуктов с более сбалансированным жирнокислотным составом стимулирует импорт оливкового масла, так, по данным ФТС России, в 2016 году в сравнении с 2015 годом оливкового масла было ввезено на 38,3% больше.

В 2016 году производство маргариновой продукции составило около 1 млн. тонн, этот показатель по данным Росстата незначительно снизился по сравнению с 2015 годом. Основными потребителями этой продукции являются другие отрасли пищевой промышленности, в том числе: кондитерская, молочная, хлебопекарная, консервная

При общей потребности страны в сахаре 5,8 млн т, производство его в 2016 г. достигло 6,08 млн т. Потребление на душу населения остается стабильным и составляет 39 кг со следующей конфигурацией структуры потребления (рисунок 1.5).

На рынке страны доля сахара, произведенного из отечественного сырья – сахарной свеклы, составляет 91 %, из импортируемого тростникового сахара-сырца – 4 %, остальные 5 % – импорт белого сахара. Пороговый показатель по данному продукту не менее 80 % Доктрины продовольственной безопасности Российской Федерации превышен в 2014 г. на 7,3 %, в 2015 г. – на 9,4 %, в 2016 г. – 14,9 %. До настоящего времени на мировом рынке сахара Россия была заметным покупателем с незначительными объемами экспорта готовой продукции – до 10 тыс. т, а в 2016 г. экспортировано более 100 тыс. т и в дальнейшем прогнозируется увеличение экспорта российского сахара.

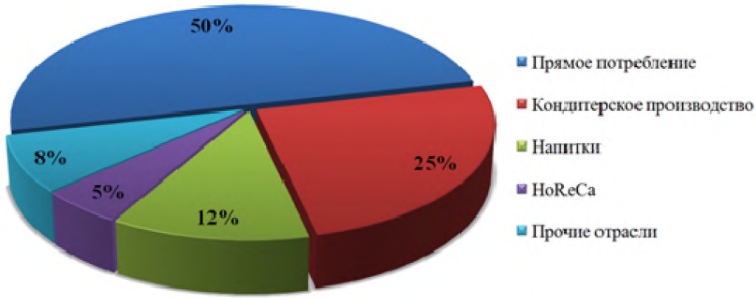

Рисунок 1.5 – Структура потребления сахара в России

Отечественная сахарная промышленность производит белый сахар (свекловичный и из тростникового сахара-сырца) 4 категорий – экстра, ТС1, ТС2, ТС3 в кристаллическом и кусковом виде. Российская линейка сахара представлена в основном белым кристаллическим сахаром категории ТС2, который пользуется наибольшим спросом у населения и применяется в качестве сырьевого ингредиента для отраслей экономики страны. Небольшой потребительский сектор занимает белый сахар категории экстра. В 2016 г. его выработано на 5 сахарных заводах Краснодарского края, Белгородской, Воронежской, Липецкой и Пензенской областей в объеме 223 тыс. т, из них 222 тыс. т – кристаллического и 1 тыс. т – кускового прессованного.

Современная технология свекловичного сахара предусматривает образование побочных продуктов: жома, мелассы, объемы которых в разы превышают выход сахара; в технологии сахара из тростникового сахара-сырца образуется меласса, которая отличается по химическому составу от свекловичной мелассы меньшим содержанием сахарозы. С 2010 г. сахарные заводы начали наращивать объемы выпуска сушеного жома, скачок в его выработке произошел с 2012 г., а к 2016 г. его производство достигло 1386 тыс. т, в т.ч. 1359 тыс. т гранулированного; из общего объема 887 тыс. т экспортировано. Объемы образующейся свекловичной мелассы составляют порядка 1,1-1,6 млн т, объемы мелассы из тростникового сахара-сырца незначительны (менее 0,5 % в общем объеме мелассы). До 40 % объемов мелассы экспортируется, остальные объемы используются в стране при производстве хлебопекарных дрожжей (до 25 %), этилового спирта (20 %), комбикормов (15 %), пищевых кислот, около 10 % мелассы направляется на извлечение сахарозы.

1.4 Мощности производства

Производственная мощность – это показатель, отражающий максимальную способность предприятия (подразделения, объединения или отрасли) по осуществлению выпуска товарной продукции в натуральных или стоимостных единицах измерения, отнесенных к определенному периоду времени (смена, сутки, месяц, квартал, год).

Уровень использования среднегодовой производственной мощности предприятий по выпуску отдельных видов продукции (в процентах) приведен в таблице 1.3.

Таблица 1.3 – Уровень использования производственной мощности предприятий по выпуску отдельных видов продукции (в %)

Продукция	2015 г	2016 г
Колбасные изделия	56	56
Консервы мясные (мясосодержащие)	53	53
Консервы плодоовощные	55	55
Масла растительные нерафинированные	68	68
Маргариновая продукция	63	63

На сегодняшний день предприятиями мясоперерабатывающей отрасли Российской Федерации производится более 170 видов различных изделий. Наиболее крупные мясоперерабатывающие заводы России:

- ОАО «Останкинский мясоперерабатывающий комбинат» – 180 тыс. тонн продукции в год;
- Мясокомбинаты группы «Черкизово» – 145 тыс. тонн продукции в год;
- Микояновский мясокомбинат (корпорация ЭКСИМА) – 140 тыс. тонн продукции в год;
- Мясокомбинат «Дубки» – 125 тыс. тонн продукции в год;
- Группа компаний «Царицыно» – 110 тыс. тонн продукции в год.

Высокий уровень использования производственной мощности наблюдается на предприятиях масложировой промышленности. Она представлена около 60 крупных предприятий (в отрасли в настоящее время до 200 предприятий крупных и средней мощности и более 1000 малой производительности). Общая потенциальная производительность крупных маслодобывающих предприятий 20,5 млн тонн семян в год или 61 тыс. тонн семян в сутки [14].

Лидером российского рынка подсолнечного масла является компания «Юг Руси», которой принадлежит около 30% российского рынка. Торговые марки этой компании «Аведовъ», «Золотая семечка», «Злато», «Юг Руси». Второе место с 7.4% рынка делят компании «Bunge» и «Астон».

Общая производственная мощность 77 свеклосахарных заводов в настоящее время составляет 370,36 тыс. т переработки свеклы в сутки и способна обеспечивать переработку сахарной свеклы в объемах около 45 млн т при наметившихся в последние шесть лет удлиненных сроках – около 120 суток в среднем по стране. Начиная с 2001 г. ведется планомерное наращивание производственных мощностей предприятий сахарной промышленности, особенно активно – с 2005 г.: общие производственные мощности с 2001 г. увеличились на 35 %. Увеличение производственных мощностей происходит за счет вывода устаревших и модернизации действующих сахарных заводов. В ряде регионов страны были выведены из эксплуатации физически изношенные мощности 9 сахарных заводов. Модернизация действующих сахарных заводов в сложившихся экономических условиях является более выгодным для России: ввод мощности в 1 тыс. т при реконструкции сахарного

завода с 4,5 до 9,0 тыс. т переработки свеклы в сутки в 2 раза дешевле, чем при строительстве нового аналогичной мощности. Количество работавших свеклосахарных заводов составило: в 2013 г. – 76, в 2014 г. – 76, в 2015 г. – 72, в 2016 г. – 75. Производственная мощность отдельных заводов варьирует от 2,0 до 11,0 тыс. т/сутки, в то время как за рубежом от 8 до 20 тыс. т.; мощность более 8 тыс. т/сутки имеют 5 сахарных заводов.

Производственные мощности сахарных заводов сконцентрированы в основном в вертикально интегрированных структурах – крупных компаниях, таких как «Продимекс», «Русагро», «Доминант», «Сюкден» и др., на долю которых приходится около 40 % площадей сахарной свеклы и около 70 % объема выработанного сахара. Они активно проводят модернизацию, оснащая свои предприятия современным высокоэффективным оборудованием.

В работе российских сахарных заводов наблюдается тенденция улучшения основных технико-экономических показателей, снижения энерго-, ресурсоемкости производства. Так, в 2016 г. в среднем по отрасли коэффициент извлечения сахара составил 0,85, расход условного топлива – 4,15 %, расход известнякового камня – 3,74 %, потери сахара в производстве – 0,75 %, содержание сахара в мелассе – 1,67 %. При этом 9 заводов из 75 имели расход условного топлива ниже 3,50 %, 10 заводов – расход известнякового камня ниже 3,00 %, 10 заводов – содержание сахара в мелассе ниже 1,50 %.

Сбор сахара с 1 гектара посевов возрос за 17 лет почти в 4 раза и достиг в 2016 г. 5,5 т/га по РФ и 7,8 т/га в Южном федеральном округе.

Этому способствовали меры государственной поддержки, включая таможенно-тарифное регулирование импорта тростникового сахара-сырца, а также реализация мероприятий отраслевых целевых программ развития свеклосахарного подкомплекса России на 2010-2012 годы и на 2013-2015 годы, что позволило повысить инвестиционную привлекательность отрасли, создало условия для роста инвестиций более чем в 3 раза – за последние 3 года в развитие вложено 37,7 млрд. руб.

1.5 Перспективы развития пищевой промышленности в России

С целью решения стоящих проблем и создания принципиально новых условий для функционирования пищевой промышленности Минсельхозом России разработана «Стратегия развития пищевой промышленности Российской Федерации на период до 2020 года», которая утверждена распоряжением Правительства РФ от 17 апреля 2012 г. [83].

Стратегическое значение пищевой промышленности подчеркивают следующие обстоятельства:

- потребитель продукции этой отрасли – каждый россиян;
- проблема полноценного обеспечения населения страны продукцией пищевой промышленности, до сих пор не решена;
- пищевая промышленность России в своей деятельности опирается на сельское хозяйство, обладающее значительным потенциалом;
- обеспечение продукцией пищевой промышленности независимо от импорта – задача, имеющая статус национальной безопасности.

Таким образом, в целом пищевую промышленность страны можно охарактеризовать как успешно функционирующее звено агропромышленного комплекса.

Прогнозируемые объемы производства основных продуктов питания в 2020 и 2030 годах приведены в таблице 1.4 [53].

Увеличение объемов производства в группе колбасных изделий будет происходить в основном за счет интенсификации выработки продуктов из мяса при сохранении объемов производства традиционных видов колбасных изделий.

Таблица 1.4 – Производство основных продуктов питания в России, тыс. т

Показатели	Годы			2030 г. в % к 2015 г.
	2015	2020	2030	
10.1 Переработка и консервирование мяса и мясной пищевой продукции				
Мясные полуфабрикаты	2400	2740	3140	130,8
Мясные консервы, муб.	315	325	350	111,1
Колбасные изделия	2350	2400	2500	106,4
10.3 Переработка и консервирование фруктов и овощей				
Картофель переработанный и консервированный, тыс. т	131,2	135,3	148,4	113,11
Плодоовощная продукция замороженная, тыс. т	43,4	47,2	51,8	119,35
Плодоовощные консервы, муб	5940,7	6550,8	7100,0	119,51
10.4 Производство растительных и животных масел и жиров				
Масло растительное	3245	3390	3660	112,7
в т. ч. подсолнечное	2700	2800	3000	111,1
соевое	270	290	320	118,5
рапсовое	250	270	290	118,0
прочие масла	25	30	50	в 2 раза
Маргариновые продукты	800	900	1200	в 1,5 раза
10.8 Производство прочих пищевых продуктов				
Производство сахара из сахарной свеклы, млн. т	4,3	4,4	4,7	109,3

Производство мясных консервов будет увеличиваться за счет совершенствования ассортимента этой группы мясной продукции. Доля населения, потребляющего мясные консервы, составляет на сегодняшний день около 25–30 %. Для этой категории потребителей предприятия будут не только увеличивать объемы выработки паштетов и мясорастительных консервов как традиционной продукции консервной отрасли, но и развивать производство готовых обеденных блюд (первые, вторые блюда) [79, 83].

В инновационном сценарии прогноза развития производство плодоовощных консервов к 2020 г. достигнет уровня 12 200 муб, что превысит уровень 2010 г. на 31%. При этом наиболее интенсивное развитие предусматривается по овощной и томатной группам консервов, вырабатываемых из отечественного сельскохозяйственного сырья.

К 2020 г. производство овощных и томатных консервов увеличится по отношению к 2010 г. на 50% [5, 25, 53, 77].

По фруктовой группе консервов прирост составит 27%. Перспективная потребность в консервах оценивается в 12 – 13 млрд. условных банок в год с существенным расширением ассортимента, при нынешнем производстве 10 –11 млрд. банок, среди которых преимущественно составляют соки и напитки.

Дальнейшее развитие получит производство быстрозамороженной плодоовощной продукции, пользующейся повышенным спросом населения (овощи и их смеси, грибы, ягоды, картофель, полуфабрикаты обеденных блюд). В настоящее время в отличие от остальных категорий замороженных продуктов, основная доля на внутреннем рынке овощей приходится на импортные товары (порядка 60%). По мере развития рынка быстрозамороженной продукции и роста доходов населения доля регионов в структуре продаж заморозки будет увеличиваться. Поскольку потребление замороженной плодоовощной продукции в Москве и Санкт-Петербурге близко к насыщению, то основной резерв роста – регионы России. К 2020 г. объем производства такой продукции увеличится на 75% по отношению к 2010 г. и составит порядка 70 тыс. тонн.

К сдерживающим факторам развития данного направления относятся низкая оснащенность предприятий специализированным высокопроизводительным оборудованием по заморозке и проблемы с обеспечением качественным сырьем. Российские производители не имеют достаточного опыта и традиций по выращиванию овощных культур, пользующихся наибольшим спросом при заморозке: цветной капусты, фасоли, брокколи и шампиньонов.

В России слабо развит сегмент рынка сушеных овощей, фруктов и картофеля. В 2020 г., с учетом развития консервной, пищеконцентратной, рыбной, мясной и других отраслей пищевой и перерабатывающей промышленности – основных потребителей сушеных овощей, их производство согласно инновационному варианту прогнозируется на уровне 0,45 тыс. т, что превысит уровень 2010 г. в 4,5 раза. Производство сушеного картофеля прогнозируется в объеме 4,5 тыс. т с темпом роста к уровню 2010 г. 115% и ориентируется в основном на потребительский спрос. В обозримой перспективе все способы консервирования растительных продуктов будут иметь дальнейшее совершенствование [83].

Основным требованием к этой обработке должно быть гарантированное обеспечение безопасности при употреблении консервов, изготовленной в герметичной таре. Наряду с тепловым способом консервирования целесообразно проводить фундаментальные и прикладные исследования по созданию и совершенствованию нетрадиционных способов консервирования путем использования сверхвысоких давлений, применения альтернативных источников холода за счет перепада давлений в вихревых трубах [63].

Необходимо проведение исследований по использованию новых видов микроорганизмов для направленной ферментации при производстве квашеных овощей и для переработки вторичных сырьевых ресурсов консервной плодоовощной промышленности.

Научные исследования должны быть направлены на разработку новой техники и технологии консервирования плодов и овощей, основанных на использовании химических, физических и других способов воздействия на исходное сырье с целью

сокращения энергетических и материальных затрат на производство конечного продукта со специальными, функциональными и высокими потребительскими свойствами [74].

Увеличение производства масложировой продукции прогнозируется не только путем увеличения объемов, но и внедрением на перерабатывающих предприятиях масложировой отрасли технологий по переэтерификации, что позволит снизить в конечных продуктах уровень трансизомеров жирных кислот и повысить их качество [60]..

В настоящее время сахарной отраслью России полностью решена проблема обеспечения населения сахаром из собственного сырья. На перспективу, сохраняя лидирующее положение в мире по производству свекловичного сахара, основные усилия будут направлены на повышение технико-экономических показателей работы предприятий, максимальное приближение их к уровню высокоразвитых сахаропроизводящих стран. В среднем по стране к 2020 г. необходимо обеспечить достижение следующих показателей: степень извлечения сахарозы из сахарной свеклы – более 86 %; расход условного топлива – 3,5-3,8 % к массе свеклы; расход известнякового камня – 3,1-3,4 % к массе свеклы; содержание сахара в мелассе – менее 1,7 %; качество сахара, соответствующее международным стандартам; трудозатраты на переработку 100 т свеклы – не более 6 чел./дней.

Основные направления достижения указанных индикаторов в среднесрочной и дальнесрочной перспективе следующие: дальнейшая реконструкция и техническое перевооружение технологических линий действующих сахарных заводов на основе инновационных технологий и современного оборудования; освоение современных ресурсосберегающих технологий производства, заготовки, хранения и переработки сахарной свеклы, обеспечивающих уменьшение энерго- и водопотребления, улучшение экологической обстановки в промышленных зонах предприятий; расширение объемов переработки побочной продукции и отходов свеклосахарного производства (жома, мелассы, фильтрационного осадка), развитие транспортно-логистической инфраструктуры, способствующей расширению экспорта сахара и побочной продукции; совершенствование инвестиционной политики и организации производства, государственная поддержка отечественных производителей и защита отечественного сахарного рынка.

1.6 Анализ приоритетных проблем отрасли

Отсутствие достаточных финансовых средств у организаций тормозит внедрение ресурсосберегающих безотходных технологий, диверсификацию производства, а также возможность решать проблемы, связанные с защитой окружающей среды.

Основными системными проблемами, характерными для всех отраслей пищевой промышленности, являются:

- недостаток сельскохозяйственного сырья с определенными качественными характеристиками для промышленной переработки;
- моральный и физический износ технологического оборудования, недостаток производственных мощностей по отдельным видам переработки сельскохозяйственного сырья;

- низкий уровень конкурентоспособности российских производителей пищевой продукции на внутреннем и внешнем продовольственных рынках;
- неразвитая инфраструктура хранения, транспортировки и логистики товародвижения пищевой продукции;
- недостаточное соблюдение требований действующих технических регламентов;
- недостаточное соблюдение экологических требований в промышленных зонах организаций пищевой промышленности.

Перед пищевой промышленностью стоит задача повышения эффективности работы организаций, диверсификации производства и повышения конкурентоспособности вырабатываемой продукции.

1.7 Охрана окружающей среды

По степени интенсивности отрицательного воздействия предприятий пищевой промышленности на объекты окружающей среды первое место занимают водные ресурсы.

По расходу воды на единицу выпускаемой продукции пищевая промышленность занимает одно из первых мест среди промышленных отраслей. Высокий уровень потребления обуславливает большой объем образования сточных вод на предприятиях, при этом они имеют высокую степень загрязненности и представляют опасность для окружающей среды.

Структура сбросов загрязненных сточных вод, в 2015 г., от промышленных объектов РФ приведена на рисунке 1.6.

Сброс загрязненных сточных вод в поверхностные водные объекты при производстве продуктов питания (по данным Росприроднадзора) составляет в среднем 52,4 миллионов кубических метров.

Всего отходов производства и потребления в производстве пищевых продуктов образуется 20,5 млн. т. При этом используется и обезвреживается только 36,6% от общего объема образовавшихся [13, 38, 56].

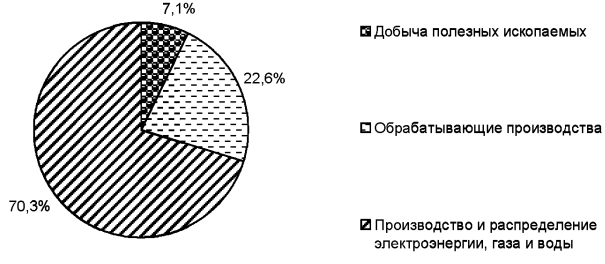

Рисунок 1.6 – Структура сбросов загрязненных сточных вод промышленных объектов, в %

Проблема охраны атмосферного воздуха для пищевых предприятий также актуальна.

Структура выбросов загрязняющих атмосферу веществ, отходящих от стационарных источников, в 2015 г., представлена на рисунке 1.7.

В атмосферу при производстве продуктов питания (по данным Росприроднадзора) выбрасывается около 0,4 млн. т. При этом улавливается (обезвреживается) загрязняющих атмосферу веществ, отходящих от стационарных источников около 73,9% от общего количества отходящих веществ.

Практически все предприятия пищевой промышленности выбрасывают в атмосферу газы и пыль, ухудшающие состояние атмосферного воздуха [97].

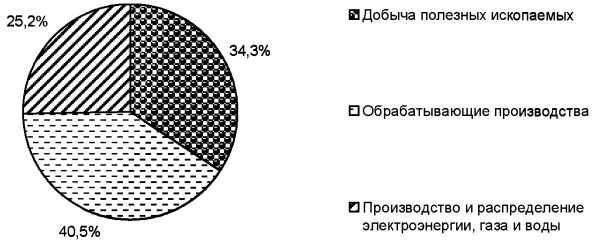

Рисунок 1.7 – Структура выбросов загрязняющих атмосферу веществ, отходящих от стационарных источников, в %

Поэтому на период до 2020 г., например, в пищевой отрасли получат реализацию природоохранные мероприятия, снижающие техногенное воздействие предприятий на состояние водного и воздушного бассейна, почвенные ресурсы [56, 89].

1.7.1 Источники общей опасности

Высокий расход воды на единицу выпускаемой продукции в производстве продуктов питания обусловлен тем, что большое количество воды используется для технологических целей, например, для первоначальной очистки сырья, смывания в лотках и желобах, обесцвечивания, пастеризации, очистки технологического оборудования и охлаждения готового продукта.

Потребители воды различаются по количественному критерию в зависимости от различных целей использования, причем при максимальном потреблении воды часто требуется раздельная обработка с целью полного удаления запаха и вкуса, и обеспечения однородных параметров.

Высокий уровень потребления, в свою очередь, обуславливает большой объем образования сточных вод на пищевых предприятиях.

Сточные воды пищевой промышленности представляют собой сложные полидисперсные системы, содержащие различного рода загрязнения: жир, кровь, минеральные нерастворимые примеси, моющие средства. Эти воды характеризуются высокими показателями БПК, ХПК и взвешенных веществ (таблица 1.5) [10, 35].

Таблица 1.5 – Среднестатистические показатели сточных вод предприятий отдельных отраслей пищевой промышленности

Предприятия отдельных отраслей пищевой промышленности	Взвешенные вещества, мг/л	ХПК, мг/л	БПК, мгO_2/л
Мясоперерабатывающие производства	410–12000	1800–12500	650–5100
Плодоовощные производства	20–1800	440–2690	350–2175
Производства сахара	650–49900	4550–10110	3250–7600

Производство сахара характеризуется высокой степенью потребления воды и образованием большого количества сточных вод. Водоемкость свеклосахарного производства составляет в среднем до 20 т воды разного качества на 1 т перерабатываемой свеклы, в том числе около 2-2,5 т промышленной и питьевой воды.

Объем образования сточных вод в сахарном производстве зависит от вида сырья: в свеклосахарном – до 350 % сточных вод к массе свеклы; при переработке тростникового сахара-сырца – около 130 % сточных вод к массе сахара-сырца.

Для сточных вод сахарной отрасли характерен высокий показатель содержания взвешенных органических веществ, который зависит от состава почвы зоны свеклосеяния и агрометеорологических условий возделывания сахарной свеклы, принципиальной технологической схемы переработки сырья, способов очистки воды и наличия оборотных систем.

Основные показатели загрязненности сточных для предприятий сахарной промышленности вод следующие: БПК колеблется от 3250 до 7600 мг O_2/л; ХПК – от 4550 до 10110 мг O_2/л; взвешенные вещества – от 650 до 49900 мг/л.

Предприятия сахарной отрасли сброс сточных вод в водные объекты не осуществляют, поскольку сточные воды направляются на естественную биологическую очистку на поля фильтрации. Некоторые заводы при наличии соответствующих разрешений осуществляют сброс очищенных вод в водный объект.

Наиболее вредные вещества, поступающие в атмосферу от предприятий пищевой промышленности, – органическая пыль, двуокись углерода, бензин и другие углеводороды, выбросы от сжигания топлива [35].

В таблице 1.6 приведены статистические данные о составе загрязняющих веществ (ЗВ), отходящих от стационарных источников.

Таблица 1.6 – Статистические данные о составе загрязняющих веществ (ЗВ), отходящих от стационарных источников в атмосферный воздух

Наименование наиболее распространенных ЗВ (млн.т)	2005 г.	2010 г.
Твердые вещества	2,8	2,4
Диоксид серы	4,8	4,4
Оксиды азота	1,7	1,9
Оксиды углерода	6,3	5,6
Углеводороды	2,8	3,1
Летучие органические соединения	1,9	1,6
Всего по РФ	20,6	19,1

Многие технологические процессы сопровождаются образованием и выделением пыли в окружающую среду (сахарные заводы, масложировые предприятия и др.) [97].

Расчеты показывают, что общие выбросы ЗВ в атмосферу, а также количество образующихся на предприятиях пищевой промышленности отходов производства и потребления, составляют не более 0,7% от общего выброса загрязняющих веществ и количества отходов, которые образуются на всех промышленных предприятиях в РФ. Общий сброс загрязняющих веществ в поверхностные водоемы составляет не более 0,18% от общего сброса сточных вод промышленными предприятиями в РФ.

1.7.2 Специфические источники опасности

В отдельных отраслях пищевой промышленности производство также связано с потенциальными проблемами контроля запаха и загрязнения воздуха. Объем твердых отходов может быть весьма значительным [35].

Например, отходы производства консервированных помидоров могут составлять от 15 до 30% всего объема переработки. В случае переработки гороха и зерновых отходы превышают 75%.

Большое значение приобретает упаковка и хранение отходов с целью последующей переработки и утилизации.

Хранение отходов в естественном виде возможно без потерь в течение 2–3 дней. При длительном хранении они теряют свои питательные свойства, закисают, загнивают, забраживают, загрязняя окружающую среду.

В производстве сахара образуются сопутствующие и побочные многотоннажные продукты – свекловичный жом, свекловичная меласса, фильтрационный осадок, осадок сточных вод с полей фильтрации, которые могут являться отходами в том случае, если они не используются и по разным причинам утратили свои потребительские свойства. В настоящее время из общего объема образовавшегося свекловичного жома около 65 % высушивается, до 20 % направляется на корм животным в свежем и кислом виде, около 4 % используется в качестве мелиоранта-рекультиванта; доля использования свекловичной мелассы составляет 100 % (для получения этилового спирта, хлебопекарных дрожжей, пищевых кислот, комбикормов и др.); фильтрационный осадок в количестве около 65 % выводится в сухом виде и используется в качестве рекультиванта для отработанных карьеров, технической и биологической рекультивации нарушенных земель, для приготовления удобрительных и кормовых смесей, строительных материалов. Осадок сточных вод с полей фильтрации в полном объеме используется для обваловки карт полей фильтрации, а также вместе с фильтрационным осадком в качестве мелиоранта-рекультиванта.

1.7.3 Энергоэффективность

Потребление электроэнергии при производстве продуктов питания в среднем составляет около 14,1 миллиардов киловатт-часов [20]

Производство сахара занимает одно из первых мест среди отраслей пищевой промышленности по энергоемкости, сложности теплоэнергетического комплекса, взаимозависимости между технологическими и теплоэнергетическими потоками. Технология сахара из сахарной свеклы построена на комплексе тесно

взаимосвязанных тепловых процессов, таких как нагревание, выпаривание, уваривание, кристаллизация и сушка, а также массообменных процессов – экстрагирования, кристаллизации, физико-химических – известково-углекислотная очистка диффузионного сока, механических – фильтрование, центрифугирование и т.д. Тепловая схема сахарного завода представляет сложный комплекс, состоящий из многокорпусной выпарной установки с системой теплообменников, греющим агентом в которых является вторичный пар и конденсат из корпусов выпарной установки, при этом использование энергии отработавшего пара в технологическом потоке позволяет экономить тепловую энергию. Так, при производстве свекловичного сахара расход пара составляет 30-50 т на 100 т свеклы, расход электроэнергии – 25-50 кВт·ч на 1 т свеклы; при производстве сахара из тростникового сахара-сырца, соответственно, расход пара – 200-250 т на 100 т сахара-сырца, расход электроэнергии – 90-160 кВт·ч на 1 т сахара-сырца.

За последние пять лет за счет модернизации основного технологического и теплообменного оборудования на российских сахарных заводах расход условного топлива снизился с 4,60 % до 4,15 % к массе переработанной свеклы, при этом на 6 предприятиях он был на уровне передовых сахаропроизводящих стран (менее 3,3 %).

Снижение расхода энергетических ресурсов является одним из основных направлений повышения конкурентоспособности российского сахара, поскольку в себестоимости переработки сахарной свеклы доля топливно-энергетических ресурсов составляет 45-55 %.

Основные направления энергоэффективности в отрасли следующие: техническое перевооружение с использованием современного технологического и теплообменного энергосберегающего оборудования (пластинчатых подогревателей, пленочных выпарных аппаратов и др.); совершенствование тепловых схем на основе шести- и семикорпусных выпарных установок и использования тепла низкого потенциала; реализация энергосберегающих технологий переработки – экстрагирования сахарозы с применением прессов глубокого отжатия жома до 32 % сухих веществ и возврата жомопрессовой воды в технологический поток; расширение использования современных технологических вспомогательных средств для очистки диффузионного сока со снижением расхода извести; уваривание и кристаллизация утфелей с использованием маточного утфеля и стандартного сиропа; внедрение современных систем автоматизации и управления технологическими и теплотехническими процессами на базе микропроцессорной техники и компьютерно-интегрированных технологий.

Снижение затрат на топливо и энергию в себестоимости промышленной продукции пищевых предприятий является актуальной задачей и для других отраслей (таблица 1.7).Таблица 1.7 – Доля затрат на топливо и энергию в себестоимости промышленной продукции (%) в пищевой промышленности

Сектор	Все страны[1]	Развитые страны	Развивающиеся страны	БРИКС	Россия
Пищевая	2,3	1,7	2,5	1,9	3,1

[1] *По 50 странам. Данные включают расходы на использование энергоресурсов в качестве сырья.*

Источники: Данные по России - Промышленность России. 2012. Росстат. 2012: Данные по другим странам - UNIDO. 2011.Industrial Development Report 2011. Industrial energy efficiency for sustainable wealth creation. Capturing environmental, economic andsocial dividends.

В таблице 1.8 приведены удельные расходы электроэнергии в отдельных отраслях пищевой промышленности.

Таблица 1.8 – Удельные расходы электроэнергии в отдельных отраслях пищевой промышленности

Вид продукции	Ед. изм.	Удельный расход, кВт·ч/ед. продукции (по различным источникам информации)		
Колбасные изделия	т	74–90	75–90	65–80
Консервы мясные	туб.	20–25	23–26	50
Растительное масло	т	132–184	130–180	175

Доля пищевой промышленности в суммарном объеме производства отраслей промышленности России и их относительная удельная энергоемкость, прогнозируемые структурные трансформации промышленности по ее снижению представлены в таблицах 1.9 – 1.10.

Таблица 1.9 – Доля пищевой промышленности в суммарном объеме производства отраслей промышленности России и их относительная удельная энергоемкость

Отрасли промышленности	Доля в производстве, %	Относительная электроемкость, %**	Относительная удельная энергоемкость, %**-
Промышленность, всего	100	100	100
Пищевая промышленность	13.58	21	25

** Оценка

Таблица 1.10 – Прогнозируемые структурные трансформации промышленности*

Отрасли промышленности	% от объема промышленного производства		
	2000	2010	2020
Промышленность, всего	100	100	100
Пищевая промышленность	13.58	**14.9**	16.5

* Источник - Минэкономразвития России.

1.7.4 Управление и организация производства

Организация производства — это система мер, направленных на рационализацию сочетания в пространстве и времени вещественных элементов и людей, занятых в процессе производства.

Под организацией производственного процесса понимают методы подбора и сочетания его элементов в пространстве и времени в целях достижения эффективного конечного результата.

В основе организации производственного процесса (изготовления продукта) лежат следующие принципы:

– специализация, характеризующаяся ограничением номенклатуры и массовостью изготовления одноименной продукции (работ);

– непрерывность, предполагающая увеличение времени нахождения предмета труда в обработке, уменьшение времени нахождения его без движения в ожидании возобновления процесса изготовления, сокращение перерывов в использовании живого труда и средств труда;

– пропорциональность, требующая относительно равного выпуска продукции или объема выполняемых работ за определенный период времени всеми взаимосвязанными подразделениями предприятия, группами оборудования, рабочими местами, а также соответствия фонда времени работы оборудования и рабочих трудоемкости производственной программы; параллельность, включающая одновременное выполнение отдельных частей производственного процесса, концентрацию технологических операций на рабочем месте и совмещение во времени выполнения основных и вспомогательных операций;

– прямоточность, обеспечивающая кратчайшее расстояние движения предметов труда в процессе производства;

– ритмичность, предполагающая регулярное повторение процесса производства через равные промежутки времени;

– гибкость — возможность быстрой перестройки на выпуск новой продукции.

Повышение эффективности производства – важнейшая задача всего коллектива предприятия.

В решении этой задачи велика роль правильной организации работы в основном производстве. Применение поточной формы организации производственных процессов обеспечивает не только увеличение выпуска продукции, но и улучшение всех технико-экономических показателей работы предприятия. Непрерывность производственного процесса в условиях поточного производства обеспечивает существенное сокращение длительности производственного цикла и размеров потребных оборотных средств. При стабильности условий работы при специализации поточных линий уменьшается брак производства, снижается себестоимость продукции. Поточное, производство обеспечивает снижение трудоемкости продукции вследствие сокращения затрат времени на производство изделий и повышения уровня механизации процесса. Организация производства поточным методом позволяет, прежде всего, сократить время на изготовление данной продукции.

Целесообразно проведение организационно-технических мероприятий, которые обеспечивают прямую экономию топливно-энергетических ресурсов на предприятии.

К организационно-техническим мероприятиям, направленным на уменьшение потребления ТЭР на предприятиях пищевой промышленности, которые являются одними из самых энергоемких производств с учетом их технических и технологических особенностей, относятся:

• корректировка научно-технической программы развития энергетики и энергосбережения на предприятиях промышленности;

• разработка типовых технических решений по достижению минимально необходимых удельных норм затрат тепла и топлива;

• разработка и внедрение технически и научно обоснованных норм потребления природного газа для энергетического оборудования;

• разработка и внедрение инструкций по нормированию удельных норм расхода ТЭР на промышленных производствах;

• комплексное выполнение проектных, монтажных, наладочных и ремонтных работ при внедрении энергетического, технологического оборудования и энергосберегающих мероприятий;

• разработка предпроектной и проектной документации по внедрению схемы когенерации для получения тепловой и электрической энергии;

• разработка технологий, оборудования для утилизации твердых органических отходов с целью получения биогаза, усовершенствование и развитие производства альтернативных видов топлива из растительного сырья, что позволит решить целый ряд задач стратегического направления;

• организации производства экологически чистого альтернативного источника энергии;

• разработка и внедрение комплекса мероприятий по использованию нетрадиционных, возобновляемых и вторичных энергетических ресурсов в структуре энергетического баланса предприятия;

• замена морально устаревшего и физически изношенного энергетического оборудования новым, современным

Важнейшими принципами формирования и развития инфраструктуры продовольственного рынка являются также минимизация издержек в системе товародвижения, обеспечение условий для повышения конкурентоспособности отечественного продовольствия, сокращение сроков доставки и реализации товара, ускорение товарооборота и сохранение качества продукции.

Раздел 2 Описание технологических процессов, используемых в настоящее время в пищевой отрасли промышленности

При производстве продуктов питания используются разнообразные технологические процессы. В настоящем разделе представлено краткое описание технологий обработки и типовых процессов, использующихся в производстве продуктов питания, включая их назначение и область применения [3].

2.1 Технологии и отдельные операции

Наиболее распространенные способы обработки и типовые технологические процессы производства продуктов питания приведены в таблице 2.1.

Таблица 2.1 – Способы обработки и технологические процессы применяемые в производстве продуктов питания

A. Прием сырья и подготовка	
A1	Перемещение сырья и хранение
A2	Сортировка/просеивание, классификация по качеству, лущение (обрушивание), удаление плодоножек/отделение гребней и резка
A3	Очистка /разделка
A4	Мойка
A5	Размораживание/дефростация
B. Измельчение, перемешивание, формование	
B1	Резание, нарезание, шинкование, измельчение, протирание и прессование
B2	Перемешивание/смешивание и гомогенизация
B3	Измельчение и дробление
B4	Формование и экструзия
C. Способы разделения	
C1	Экстракция/экстрагирование
C2	Деионизация
C3	Центрифугирование и осаждение
C4	Фильтрование
C5	Кристаллизация
C6	Удаления свободных жирных кислот путем нейтрализации (щелочная нейтрализация)
C7	Отбеливание/ адсорбционная очистка
C8	Дезодорация/ дистилляционная нейтрализация
C9	Дистилляция
C10	Гидратация
C11	Промывка
D. Технологические процессы производства пищевых продуктов	
D1	Растворение/замачивание
D2	Ферментация/брожение

Продолжение таблицы 2.1

D3	Соление/посол/вяление и маринование
D4	Копчение
D5	Гидрогенизация /переэтерификация и фракционирование
D6	Сульфитация
D7	Дефекация/сатурация
E. Тепловая обработка	
E1	Бланширование
E2	Варка и кипячение
E3	Обжаривание
E4	Жарение
E5	Пастеризация и стерилизация
E6	Влаготепловая обработка мятки
E7	Тостирование шрота
F. Концентрирование под воздействием тепла	
F1	Выпаривание/испарение (жидкость – жидкость)
F2	Сушка
G. Обработка путем удаления тепла	
G1	Охлаждение
G2	Замораживание
G3	Сублимационная сушка/ лиофилизации
G4	Вымораживание (винтеризация)
H. Заключительные технологические процессы	
H1	Фасование и упаковка
H2	Заполнение упаковки газами и хранение в газовой упаковке
U. Дополнительные процессы	
U1	Очистка и дезинфекция
U2	Производство и потребление энергии
U3	Водоснабжение
U4	Создание вакуума
U5	Холодоснабжение
U6	Генерация сжатого воздуха

Сырьем для производства продуктов питания являются продукты животного, растительного, микробиологического, минерального, искусственного или биотехнологического происхождения и питьевая вода, которые должны соответствовать требованиям, установленных в нормативных и технических документах. В зависимости от региональных особенностей сырьевых зон физико-химические характеристики сырья могут изменяться. Поэтому должна быть предусмотрена адаптация технологических процессов для приспособления к изменениям характеристик сырья.

В переработку сырья в продукт вовлечено использование множества технологических методов, операций и способов, взаимосвязанных между собой в технологической линии.

2.1.1 Прием и подготовка сырья (А)

2.1.1.1 Перемещение сырья и хранение (А1)

2.1.1.1.1 Назначение

К перемещению сырья и материалов относится получение, распаковывание, складирование и внутренняя транспортировка сырья, промежуточных продуктов и остальной продукции, включая отходы.

2.1.1.1.2 Области применения

Применяется во всех подготовительных работах производства продуктов питания.

2.1.1.1.3 Описание технологического процесса, способов. Применяемое оборудование

Твердое сырье (сыпучие материалы) транспортируют насыпью в упакованном и неупакованном виде.

В упакованном виде твердое сырье (сыпучие материалы) поставляют:

- в пакетах, уложенных на паллетах;
- в контейнерах;
- замороженным, упакованным в стандартизированные блоки с картонной упаковкой.

Твердое сырье транспортируется с помощью автопогрузчиков и размещается на складе. Твердый и порошкообразный сырьевой материал без упаковки разгружается для обработки или складируется навалом, в бункерах или силосах для последующего использования.

Твердое сырье можно транспортировать с помощью:

- водной системы (например, для овощей, корнеплодов и клубней);
- воздушной системы (для твердых частиц и порошка);
- ленточных конвейеров, элеваторов, шнековых конвейеров и насосов.

Жидкое сырье (материалы) транспортируют наливом в контейнерах-цистернах, автомобильных и железнодорожных цистернах, в резервуарах водных видов транспорта, после чего закачиваются в резервуары – хранилища. Внутренняя транспортировка жидкого сырья осуществляется с помощью перекачивания через системы трубопроводов, которые могут быть протяженными и сложными. Небольшие объемы жидкого сырья могут поставляться в небольших контейнерах или бочках. После этого оно транспортируется в складские помещения с помощью автопогрузчиков.

Газы, используемые при производстве и хранении пищевой продукции, транспортируют в цистернах для жидкого азота, а также в криогенных сосудах и в автомобильных газификационных установках. Также применяются газы, поставляемые в баллонах. Баллоны, наполненные газами, хранят в специальных складских

помещениях или на открытых площадках под навесом, защищающим их от атмосферных осадков и прямых солнечных лучей.

Их подача осуществляется через систему трубопроводов с использованием разницы давлений.

Примечание - сернистый газ используется в обработке сахара, водород – при гидрогенизации растительных масел, азот и углекислый газ – при производстве, хранении, упаковке и замораживании.

2.1.1.2 Сортировка/просеивание, классификация по качеству, лущение (обрушивание), удаление плодоножек/отделение гребней и резка (A2)

2.1.1.2.1 Назначение

Большая часть перерабатываемого сельскохозяйственного сырья содержит несъедобные или различные по физическим характеристикам компоненты. Такие технологии обработки, как сортировка или просеивание, классификация по качеству, лущение, обрушивание, удаление плодоножек или отделение стеблей, а также очистка, необходимы для получения нужной равномерности сырья для дальнейшей его обработки. Для обеспечения отсутствия металлических частиц в сырье при сортировке используется детектор металлов.

2.1.1.2.2 Области применения

Указанные технологии обработки используются на первом этапе переработки сыпучих материалов фруктов, овощей, зерна, семян орехов и другого продовольственного сырья. Кроме того, они применяются для обработки мяса.

2.1.1.2.3 Описание технологического процесса, способов. Применяемое оборудование

Сухая и влажная сортировка или просеивание представляют собой сепарацию сырьевых материалов и/или суспензий на категории по форме, размеру, массе, схожести, цвету и другим характеристикам.

Влажная сортировка – разделение сырья и пульпы на категории, исходя из формы, размера, веса, внешнего вида и цвета. Мокрая сортировка используется для разделения компонентов, например при переработке зеленого горошка.

Сухая сортировка сельскохозяйственного сырья разделяет твердые материалы на две или более части.

Сортировка по размеру особенно важна в производстве продуктов питания, поскольку она обусловливает стабильность технологических режимов. Для сортировки по размеру можно использовать разные виды сита и решета, с фиксированными или разными размерами отверстий. Сито может быть неподвижным, вращающимся или вибрирующим.

Сортировка по форме может осуществляться вручную или механическим способом, например, с помощью ременной или роликовой сортировочной машины

Сортировка по массе является очень точным способом и поэтому используется для более дорогих пищевых продуктов, например для тропических фруктов и некоторых овощей.

Сортировка мяса осуществляется в зависимости от соотношения мышечной, соединительной и (или) жировой тканей. Говядину сортируют на высший, первый, второй сорт, жирную, колбасную, односортную. Говядину жилованную делят на следующие сорта: высший сорт - чисто мышечная ткань; первый сорт – мышечная ткань с содержанием не более 6% соединительной ткани и жира; второй сорт – мышечная ткань с содержанием не более 20% соединительной ткани и жира; односортная – мышечная ткань с содержанием не более 12% соединительной ткани и жира Свинину сортируют на нежирную, полужирную, жирную, колбасную, односортную. Свинину жилованную подразделяют на нежирную, полужирную, жирную и односортную. Свинина нежирная – мышечная ткань с содержанием жира не более 10%; полужирная – 30–50% жира, жирная - более 50% жира, односортная – более 60% жира

Сортировка по цвету поврежденных товаров с измененным цветом может применяться в большой степени с помощью сортировальных машин с контролем цвета посредством микропроцессоров.

Сортировка позволяет также отделить механические примеси, такие как листья и камни, визуально или сырье несоответствующее требованиям, например, незрелые и гнилые плоды, и предназначена для обеспечения переработки сельскохозяйственного сырья требуемых характеристик.

Классификация по физико-химическим характеристикам представляет собой оценку показателей пищевых продуктов для получения информации о них. Этот метод осуществляется обученными операторами. Например, мясо обследуется инспекторами по санитарно-гигиеническим, токсикологическим, физико-химическим показателям согласно технической и технологической документации. Мясо классифицируют по виду убойных животных, по полу, возрасту, по термическому состоянию, упитанности и сортам.

При переработке семян масличных культур производят сортировку семян по массовой доле влаги и кислотному числу [33, 59].

Лущение представляет собой удаление шелухи с овощей, орехов.

Легкость лущения овощей зависит от толщины покрытия плодов и может достигаться посредством влажных и сухих способов. Влажный способ включает в себя вымачивание овощей в воде в течение нескольких часов, дренаж, сушку, измельчение, и затем – обдувку их воздухом для удаления покрытия плодов. При сухом способе оболочка снимается при перемещении овощей через ролики с наждачным покрытием, для очистки поверхности. Этот метод применяется для овощей с плотным покрытием плодов.

Обрушивание используется в процессах дробления соевых бобов. Обрушивание соевых бобов предшествует этап нагревания, который облегчает процесс удаления оболочки.

Обрушивание семян подсолнечника осуществляют в два этапа: сначала разрушают покровные оболочки семян (операция обрушивание), затем разделяют полученную смесь на ядро и лузгу. Плодовую оболочку подсолнечных семян

разрушают на рушильной машине. Промышленные способы разделения рушанки на лузгу и ядро основаны на различии размеров и аэродинамических свойств этих двух компонентов рушанки, что предполагает применение аспирационных веек.

Удаление плодоножек или отделение стеблей используется в основном при подготовке плодов и ягод.

Очистка используется для удаления либо несъедобных частей, либо частей с дефектами, или для обрезания сырьевого материала до размера, подходящего для дальнейшей обработки. Очистка может выполняться вручную или с помощью вращающихся ножей.

Мясо подвергается зачистке полутуш, четвертин от возможных поверхностных загрязнений, жиловке – отделению от бескостного мяса части жировой и соединительной тканей, крупных кровеносных и лимфатических сосудов, хрящей, кровяных сгустков и загрязнений.

2.1.1.3 Очистка/разделка (А3)

2.1.1.3.1 Назначение

Целью очистки является удаление кожицы (цедры) с сырых фруктов и овощей. Это улучшает внешний вид и вкус конечного продукта. Во время очистки от кожуры необходимо минимизировать потери с помощью удаления как можно меньшего расположенного под кожурой продукта, оставляя при этом чистую поверхность.

2.1.1.3.2 Области применения

Очистка от кожуры используется на крупных предприятиях по переработке фруктов, овощей, корнеплодов, клубней и картофеля.

2.1.1.3.3 Описание технологического процесса, способов. Применяемое оборудование

К методам очистки от кожуры относится: паровое и абразивное очищение, очищение с помощью ножей, каустическое очищение и очистка от кожуры обжигом.

2.1.1.4 Мойка (А4)

2.1.1.4.1 Назначение

Целью этого процесса является удаление с поверхности перерабатываемого растительного сырья нежелательных компонентов, например, прилипшего грунта, механических примесей, микроорганизмов и ядохимикатов, облегчение очистки, снижение микробиальной обсемененности

2.1.1.4.2 Области применения

Промывание широко используется в качестве первого технологического этапа для подготовки корнеплодов, картофеля, фруктов и овощей.

2.1.1.4.3 Описание технологического процесса, способов. Применяемое оборудование

Существует множество типов машин и систем, адаптированных для мойки перерабатываемого сырья. Мойка может выполняться либо с помощью сильного обрызгивания водой, либо с помощью погружения с использованием щеток, либо с помощью взбалтывания и смешивания. Иногда добавляются очищающие вещества. Использование для мойки теплой воды может ускорить химическое и микробиологическое повреждение, если не осуществляется тщательный контроль времени и процесса мойки.

Последующее разделение механических загрязнений и перерабатываемого сырья осуществляют с помощью отстаивания в гравитационном или центробежном поле. Наполовину обработанные овощи могут также подаваться на мойку в сильном рассоле, в этом случае излишек соли удаляют с помощью их промывки в проточной воде.

2.1.1.5 Размораживание (А5)

2.1.1.5.1 Назначение

При получении сырья, например мяса в замороженном виде, перед его дальнейшей обработкой необходимо выполнить размораживание.

В товароведческой и технологической практике под размораживанием понимают отепление мяса до температуры +1...+4°С в глубине наиболее толстой его части. Процесс размораживания по своей природе обратен процессу замораживания. При размораживании происходит восстановление свойств мяса, которыми оно обладало до замораживания. Однако в связи с тем, что при замораживании и хранении мясо подвергается необратимым изменениям, полное восстановление его первоначальных свойств невозможно. Способы и режимы размораживания мяса должны обеспечить, возможно, большую обратимость процесса.

2.1.1.5.2 Области применения

Поскольку замораживание мяса очень распространено, размораживание широко используется в производстве мясных и мясосодержащих продуктов питания.

2.1.1.5.3 Описание технологического процесса, способов. Применяемое оборудование

Для мяса при размораживании наиболее достоверным показателем обратимости свойств является величина потерь сока. Мясо, размороженное любым способом, имеет ярко-красный цвет и не обладает упругостью. Вследствие высыхания поверхностных слоев при замораживании они становятся гигроскопичными. Сопротивление резанию

меньше, чем у охлажденного мяса. Такое мясо по органолептическим показателям уступает замороженному и охлажденному мясу и не направляется на хранение.

Образующаяся при таянии кристаллов льда вода частично поглощается тканями мяса, связываясь с активными группами белковых молекул. Способность белковых веществ и коллоидных систем адсорбировать влагу определяется их биологической активностью и зависит от скорости размораживания. Образование мясного сока обусловлено отделением воды от белковых веществ в результате денатурационных изменений, увеличения концентрации солей в растворах внутри и вне клетки, механических повреждений

Мясо в тушах, в полутушах и четвертинах размораживают на подвесных путях в специальных камерах, предназначенных для размораживания, а в отдельных случаях - и последующего краткосрочного хранения.

Камеры размораживания рекомендуются размещать вне контура холодильника, в непосредственной близости к помещениям разделки, обвалки и жиловки мяса.

Массу мяса, продолжительность процесса и температурно-влажностный режим камер размораживания записывают в специальный журнал.

Перед загрузкой замороженного мяса в камерах размораживания создают необходимый температурно-влажностный режим.

Туши, полутуши и четвертины замороженного мяса взвешивают, сортируют по категориям упитанности и транспортируют по подвесным путям в камеры размораживания. На каждом подвесном пути камеры размораживания размещают туши, полутуши и четвертины мяса примерно одинаковой кондиции с зазорами 30-50 мм.

Размораживание мяса осуществляют при температуре воздуха 20±2°С, относительной влажности воздуха не менее 90 %, скорости движения воздуха у бедер полутуши от 0,2 до 1,0 м/с.

Размораживание мяса считается законченным, когда температура в толще мышц бедра и лопатки у костей достигнет 1 °С.

Продолжительность размораживания при скорости движения воздуха от 0,2 до 0,5 м/с составляет для:

- полутуш говядины массой до 110 кг – не более 30 ч;
- свиных полутуш массой до 45 кг – не более 24 ч;
- бараньих туш массой до 30 кг – не более 15 ч. Продолжительность размораживания мяса при скорости движения воздуха свыше 0,5 до 1,0 м/с составляет для:
- полутуш говядины массой до 110 кг – не более 24 ч;
- свиных полутуш массой до 45 кг – не более 18ч;
- бараньих туш массой до 30 кг – не более 10 ч.

Известно несколько способов размораживания: в воздухе, в воде, в солевых растворах, во льду.

1. ***Размораживание в воздушной среде***. Мясо размещается в камерах так, чтобы не было перегрева поверхностных слоев. Применяется метод воздушного душирования при температуре 20 °С, скорости движения воздуха 1-2 м/с, влажности 85-90 %. Продолжительность размораживания 10-12 ч. Мясо имеет сухую поверхность без повреждений, ярко-красный цвет, отличается упругой консистенцией,

2. Размораживание мяса в паровоздушной среде. При 20–25 °С, позволяет сократить продолжительность процесса для говяжьих полутуш до 10-15 ч. Хотя масса

полутуш в период размораживания увеличивается на 3-4%, при разделке в колбасном производстве теряется до 5–8% мясного сока. Поверхность мяса влажная, что приводит к развитию микроорганизмов, серого цвета. Консистенция дряблая, качество мяса ниже.

3.*Размораживание в жидкой среде.* Происходит в несколько раз быстрее, чем в воздухе. При этом происходит некоторое увеличение массы мяса за счет поглощения влаги поверхностным слоем. Однако при этом теряется часть белковых и экстрактивных веществ, происходит обесцвечивание мяса, ослабление аромата и увлажнение поверхности. При размораживании в рассоле происходит и просаливание поверхностных слоев мяса. Этот способ применим для размораживания мяса, подвергаемого посолу; в этом случае посол совмещается с размораживанием. Свиные отрубы при температуре рассола 6 °С размораживаются в течение 10 ч. Потери мясного сока достигают 0,9%.

4. *Размораживание мяса в вакууме и при помощи СВЧ-нагрева*. Перспективным способом является размораживание продукта в среде насыщенного пара при пониженном давлении. Размораживание в условиях вакуума существенно сокращает продолжительность процесса и обеспечивает хорошие санитарно гигиенические условия. При размораживании мясных блоков и отрубов целесообразно проводить нагрев при остаточном давлении 1,94–2,20 кПа и температуре 17– 19°С.

Основным оборудованием являются дефростеры.

2.1.2 Измельчение, перемешивание, формование (В)

2.1.2.1 Резание, нарезание, шинкование, измельчение, протирание и прессование (В1)

2.1.2.1.1 Назначение

Целью резания, нарезания ломтиками, шинкования, измельчения, протирания и прессования является измельчение материала либо для дальнейшей обработки, либо для повышения качества пищи или пригодности к непосредственному потреблению.

2.1.2.1.2 Области применения

Перечисленные технологические процессы применяют в обработке мяса, овощей, фруктов, картофеля, сахарной свеклы, при переработке семян масличных культур.

2.1.2.1.3 Описание технологических процессов, способов. Применяемое оборудование

Имеется большое разнообразие оборудования, используемого для реализации этих процессов. Его выбор обусловлен видом процесса и перерабатываемого сельскохозяйственного сырья.

Резание применяется для измельчения перерабатываемого сырья большого размера до среднего. Для резания обычно используются ножи, лезвия, секачи или

пилы. Процесс разделки (резания) мясных туш и полутуш предусматривает расчленение их на более мелкие части (отрубы) по анатомическому признаку, чтобы облегчить последующее отделение мяса от костей.

В настоящее время в отрасли разработано около 30 схем разделки говяжьих и свиных полутуш.

В зависимости от ассортимента вырабатываемой продукции их условно можно разделить на схемы разделки говядины и свинины для производства колбасных изделий, свинины – для производства копченостей, говядины и свинины – для изготовления натуральных крупнокусковых полуфабрикатов, фасованного мяса (говядины, свинины); схемы комбинированной разделки – для промышленной переработки и реализации мяса в торговую сеть; схемы промышленной разделки говядины и свинины с выделением мяса высшего сорта – для натуральных полуфабрикатов, копченостей и традиционных колбасных изделий.

Полученные при разделке части подвергаются обвалке и жиловке.

При производстве колбасных изделий, продуктов из свинины и говядины (ветчинные изделия и др.) обваленное и жилованное мясо проходит дальнейшие процедуры переработки: посол, измельчение в мясорубке (волчке), эмульгирование. Оборудование для разделки, используемое для обработки мяса включает в себя механизированные секачи, циркулярные или прямые пилы для разделения туш, а также ленточные пилы для дальнейшего измельчения туш. Для отделения кожи и жира от свинины используются специальные машины для срезания шкурок. При резании картофеля для производства картофельных чипсов часто применяются гидравлические резаки, в которых картофель с помощью воды с высокой скоростью подается через неподвижные лезвия.

С помощью нарезания ломтиками подготавливаются части перерабатываемого сырья равной толщины. Оборудование для нарезания ломтиками включает в себя вращающиеся или возвратно-поступательные лезвия, которые разрезают продукт, когда он проходит под ними. Материал прижимается к лезвиям за счет центробежной силы. Для нарезания мясных продуктов, материал крепится к тележке, которая проходит сквозь лезвия. Твердые фрукты, такие как яблоки, одновременно нарезаются и освобождаются от сердцевины, когда они проталкиваются над неподвижными ножами внутри трубы. В сахарной промышленности сахарная свекла разрезается на стружку.

Разновидностью нарезания ломтиками является нарезание кубиками, которое используется для мяса, фруктов и овощей. При нарезании кубиками продукт сначала разрезается, затем нарезается на полоски с помощью вращающихся ножей. Полоски подаются ко второму набору вращающихся ножей, работающих под прямыми углами к первому набору, и полоски разрезаются на кубики.

Шинкование разделяет сырьевые материалы на мелкие части. Шинкование в грубую массу используется для фруктов и овощей. При шинковании материал помещается в медленно вращающуюся чашу и подвергается воздействию набора ножей, вращающихся с большой скоростью. Степень размера измельчения может быть различной в зависимости от скорости ножей и времени нарезания.

Измельчение в мясорубке используется, главным образом, для измельчения и гомогенизации мяса. При производстве колбас и аналогичных продуктов степень

размера измельчений может быть различной в зависимости от скорости ножей и времени нарезания и в особых случаях материал при необходимости может измельчаться в эмульсию. Оборудование, используемое для этих целей, включает: волчки (мясорубки), куттера, фаршемешалки, эмульситаторы (гомогенизаторы).

Протирание используется для измельчения и гомогенизации фруктов и овощей. Подвижная шероховатая поверхность разламывает фрукты или овощи и продавливает материал через зазор, в результате образуется однородная масса. Наиболее распространенными протирочными машинами являются барабанные и дисковые протирочные машины.

Прессование используется при получении растительных масла из семян масличных культур. Прессование масличной мезги (мятки) обработка давлением, сопровождающаяся уплотнением частиц и отжимом масла. В результате прессования извлекается 60-85% масла, т. е. осуществляется предварительное извлечение масла — форпрессование. Для прессования применяют прессы различных конструкций. В зависимости от давления на прессуемый материал и масличности выходящего жмыха шнековые прессы делят на прессы предварительного съема масла — форпрессы и прессы окончательного съема масла — экспеллеры.

Шнековый пресс представляет собой ступенчатый цилиндр, внутри которого находится шнековый вал. Стенки цилиндра состоят из стальных пластин, между которыми имеются узкие щели для выхода отжатого материала. В результате форпрессования мезги получают форпрессовое масло (называемое часто прессовое) и форпрессовый жмых. Содержание масла в жмыхе составляет 14-26%. Его направляют на дополнительное извлечение масла: на окончательное прессование, для получения лепестка или непосредственно на ’ [33, 58, 59]..

Процесс измельчения используется также для обогащения (увеличения содержания протеина) шрота подсолнечного. Обогащенный шрот служит альтернативой шроту соевому и служит для непосредственного введения в рацион кормления животных.

Блок-схема обогащения приведена на рисунке 2.1 ниже.

Принцип обогащения заключается в последовательном измельчении шрота с содержанием протеина 39% с последующей его сепарацией в несколько этапов. На выходе получают два продукта: низкопротеиновая фракция и обогащённый шрот с содержанием протеина 44%.

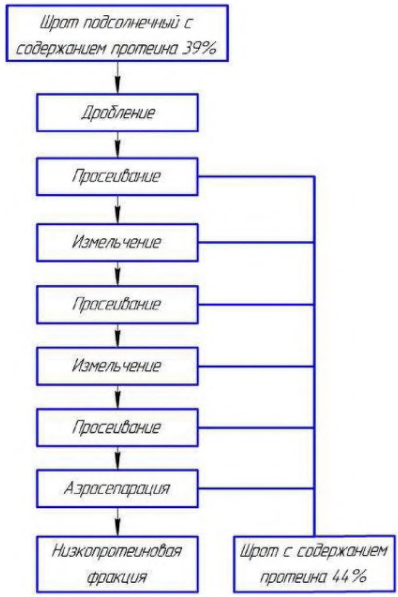

Рисунок 2.1 – Блок-схема процесса обогащения шрота подсолнечного

2.1.2.2 Перемешивание/смешивание и гомогенизация (B2)

2.1.2.2.1 Назначение

Целью данной группы процессов является получение однородной смеси двух или более компонентов или получение одинакового гранулометрического состава частиц в пищевом материале. Эти процессы могут повышать характеристики и качество пищи.

2.1.2.2.2 Области применения

Данные процессы широко применяются почти во всех технологиях производства продуктов питания.

2.1.2.2.3 Описание технологического процесса, способов. Применяемое оборудование

Смешивание или купажирование представляет собой соединение различных материалов. Пространственное распределение отдельных компонентов сокращается для получения определенной степени однородности. В производстве продуктов питания используются различные процедуры смешивания.

Смешивание твердого вещества с жидкостью выполняется, например, при производстве консервов.

Смешивание жидкости с жидкостью выполняется для производства таких эмульсий как маргарин и смесей растворов. Применяются различные типы эмульсаторов, лопаточных машин и смесителей.

Эмульгирование – это процесс образования эмульсии, которая представляет собой однородную систему двух несмешивающихся жидкостей, одна из которых распределена в другой в виде мельчайших капель.

Гомогенизацию применяют для достижения частиц наиболее одинакового размера или более однородной смеси материалов. Этот способ применяется для производства пюреообразных продуктов питания.

2.1.2.3 Измельчение и дробление (В3)

2.1.2.3.1 Назначение

Измельчение – это процесс увеличения поверхности твердых материалов путем их раздавливания, раскалывания, истирания и удара. Метод измельчения выбирают в зависимости от крупности и физико-механических свойств измельчаемых материалов. На практике часто применяют комбинированные методы измельчения. Процессы измельчения разделяются на дробление (крупное, среднее и мелкое), измельчение (тонкое и очень тонкое) и резание.

2.1.2.3.2 Области применения

Измельчение применяется для обработки сухого твердого материала, например, в производстве сахара и др. продукции.

2.1.2.3.3 Описание технологического процесса, способов. Применяемое оборудование

Все технологии и оборудование измельчения используются для различных типов пищевых продуктов. Измельчение может выполняться сухим или влажным способом. С помощью влажного измельчения можно добиться более мелких частиц. Сухая технология часто комбинируется с просеиванием или воздушным делением, в результате чего частицы разделяются по размеру. Для извлечения пыли из отходящего воздуха используется газоочистное оборудование, например, циклонные уловители. После чего извлекаемый материал перерабатывается.

В производстве продуктов питания применяются молотковые, шаровые, вальцовые и дисковые мельницы.

Молотковая мельница состоит из горизонтальной и вертикальной цилиндрической камеры, расположенный по линии со стальным диском дробилки, и включает в себя высокоскоростной ротор, оснащенный молотками по всей его длине. Материал дробится на части силой ударов, когда молотки подталкивают его к диску дробилки.

Шаровая мельница состоит из медленно вращающегося стального цилиндра, заполненного наполовину стальными шарами диаметром от 2,5 до 15 см. Конечный размер частиц зависит от скорости вращения и от размера шаров.

Вальцовая мельница состоит из двух или более стальных вальцов, которые вращаются навстречу друг другу и протягивают частицы пищевого материала через промежуток между вальцами (прижим). Размер прижима регулируется в зависимости от пищевых материалов.

Дисковая мельница состоит либо из одного вращающегося диска в неподвижном корпусе, либо из двух дисков, вращающихся в противоположных направлениях. Пищевой материал проходит через регулируемый зазор между диском и корпусом или между дисками. Дисковые мельницы оснащены перекрещивающимися штифтами, закрепленными на дисках и корпусе, что повышает эффективность помола.

2.1.2.4 Формование и экструзия (В4)

2.1.2.4.1 Назначение

Экструзия представляют собой процессы, используемые для получения определенной формы твердых и пластичных материалов.

2.1.2.4.2 Области применения

Экструзию применяют в производстве мясных продуктов.

2.1.2.4.3 Описание технологического процесса, способов. Применяемое оборудование

Преимущества экструзии состоят в совмещении в одном экструдере нескольких процессов: диспергирования, перемешивания, гомогенизации, термической обработки (охлаждения), формования и сушки пищевых материалов. Экструдер заменяет ряд периодических процессов и оборудования, а сам процесс экструзии позволяет направленно изменять свойства и структуру перерабатываемого материала, обеспечивает непрерывность процесса, возможность непрерывной подачи в перерабатываемый материал ароматизаторов, красителей, пластификаторов и вкусовых добавок. Готовый продукт, выработанный таким образом, или полуфабрикат, называют экструдатом. Форма экструдата определяется формой отверстий в матрице, которую устанавливают на выходе материала из экструдера. Экструзия бывает холодной, тепловой и варочной. При холодной экструзии происходит только механическое формование пластического сырья в результате продавливания его через матрицу. Этот вид экструзии применяют при выработке мясного фарша и других продуктов. Тепловую экструзию используют для частичной клейстеризации крахмалосодержащих материалов влажностью 20...40% с последующей обжаркой или выпечкой. При варочной экструзии во время нагревания в перерабатываемом материале происходят необратимые биофизические изменения, прежде всего белков,

крахмала и сахара. Экструдат затем сушат или обжаривают и покрывают вкусовыми добавками. Способом варочной экструзии получают сухие завтраки, мясопродукты

2.1.3 Способы разделения (С)

2.1.3.1 Экстракция/экстрагирование (С1)

2.1.3.1.1 Назначение

В производстве продуктов питания применяют процессы экстракции и экстрагирования.

Экстракция – это процесс извлечения целевого растворенного вещества или веществ из жидкости с помощью специальной другой жидкости, которая не растворяется или почти не растворяется в первой, но растворяет экстрагируемые компоненты.

Экстрагирование отличается от экстракции тем, что процесс извлечения целевого вещества происходит из твердой фазы жидкостью (экстрагентом).

Основным при производстве продуктов питания, рассматриваемых в данном справочнике НДТ, является процесс экстрагирования в системе твердое тело-жидкость. Его назначением является извлечение из твердого тела одного или нескольких веществ с помощью растворителя, обладающего избирательной способностью. В пищевой промышленности экстрагирование применяют при переработке капиллярно-пористых тел растительного или животного происхождения

2.1.3.1.2 Области применения

Процессы экстракции и экстрагирования широко применяются в отраслях пищевой промышленности. Например, для экстрагирования сахара из сахарной свеклы или сахарного тростника, для экстрагирования масла из семян масличных культур, маслосодержащих частей растительных культур и их жмыхов **и** других компонентов, таких как протеины, пектины, витамины, пигменты, эфирных масел, ароматических соединений и вкусовых веществ из множества различных материалов.

2.1.3.1.3 Описание технологического процесса, способов. Применяемое оборудование

Эффективность процессов экстракции и экстрагирования зависит от выбранного растворителя. К наиболее распространенным растворителям относится вода, органические растворители, такие как ацетон, гексан, пентан, метиленхлорид, этилацетат, спирт и другие.

Для обеспечения эффективности экстрагирования целевых компонентов сырьевые материалы обычно проходят предварительную обработку, например, измельчение.

В пищевой промышленности экстракцию и экстрагирование проводят периодическим и непрерывным способами соответственно в перколяторах и

диффузионных аппаратах различной конструкции в прямотоке и противотоке, одноступенчатых и многоступенчатых.

В аппаратах с псевдоожиженным слоем процессы экстрагирования протекают наиболее эффективно. Эти аппараты представляют собой колонну, в нижней части которой расположена распределительная решетка. На эту решетку загружается измельченный твердый материал, а растворитель подается под решетку. Скорость подачи растворителя выбирают такой, чтобы создать перепад давления в слое твердого материала, достаточный для его псевдоожижения. Такие аппараты могут работать в полунепрерывном и непрерывном режимах.

2.1.3.2.Деионизация (С2)

2.1.3.2.1 Назначение

Деионизация – существенное или полное удаление ионных групп, в частности, путем использования ионообменных смол. Процесс направлен на уменьшение содержания ионов в воде.

2.1.3.2.2 Области применения

Деионизация или ионный обмен используется в отраслях пищевой промышленности для очищения питательной воды для бойлеров для выработки электроэнергии и пара и для получения деионизированной технологической воды. Деионизация применяется также для устранения второстепенных ионизированных органических веществ.

2.1.3.2.3 Описание технологического процесса, способов. Применяемое оборудование

Деионизация осуществляется с помощью пропускания продукта через колонну, содержащую смоляные шарики для обмена ионами. Шарики содержат большое количество активных узлов, способных удерживать множество различных металлов, неметаллических неорганических молекул и ионизированных органических компонентов. Колонны действуют периодически и должны восстанавливаться, когда шарики полностью расходуются или насыщаются. Обычно это выполняется с помощью обработки колонн и шариков различными химикатами, которые удаляют загрязнения и восстанавливают активные узлы.

Применяют также обратноосмотические мембраны.

2.1.3.3 Центрифугирование и осаждение (С3)

2.1.3.3.1 Назначение

Одними из основных методов разделения неоднородных систем в пищевой промышленности являются осаждение и центрифугирование.

Осаждение – процесс разделения жидких и газовых неоднородных систем под действием гравитационных сил, сил инерции (центробежной силы) или сил электрического поля. Соответственно различают гравитационное отстаивание, циклонное и отстойное центрифугирование, электроочистку.

Промышленные центрифуги (сепараторы) разделяются на два основных вида [3]:

- горизонтальные шнековые осадительные центрифуги непрерывного действия (декантеры, трикантеры);
- сепараторы (тарельчатые, сопловые и т.д. с ручной разгрузкой либо саморазгружающиеся).

В осадительных шнековых центрифугах (декантерах) происходит непрерывная механизированная выгрузка осадка из ротора без технологических пауз на чистку и разгрузку внутренних полостей машины от продуктов фазного разделения.

Непременным условием разделения сред является разница удельных масс их фаз.

При этом скорость «погружения» отделяемых частиц должна быть выше скорости их плавучести. Основы этого процесса описаны Законом Стокса:

2.1.3.3.2 Области применения

Эти процессы используются в технологии обработки/ получения различных пищевых продуктов, в том числе масла и жира, в производстве сахара, а также для очистки сточных вод.

Шнековая центрифуга (декантер, трикантер) предназначена для механического центробежного разделения (сепарации) смеси жидкость/механические примеси (двухфазные) или жидкость/жидкость/механические примеси (трёхфазные). Разделение происходит из-за разности плотностей веществ [3].

Шнековая центрифуга используется как для обезвоживания механических примесей, так и для сгущения (повышения концентрации) и, в отличие от сепараторов (вертикальных центрифуг), позволяет обрабатывать жидкости с высокой концентрацией механических примесей [3].

2.1.3.3.3 Описание технологического процесса, способов. Применяемое оборудование

Отстаивание – это частный случай разделения неоднородных жидких или газообразных систем в результате выделения твердых или жидких частиц под действием гравитационной силы. Применяют отстаивание при грубом разделении суспензий, эмульсий и пылей. Этот способ разделения характеризуется низкой скоростью процесса. Отстаиванием не удается полностью разделить неоднородную смесь на дисперсную и дисперсионную фазы. Однако, простое аппаратурное оформление процесса и низкие энергетические затраты, определили широкое применение этого метода разделения в пищевой и смежных отраслях промышленности. Отстаивание проводят в аппаратах различных конструкций, называемых отстойниками.

Различают отстойники периодического, непрерывного и полунепрерывного действия. Непрерывно действующие отстойники могут быть одно–, двух– и многоярусными.

С целью интенсификации разделения пылей, суспензий и эмульсий процесс осаждения проводят под действием центробежной силы. Для создания поля центробежных сил используют два технических приема: поток жидкости или газа вращается в неподвижном аппарате; поток поступает во вращающийся аппарат и вращается вместе с ним. В первом случае процесс называется циклонным, а аппарат – циклоном, во втором – отстойным центрифугированием, а аппарат – отстойной центрифугой или сепаратором.

Основная часть центрифуги – барабан со сплошными или перфорированными стенками, вращающийся в основном в неподвижном кожухе. Внутренняя поверхность ротора с перфорированными стенками часто покрывается фильтровальной тканью или тонкой металлической сеткой. Под действием центробежных сил суспензия разделяется на осадок и жидкую фазу – фугат.

При производстве продуктов питания, как правило, используют центрифуги фильтрующие и отстойные. В фильтрующих центрифугах разделяют суспензии. Стенки фильтрующих центрифуг имеют отверстия, а на их внутренней стороне укладывается фильтровальная перегородка. Эта перегородка пропускает фильтрат, который движется под действием центробежной силы, задерживая осадок.

Отстойные центрифуги имеют сплошные стенки, и разделение суспензий и эмульсий происходит по принципу отстаивания, под действием центробежной силы. Фаза с большей плотностью располагается ближе к стенкам ротора, а фаза меньшей плотности (фугат) располагается ближе к оси.

В зависимости от режима работы центрифуги бывают периодического, полунепрерывного и непрерывного действия. Выгрузка осадка может производиться вручную или автоматически. По расположению вала различают горизонтальные и вертикальные центрифуги.

Используются центрифуги периодического действия: подвесные, фильтрующие, осадительные, трубчатые, вибрационные и др.

Разделение эмульсий проводится в сепараторах (однокамерных, тарельчатых и др.) периодического или непрерывного действия. Наиболее распространено разделение в тарельчатых сепараторах с коническими тарелками. Малое расстояние между тарелками приводит к образованию ламинарного течения между этими тарелками. Поэтому эффект вторичного смешивания потоков существенно уменьшается и удается получить достаточно хорошее разделение компонентов эмульсии (рисунок 2.2).

Применение центробежной силы для процессов разделения суспензий и эмульсий значительно интенсифицирует процесс. Однако не удается полностью провести разделение, в связи с этим в некоторых случаях необходимо проводить дополнительную обработку (отжим, сушку пасты, обезвоживание и др.).

Шнековые центрифуги наиболее эффективны в диапазоне 7 – .22% (объемных) «твердого» в исходном продукте. При снижении «твердого» ниже 5% (объемных) эффективность работы машин резко снижается вплоть до практически полной невозможности извлечения механических примесей из потока (рисунок 2.3).

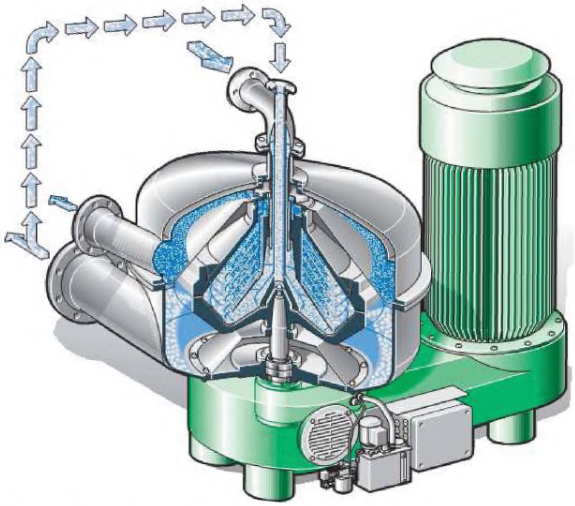

Рисунок 2.2 – Система выгрузки суспензии из сепаратора

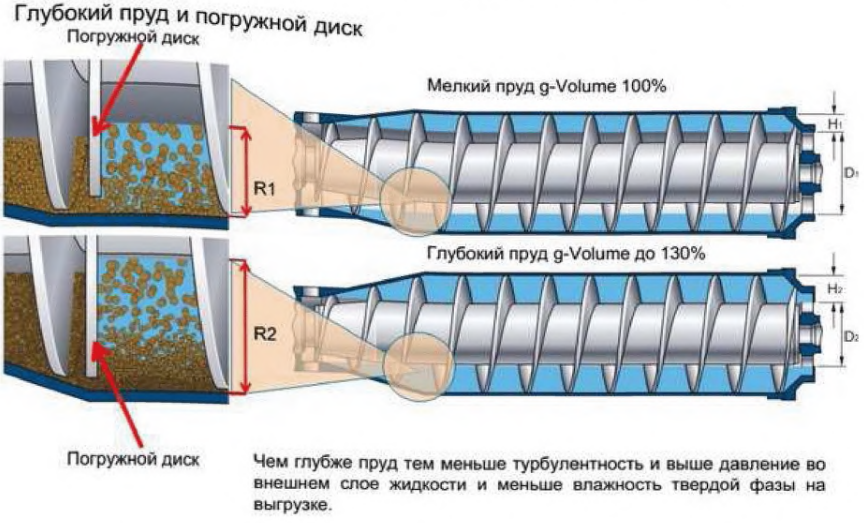

Рисунок 2.3 – Система выгрузки суспензии из декантера

При трехфазном разделении доступно одновременное отделение одной твердой фазы от двух жидких фаз. Превосходным решением для данной задачи является трикантер. Благодаря различным показателям твердого вещества и плотности жидкостей, возможно при помощи трикантера производить одновременное обрабатывание трех фаз (рисунок 2.4).

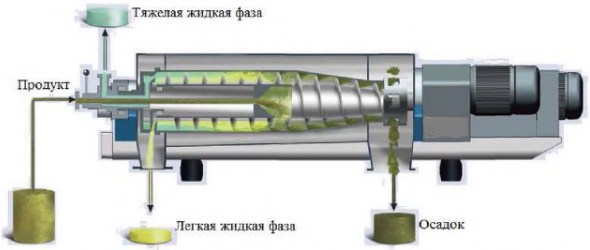

Рисунок 2.4 – Устройство шнековой центрифуги-трикантера

В таблице 2.2 приведены основные технические характеристики применяемых для разделения твердых и жидких фаз установок.

Таблица 2.2 – Установки для разделения твердых и жидких фаз

Наименование процесса	Твердое тело-жидкость				Жидк.-жидк. 2-х фаз	Жидк.-жидк. 3-х фаз	Экстракция	
	Осветление. жидкостей	Концентрирование твердых веществ	Сгущение и обезвоживание	Обезв. гранул тв. в-в	Раздел. смесей жидкостей	Раздел. тв. т.-жидкость	Из жидкости.	Из тверд. в-в
Декантер	+	+	+	+				+
Седикантер	+	+	+					+
Трикантер	+	+				+		+
Сепаратор	+	+			+	+	+	
Ленточный пресс	+	+	+	+				+

2.1.3.4 Фильтрование (С4)

2.1.3.4.1 Назначение

Фильтрование – процесс разделения жидких и газовых неоднородных систем с использованием пористой перегородки, способной пропускать жидкость и газ, но задерживающей взвешенные частицы. Фильтрование осуществляется под действием сил давления или центробежных сил. Соответственно различают просто фильтрование и центробежное фильтрование. Фильтрование более эффективно для разделения суспензий, эмульсий и пылей, чем осаждение.

2.1.3.4.2 Области применения

В производстве продуктов питания фильтрование используется для удаления незначительного количества твердых включений, например, в масложировой, консервной и других отраслях, а также для отделения жидкости от большого объема твердого материала с целью получения фильтрата или осадка, или того и другого.

2.1.3.4.3 Описание технологического процесса, способов. Применяемое оборудование

Фильтрование осуществляется под действием разности давлений перед фильтрующей перегородкой и после нее или в поле центробежных сил.

При разделении неоднородных систем фильтрованием существует необходимость выбора фильтра или фильтрующей центрифуги, фильтровальной перегородки, режима фильтрования [3].

В качестве фильтрующих материалов применяют зернистые материалы - различные ткани, сетки, пористые полимерные материалы, керамику и т. д.

При разделении суспензий в зависимости от вида фильтровальной перегородки и свойств самой суспензии фильтрование может происходить с образованием осадка на поверхности перегородки, с закупориванием пор фильтрующей перегородки и с тем и другим явлениями одновременно (промежуточный вид фильтрования).

Фильтрование с образованием осадка на поверхности возможен, когда диаметр твердых частиц больше диаметра пор перегородки. Этот способ осуществим при концентрации твердой фазы суспензии более 1 мас. %.

Фильтрование с закупориванием пор происходит, когда твердые частицы проникают в поры фильтровальной перегородки. Закупоривание пор твердыми частицами наблюдается уже в начальный период процесса фильтрования, что снижает производительность фильтра.

Промежуточный вид фильтрования возможен в случае одновременного закупоривания пор фильтровальной перегородки и с образованием осадка на поверхности фильтровальной перегородки.

Для повышения скорости фильтрования при разделении суспензий вводят фильтровальные вспомогательные вещества (фильтрующие материалы), препятствующие закупориванию пор фильтровальной перегородки. Слой вспомогательного вещества наносят на фильтровальную перегородку перед фильтрованием суспензии. В качестве вспомогательных веществ используют активированный уголь, перлит, кизельгур и др. материалы.

Движущая сила процесса фильтрования — разность давлений по обе стороны фильтровальной перегородки либо центробежная сила. Разность давлений можно получить разными способами: созданием избыточного давления над фильтровальной перегородкой либо подсоединением пространства под фильтровальной перегородкой к вакуумной линии. В этих случаях фильтрование происходит при постоянном перепаде давлений и скорость процесса прямо пропорциональна разности давлений и обратно пропорциональна сопротивлению осадка.

Процесс фильтрования можно разделить на три периода: образование осадка, его уплотнение и отжим.

По принципу действия фильтровальное оборудование делится на оборудование, работающее при постоянном перепаде давления либо при постоянной скорости фильтрования; по способу создания перепада давления на фильтровальной перегородке — на работающее под вакуумом либо под избыточным давлением; в зависимости от организации процесса — на оборудование непрерывного и периодического действия.

Избыточное давление может создаваться силами давления или центробежной силой. В зависимости от способа создания перепада давления фильтровальное оборудование может быть разделено на фильтры и центрифуги.

В фильтрах периодического действия осадок удаляется после прекращения процесса фильтрования, в фильтрах непрерывного действия — по мере необходимости без остановки процесса.

Эта процедура может осуществляться либо с помощью фильтрации под давлением, то есть повышенное давления со стороны сырья, либо с помощью вакуумной фильтрации, то есть пониженное давление со стороны фильтрата.

Фильтрация может осуществляться на различных видах фильтров: фильтр – пресс, барабанный вращающийся фильтр, листовой (пластинчатый) фильтр.

Фильтр – пресс состоит из пластин и рамок, расположенных попеременно и на направляющих. Полая рамка отделяется от пластины фильтровальной тканью. Суспензия нагнетается через проход в каждой рамке, и фильтрат проходит через ткань и собирается в канавках, находящихся на поверхностях пластин и выводится из аппарата через выпускной канал, расположенный в основании каждой пластины. Фильтр работает под давлением от 250 до 800 кПа. Фильтр – пресс работает периодически; оптимальное время цикла зависит от сопротивления, оказываемого осадком на фильтре, от времени, затрачиваемого на разборку и сборку пресса. Иногда для ускорения фильтрации в качестве намывных слоев или загрузки корпуса применяются вспомогательные фильтрующие материалы, такие как перлит или кизельгур. Специальным типом фильтр – пресса является мембранный фильтр. Мембрана устанавливается на пластину, которая может подвергаться давлению воздуха или воды. Благодаря более высокому давлению (до 20 бар), отделяется больше жидкости, в результате чего образуется более сухой осадок на поверхности фильтра.

Вакуумные фильтры, как правило, работают непрерывно. Жидкость всасывается через пластину фильтра или фильтровальную ткань, при этом твердые включения оседают на ткани. Как правило, оборудование работает при атмосферном давлении, поэтому разница давлений над и под фильтровальным материалом, ограничивается 100 кПа. Двумя распространенными типами вакуумного фильтра является барабанный вращающийся фильтр и вращающийся вакуумный дисковый фильтр.

Барабанный вращающийся фильтр состоит из медленно вращающегося цилиндра, разделенного на два или более продольных отсека, которые накрыты фильтровальной тканью. При вращении нижняя часть барабана погружается в фильтруемую жидкость. В это время в нижнем отсеке создается пониженное давление. Фильтрат проходит через фильтровальную ткань погруженного отсека. Когда отсек поднимается над поверхностью жидкости, с осадка на фильтре отсасывается жидкость, и он промывается и осушается. При дальнейшем вращении в отсек подают воздух с повышенным давлением, что приводит к отделению осадка от фильтровальной ткани, окончательное удаление твердой фазы производится с помощью грязесъемника. После этого отсек снова погружается в жидкость и цикл повторяется.

Вращающиеся вакуумные дисковые фильтры состоят из ряда вертикальных дисков, которые медленно вращаются в ванне с жидкостью. Принцип их действия аналогичен работе барабанных фильтров. Каждый диск разделен на сегменты, в каждом сегменте имеется выход к центральному валу. Диски оснащены скребками, благодаря этому твердый осадок непрерывно устраняется.

В листовых (пластинчатых) фильтрах фильтрующими элементами служат вертикально расположенные пластины, собранные на одном коллекторе. Имеются несколько конструкций таких фильтров. Фильтровальные пластины всегда расположены вертикально, а корпусы могут быть горизонтальные (горизонтальные фильтры) и вертикальные (вертикальные фильтры). На фильтровальные пластины предварительно намывается дренажный слой путем циркуляции смеси масла с фильтруемым осадком.

По мере накопления осадка давление на фильтре увеличивается, снижается производительность. Герметичные фильтры, как правило, работают попеременно: один чистится, другой фильтрует. При очистке фильтра необходимо предварительно слить из него масло, затем осадок продувают паром или сжатым воздухом.

2.1.3.5 Кристаллизация (С5)

2.1.3.5.1 Назначение

Кристаллизацией называют процесс выделения твердой фазы в виде кристаллов – твердых тел различной геометрической формы, ограниченных плоскими гранями, из метастабильных растворов. Достижение состояния пересыщения растворов возможно двумя путями: выпариванием воды из насыщенного раствора или снижением температуры насыщенного раствора.

2.1.3.5.2 Области применения

Кристаллизация используется в сахарной промышленности.

2.1.3.5.3 Описание технологического процесса, способов. Применяемое оборудование

Прием удаления воды из кипящего насыщенного сахарного раствора кристаллизуемой системы применяют при уваривании утфелей в вакуум-аппаратах периодического или непрерывного действия при разрежении 0,08…0,09 МПа. Прием снижения температуры насыщенного раствора кристаллизуемой системы применяют при охлаждении утфеля в кристаллизаторах.

В первом случае при периодической кристаллизации в аппарат вводят порцию исходного раствора и доводят ее до состояния пересыщения. Далее производят принудительное введение центров кристаллизации в пересыщенный раствор в виде затравочной массы, которая служит импульсом возникновения центров кристаллизации. В последующем ведут наращивание кристаллов в изотермических условиях при подпитке новыми порциями раствора. При достижении необходимого содержания кристаллов, соответствующего максимальному истощению маточного раствора, полученную массу утфеля удаляют из аппарата и направляют на разделение центрифугированием или дополнительную кристаллизацию охлаждением, а в аппарате начинают новый цикл.

При непрерывной кристаллизации исходный раствор подается в аппарат непрерывно, аналогично готовый продукт выводится из аппарата непрерывно; параметры процесса изменяются вдоль потока массы в аппарате.

Дополнительная кристаллизация сахарозы из утфельной массы происходит при охлаждении утфеля в кристаллизаторах при непрерывном перемешивании. Охлаждение производят циркулирующей в поверхности теплообмена холодной водой при соблюдении перепада температур между утфелем и охлаждающей водой, поддерживающего определенный коэффициент пересыщения межкристального раствора.

Процесс кристаллизации осуществляют в вертикальных вакуум-аппаратах периодического действия с естественной или принудительной циркуляцией, вертикальных или горизонтальных вакуум-аппаратах непрерывного действия с естественной циркуляцией, в вертикальных кристаллизационных установках или горизонтальных мешалках-кристаллизаторах.

2.1.3.6 Удаление свободных жирных кислот путем нейтрализации (щелочная нейтрализация) (С6)

2.1.3.6.1 Назначение

Задача процесса химической нейтрализации состоит в удалении свободных жирных кислот и других сопутствующих веществ водными растворами щелочей, с использованием фосфорной кислоты и/или лимонной кислоты [59].

2.1.3.6.2 Области применения

Химическая нейтрализация используется в процессе рафинации растительных масел и топленых животных жиров.

2.1.3.6.3 Описание технологического процесса, способов. Применяемое оборудование

Нейтрализация свободных жирных кислот щелочью протекает в две стадии: взаимодействие щелочи со свободными жирными кислотами с образованием их солей (мыла)– соапстока и отделение нейтрализованного жира от соапстока. Процесс отделения жира (масла) от образовавшегося мыла происходит также в две стадии.

Первая стадия заключается в отделении основной массы сопстока от жира (масла), а вторая - промывка, обработка с добавлением реагента. Существующие и настоящее время способы разделения фаз не обеспечивают полного отделения соапстока от жира (масла). Остаточное количество мыла в жире находится в тонкодисперсном и растворенном состоянии.

Поэтому необходимо удалить из нейтрализованных жиров (масел) остаточное количество мыла. Из применяемых в настоящее время способов удаления мыл наиболее распространенными являются: промывка жиров конденсатом или умягченной водой; обработка жиров раствором лимонной кислоты и обработка жиров (масел)адсорбентами.

Способы нейтрализации масел различаются в основном по принципу разделения фаз: нейтрализованное масло — раствор натриевых солей (мыла).

В промышленности используются способы:

- периодический — с разделением фаз в гравитационном поле, с водно-солевой подкладкой;

- непрерывный — с разделением фаз в центробежном поле, в мыльно-щелочной среде;

- непрерывный и полунепрерывный эмульсионные методы.

Периодический способ нейтрализации реализуют в цилиндрическом обогреваемом аппарате с коническим дном и мешалкой (нейтрализаторе). Щелочной раствор вводят при перемешивании масла через распылители при заданной температуре. Затем повышают температуру и продолжают перемешивание до образования хорошо отделяющихся хлопьев соапстока. Отделение масла осуществляют после продолжительного отстаивания.

Для уменьшения эмульгирования перед введением щелочного раствора в нейтрализатор добавляют разбавленный раствор поваренной соли.

Непрерывные способы нейтрализации основаны на разделении двухфазной системы в центробежном поле. Нейтрализацию осуществляют смешением щелочи и масла в специальных реакторах (смесителях) с последующим разделением системы на сепараторах.

Другой непрерывный способ — нейтрализация в мыльно-щелочной среде. При этом способе: применяется щелочь низкой концентрации и минимальный ее избыток; исключается диспергирование щелочи в масле; предотвращается тесный контакт мыла с маслом; совмещаются во времени процесс нейтрализации и процесс отделения мыла.

Для освобождения от остатков мыла масло либо промывают горячей водой, либо обрабатывают раствором лимонной или фосфорной кислоты. Процесс заключается в смешивании масла с горячей водой и последующем разделении фаз. Обычно проводят 2–3 промывки. Окончательное удаление влаги может быть проведено в условиях вакуума. Как правило, процесс осуществляется непрерывно, как показано на рисунке 2.5, однако он может проводиться полунепрерывным или периодическим способом, с использованием оборудования перемешивания и отстаивания.

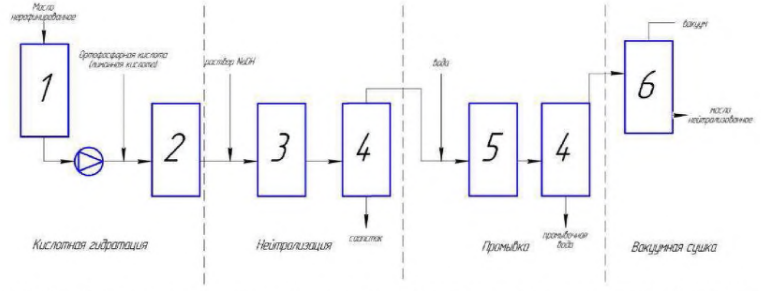

Рисунок 2.5 – Схема последовательности технологических операций непрерывной нейтрализации масел и жиров.

1- Емкость для нерафинированного масла; 2 - Смеситель для перемешивания масла с фосфорной/лимонной кислотой; 3 – Смеситель для перемешивания масла с раствором щелочи; 4 - Сепаратор (центрифуга); 5 - Смеситель для перемешивания масла промывочной водой. 6- Вакуум-сушильный аппарат.

Отделяемая в сепараторе промывная вода и соапстоки объединяются и обрабатываются далее в системе расщепления соапстока. Для выделения свободных жирных кислот используется процесс подкисления концентрированной кислотой, как правило, серной кислотой или иногда соляной кислотой, и нагревания паром. После этого выделенные свободные жирные кислоты извлекаются в декантирующей центрифуге. Кислый жир (масло) откачивается в сборную емкость и далее передается на мыловарение или используется для других технических целей. Кислые воды после отстаивания направляются на повторное использование для разбавления соапстока и концентрированной серной кислоты.

Фосфолипидную эмульсию, образовавшуюся в результате обработки масла фосфорной кислотой, сушат под вакуумом (5,5 кПа) при температуре от 80 до 90 °С для получения фосфатидных концентратов, которые широко применяются в различных отраслях пищевой, медицинской и комбикормовой промышленности.

Побочный продукт щелочной нейтрализации масел и жиров – соапсток подвергается дальнейшей промышленной переработки с целью получения жирных кислот, мыла и других продуктов.

2.1.3.7 Отбеливание/ адсорбционная очистка (С7)

2.1.3.7.1 Назначение

Удаление из масел или жиров красящих веществ (пигментов), остатков мыла, фосфолипидов, металлов и других примесей.

Адсорбция – это процесс концентрирования вещества из раствора или газа на поверхности твердого тела или жидкости. Адсорбция происходит под действием молекулярных сил на поверхности адсорбента и ведет к уменьшению свободной поверхностной энергии.

2.1.3.7.2 Области применения

Отбеливание применяется в рафинации пищевых масел и жиров [59].

2.1.3.7.3 Описание технологического процесса, способов. Применяемое оборудование

Растительные масла и жиры смешиваются с отбельной глиной (адсорбентом), вносимой в масло в тонкоизмельченном состоянии, обладающей способностью адсорбировать и удерживать пигменты и другие вещества.

Специальные активные отбельные глины получают из природных бентонитовых глин, активированных минеральными (серной, соляной) кислотами, а также применяют активированные угли и другие адсорбенты.

При кислотной обработке адсорбентов достигается увеличение дисперсности материала, размельчение частиц при сохранении его структуры, полное разрушение мелких кристаллов, обогащение адсорбента кремнеземом, удаление из кристаллической решетки катионов Ca^{2+}, Mg^{+}, Na^{+}, K^{+}. При термической активации

удаляются также молекулы воды и посторонние загрязняющие аморфные вещества, что способствует увеличению удельной поверхности и активности адсорбента.

Процесс отбеливания проводят на установках периодического и непрерывного действия при перемешивании и температуре 100 - 110°С в течение 30 минут.

Количество адсорбента для отбеливания зависит от содержания в масле красящих веществ, требуемой степени осветления и колеблется от 0,2 до 4 %.

При использовании оборудования непрерывного действия отбеливание масел может осуществляться в аппарате предварительного отбеливания, куда подается отбельная глина, при температуре 85-100ºС и интенсивном перемешивании двухлопастной мешалкой происходит предварительное отбеливание, сушка и деаэрация суспензии. Затем суспензия передается в аппарат окончательного отбеливания, где с помощью конусообразного распылителя, расположенного в верхней части аппарата, разбрызгивается и в виде тонкой пленки стекает вниз. Остаточное давление в аппаратах поддерживается 4 кПа, разрежение создается при помощи трехступенчатого пароэжекторного блока. Процесс отбеливания в аппарате протекает в течение 30 мин при температуре 100 °С.

После этого суспензия подается на фильтры, где фильтруется и отфильтрованное масло направляется для дальнейшей очистки и/ или модификации..

Отделение масла от отбельной глины производится при помощи фильтрации на листовых (пластинчатых) или вертикальных дисковых фильтрах. Фильтрация осуществляется при температуре 85-100°С под давлением 0,3—0,4 МПа.

Для сушки и обезжиривания фильтровальной лепешки/осадка в фильтр подается пар.

Деаэратор-осушитель представляет собой вертикальный цилиндрический аппарат, снабженный паровой рубашкой, форсункой, с помощью которой осуществляется разбрызгивание суспензии. Процесс сушки и деаэрации ведется в тонком слое пленки, движущейся сверху и вниз. Суспензия выводится из аппарата через нижний патрубок. В верхней части деаэратора имеется насадка для улавливания уносимого масла.

Контактор-отбеливатель представляет собой цилиндрический аппарат горизонтального типа. Он снабжен мешалкой и двумя паровыми рубашками. Суспензия поступает в аппарат и в течение 15-20 мин перемешивается, затем передается во второй контактор-отбеливатель. Разрежение в аппарате создается при помощи вакуум-насоса.

Пластинчатый фильтр предназначен для отделения отбельного порошка от масла. Фильтр имеет цилиндрическую форму и коническую часть, снабженную паровой рубашкой, которая рассчитана на давление 0,18 МПа и имеет фильтрующие элементы типа пластин. Пластины выполнены из нержавеющей стали, они состоят из слоев тонкой фильтрующей и грубой дренажной сетки.

2.1.3.8 Дезодорация /дистилляционная нейтрализация (С8)

2.1.3.8.1 Назначение

Дезодорация – высокотемпературный процесс удаления одорирующих и других летучих веществ путем отгонки под вакуумом с перегретым паром.

Дистилляционная нейтрализация – высокотемпературный процесс удаления свободных жирных кислот, одорирующих и других летучих веществ путем отгонки под вакуумом с перегретым паром [59].

2.1.3.8.2 Области применения

Дезодорация применяется в рафинации пищевых масел и жиров.

2.1.3.8.3 Описание технологического процесса, способов. Применяемое оборудование

Дезодорация представляет собой дистилляционный процесс, осуществляемый в конечной стадии рафинации.

Для эффективного ведения процесса дезодорации и получения дезодората хорошего качества большое значение имеет глубина разрежения в системе, герметичность аппарата, температура процесса, качество дезодорируемого жира и продолжительность пребывания его в дезодораторе, а также количество и качество пара. Последний должен быть сухим и нейтральным, не должен содержать солей жесткости, кислорода и других газов.

При дезодорации жиров применяются пар высокого давления (3,0-4,0 МПа), а также пар давлением около 0,8-1,0 и 0,2-0,3 МПа.

Процесс дезодорации жиров состоит из нескольких основных операций: предварительный нагрев и деаэрация жира, окончательный нагрев до температуры дезодорации; собственно, дезодорация; охлаждение и полировочное фильтрование.

Дезодорированное масло из дезодоратора поступает в теплообменник, где охлаждается до температуры 35-55°С и подается в емкость.

К оборудованию, используемому для дезодорации, относится колонна паровой дистилляции (дезодоратор), пароэжекторный вакуумный насос, состоящий из пароэжекторов, барометрических конденсаторов смешения и барометрической емкости, скруббер для сбора паролетучей смеси.

Дезодорация может проводиться в аппаратах непрерывного или периодического действия.

Хранение дезодорированных жиров происходит в отдельных емкостях, для длительного хранения может использоваться инертный газ – азот. В этом случае в емкостях может контролироваться остаточное содержание кислорода (не более 3 %) для снижения скорости окисления.

2.1.3.9 Дистилляция (С9)

2.1.3.9.1 Назначение

Дистилляция представляет собой разделение компонентов жидкой смеси с помощью отдельного сбора частичной выпаренной смеси и отдельного сбора конденсата и остатка. Более летучие компоненты исходной смеси оказываются с более высокой концентрацией в конденсате, менее летучие – с более высокой концентрацией в остатке

2.1.3.9.2 Области применения

Дистилляция позволяет осуществлять разделение и очистку испаряющихся пищевых продуктов от водных смесей. Дистилляция используется для отгонки растворителя из мисцеллы [59].

2.1.3.9.3 Описание технологического процесса, способов. Применяемое оборудование

Наиболее распространены трехступенчатые схемы дистилляции.

На первых двух ступенях мисцелла обрабатывается в трубчатых пленочных дистилляторах. На первой происходит упаривание мисцеллы. На второй — мисцелла обрабатывается острым паром при температуре 180—220 °С и давлении 0,3 мПа, что вызывает кипение мисцеллы и образование паров растворителя. Пары растворителя направляются в конденсатор. На третьей ступени высококонцентрированная мисцелла поступает в распылительный вакуумный дистиллятор, где в результате барботирования острым паром под давлением 0,3 МПа происходит окончательное удаление следов растворителя. После дистилляции масло направляют на рафинацию.

2.1.3.10 Гидратация (С10)

2.1.3.10.1 Назначение

Гидратацией в технике рафинации жиров называется процесс обработки растительного масла водой, паром, солевым раствором, растворами кислот для удаления фосфолипидов и других гидрофильных веществ.

В процессе обработки растительных масел водой гидрофильные вещества, присоединяя воду, теряют растворимость и выделяются в виде объемистого осадка. Содержание фосфолипидов в маслах колеблется в широком интервале и зависит от вида масла и метода его получения [59].

2.1.3.10.2 Области применения

Применяют в производстве растительных масел для удаления фосфолипидов и других гидрофильных веществ.

2.1.3.10.3 Описание технологического процесса, способов. Применяемое оборудование

В технологии гидратации большое значение имеет количество вводимой воды. Это зависит от вида масла, содержания фосфолипидов, примесей и их состава. Рекомендуется вводить от 0,3 до 10 % воды от массы масла, а в некоторых случаях и больше. Оптимальное ведение процесса гидратации на практике определяется эмпирически путем проведения предварительных лабораторных опытов.

Ввод излишнего количества воды или другого агента может привести к пептизации фосфолипидно-белково-углеводного комплекса или к образованию трудноразрушаемой эмульсии. Насыщение фосфолипидов водой завершается тогда, когда объем поглощенной воды соответствует количеству связанной воды и содержанию фосфолипидов в масле. Недостаток воды ведет к неполному удалению гидрофильных примесей, а избыток – к пептизации, проходящей при набухании частиц и ведущей к частичному растворению фосфолипидов в масле. Кроме того, излишняя влажность увеличивает затраты на сушку масла после гидратации.

Для удаления из масла негидратируемых или трудногидратируемых фосфорсодержащих веществ в заводской практике в качестве гидратирующего агента используется фосфорная кислота. В этом случае фосфорная кислота действует на фосфолипиды разрушающе, т.е. фосфолипидно-белковый комплекс, содержащийся в масле, разрушается и выделение фосфолипидов из масла значительно затрудняется. Это влечет за собой потери ценного фосфолипидного продукта. Но фосфорной кислотой обрабатывают не всегда, а только в тех случаях, когда это вызвано технологической необходимостью, например для последующего более эффективного проведения рафинации, дезодорации и гидрогенизации жиров.

Во многих случаях совмещают две операции (обработку масла фосфорной кислотой и щелочную рафинацию).

Кроме воды и фосфорной кислоты в качестве гидратирующих агентов рекомендуются слабые растворы электролитов, танина, силикаты натрия, крахмал, лимонная кислота и др.

В производственной практике широко применяются различные методы, способы, схемы и режимы гидратации фосфолипидов в периодическом и непрерывном исполнении. Использование той или иной схемы или метода зависит от вида, качества и сорта масла, от объема производства, дальнейшего назначения гидратированного масла и фосфолипидного концентрата.

С целью интенсивного смешения фаз масло – конденсат успешно применяются смесители эжекционного, струйного и лопастного типа, а также струйный реактор-турбулизатор, обеспечивающий тесный контакт разно полярных жидкостей. Для разделения двух фаз масло – гидратационный осадок используются непрерывно действующие отстойники и сепараторы, а для сушки масла и гидратационного осадка – вакуум-сушильный аппарат форсуночного типа и вакуумная ротационно-пленочная сушилка.

Применение сепараторов для разделения фаз и ротационно-пленочных аппаратов для сушки гидратационного осадка обеспечивает высокую производительность линии, комплексность переработки растительных масел на стадии гидратации с получением продуктов сравнительно высокого качества.

2.1.3.11 Промывка (С11)

2.1.3.11.1 Назначение

Удаление остатков натриевых солей жирных кислот из нейтрализованного растительного масла (животного жира) растворением их в воде, отделением масла от получаемого раствора. Также используется обработка раствором лимонной или ортофосфорной кислот.

Побочный продукт гидратации масел и жиров (фосфатидная эмульсия) предназначается для промышленной переработки с целью получения фосфатидных концентратов, которые широко применяются в различных отраслях пищевой, медицинской и комбикормовой промышленности [15, 16, 41, 42, 43, 59].

2.1.3.11.2 Области применения

Применяют в производстве растительных масел.

2.1.3.11.3 Описание технологического процесса, способов. Применяемое оборудование

После отделения соапстока (в гравитационном или центробежном поле) в масле присутствует некоторое количество мыла, которое ухудшает вкус масла, способствует его окислению и отрицательно влияет на последние модули рафинации. Обработка горячей водой применяется при содержании мыла в масле 0,05 % и выше. Обработка лимонной кислотой при меньшем содержании мыла менее 0,05 % – применяются разбавленные растворы лимонной или фосфорной кислоты. В основе способа обработки горячей водой лежит хорошая растворимость мыла в горячей воде. Используют либо конденсат, либо отработанную воду. Для гарантированного удаления ионов Ca^{2+} используют мягкую воду. Процесс заключается в смешивании масла с горячей водой и последующим разделением фаз. Промывку осуществляют в периодическом процессе, используют промывной вакуум-сушильный аппараты с мешалкой.

В непрерывном процессе используют лопастные и ножевые смесители, разделение фаз – с помощью сепаратора. Промывка может осуществляться однократно и двукратно. При двукратной промывке количество воды 5 – 8 % от массы масла на каждую промывку. Содержание жира в воде после 1-й промывки составляет 1,5 %, после 2й – 0,05 %. Отходы – 0,12 %, потери 0,2 % (отходы могут быть частично возвращены в производство путем использования жироловушек).

Обработка лимонной кислотой позволяет полностью освободиться от остатков мыла и катализаторов. Образующиеся соли лимонной кислоты (цитрат Ni, цитрат Fe) не растворимы в сухом масле, удаляются при фильтровании. По этому способу обрабатываются жиры с остаточным содержанием мыла 0,01 – 0,02%, а горячей водой 0,05 % и выше. Образование в результате реакции свободных жирных кислот незначительно влияет на кислотное чисо масла. После этого масло фильтруется и подвергается сушке. Отходы отсутствуют, потери 0,02 % к массе нейтрального жира [29].

2.1.4 Технологические процессы производства пищевых продуктов (D)

2.1.4.1. Растворение/замачивание (D1)

2.1.4.1.1 Назначение

Растворение представляет собой процесс образования гомогенной смеси не менее чем из двух веществ, одно, из которых называется растворитель, другое – растворимое вещество. Процесс замачивания – процесс изменения влажности перерабатываемого сырья для стабилизации дальнейших технологических стадий.

2.1.4.1.2 Области применения

Этот процесс применяется практически во всех производствах продуктов питания.

2.1.4.1.3 Описание технологического процесса, способов. Применяемое оборудование

Для этих целей используются разнообразные методы и оборудование. Для приготовления растворов используют как простые резервуары с эффективными перемешивающими устройствами в системах периодического действия, так и системы приготовления растворов в потоке с механическим дозированием растворимых веществ в поток растворителя. В зависимости от продукта температура жидкости может либо соответствовать температуре окружающей среды, либо быть повышенной.

Основными типами систем растворения являются:

- насос смешения, который подает порошок в раствор. Применяется для приготовления растворов с концентрацией сухих веществ до 25 %;
- струйное растворение, в котором используется принцип Вентури (эжекция), для подачи порошка в раствор. Применяется для приготовления растворов с концентрацией сухих веществ до 30 %;
- резервуар для растворения с высокоинтенсивным колесом смешения. Применяется для общего содержания твердых веществ до 70 %;
- резервуар для растворения в вакууме с высокоинтенсивным рабочим колесом. Применяется для общего содержания твердых веществ до 30 %.

2.1.4.2 Ферментация/брожение (D2)

2.1.4.2.1 Назначение

Ферментация/брожение представляет собой процесс контролируемого метаболического воздействия микроорганизмов на питательную среду (сырье) с целью изменения ее структуры. В процессе брожения происходит накопление органических кислот, аромато- и вкусообразующих веществ или спирта. Кроме того, этот процесс предохраняет продукты от развития патогенных микроорганизмов путем понижения кислотности продукта.

2.1.4.2.2 Области применения

Ферментация/брожение является важнейшим технологическим процессом в производстве многих продуктов питания. Этот процесс применяется при переработке овощей, плодов и ягод, мяса.

Молочнокислое брожение применяется для изготовления квашеной плодоовощной продукции, например, капусты. Стартовые культуры используются при производстве сыровяленых, сырокопченых колбас и продуктов из говядины и свинины.

2.1.4.2.3 Описание технологического процесса, способов. Применяемое оборудование

По характеру брожения в производстве продуктов питания различают 2 группы молочнокислых бактерий: гомоферментативные и гетероферментативные.

Гомоферментативные бактерии образуют в основном (не менее 85-90 %) молочную кислоту и очень мало побочных продуктов. Гетероферментативные бактерии менее активные кислотообразователи. Наряду с молочной кислотой они образуют значительное количество других веществ – этиловый спирт, углекислый газ, ацетон, кислоты. Каждый вид бактерий является источником своего собственного вкуса и аромата. Молочнокислое брожение выполняется при температуре от 20 ºС до 40 ºС.

Молочнокислые бактерии обладают высокой бродильной способностью и отличаются отсутствием большинства биосинтетических путей. Это обусловливает высокую требовательность рассматриваемых бактерий к источникам питания, которая удовлетворяется за счет таких, сред обитания, как ткани растений. В качестве источника энергии эти бактерии используют главным образом моно - и дисахариды (полисахариды сбраживаются только некоторыми видами). Некоторые молочнокислые бактерии способны ассимилировать отдельные органические кислоты (например, лимонную).

Квашение овощей основано на консервирующем действии молочной кислоты, образующейся в результате молочного брожения сахаров, находящихся в заквашиваемых продуктах. Молочная кислота угнетает деятельность нежелательных микроорганизмов и придает продукту новые вкусовые свойства. Готовый продукт называют квашеным.

Чаще всего процесс квашения применяют для обработки капусты. Основной вид брожения при квашении капусты – молочнокислое, вызываемое молочнокислыми бактериями. Часть сахаров в результате этого брожения превращается в молочную кислоту. В то же время происходит спиртовое брожение, в результате которого часть сахаров превращается в спирт. Спирт, в свою очередь, соединяясь с молочной и другими кислотами, образует сложные эфиры, которые придают квашеным продуктам характерный аромат.

Соль, которая добавляется при квашении, вызывает плазмолиз клеток овощей, содействует переходу клеточного сока вместе с растворенными в нем веществами в рассол, создавая благоприятные условия для развития молочнокислых бактерий. Соль также повышает плотность капусты и в соединении с кислотами придает продукту приятный вкус.

К процессам брожения/ферментации относят также соление овощей (огурцы, томаты) и мочение (яблоки, ягоды).

Бочки, заполненные огурцами или томатами с пряностями, размещают на ферментационной площадке. Для процесса ферментации огурцов и томатов характерны те же стадии, что и для квашения капусты. Брожение завершается за 3–6 недель. В готовом продукте доминируют гомоферментативные и гетероферментативные бактерии. Процесс ферментации томатов более растянут по времени из-за того, что в них содержится соланин — гликозид, обладающий антибиотическими свойствами и сдерживающий в первый период развитие молочнокислых бактерий. Продолжительность предварительной ферментации огурцов и томатов в бочках устанавливают в зависимости от способа их дальнейшего хранения: при хранении в охлаждаемых складах — 36–48 ч, а в неохлаждаемых — не более 24 ч. При необходимости бочки доливают рассолом, если он вытекает, обручи осаживают, законопачивают места протечек.

При мочении яблок дно подготовленных бочек выстилают соломой слоем 1–2 см и плотными рядами укладывают яблоки, пряности распределяют на три части и кладут на дно бочки, в середину и сверху. Верхний ряд яблок укрывают соломой слоем 2–3 см. запрещается ссыпать яблоки в бочку и встряхивать ее. Затем бочку укупоривают, взвешивают и отправляют на ферментацию, где через шпунтовое отверстие заливают раствором, который готовят из расчета 800 л на 1 т яблок. Вначале кипятят солод с водой, взяв их в соотношении 1: 10, в течение 10–15 мин. Полученное сусло, сахар (мед) и соль разводят в питьевой воде согласно рецептуре. Солод можно заменить ржаной мукой из расчета на 1 кг солода 1,5 кг муки. Разведенную муку вместе с сахаром и солью разводят водой. На ферментации яблоки выдерживают 3–5 суток при температуре 12–15 ^{0}С до накопления 0,3–0,4 % молочной кислоты. После ферментации бочки осматривают, доливают, забивают шпунтовое отверстие и перевозят в склады. Яблоки готовы к употреблению через 60 суток

2.1.4.3 Соление/посол/вяление и маринование (D3)

2.1.4.3.1 Назначение

Соление или вяление представляет собой процесс, при котором продукт обрабатывается обычной солью (NaCl) и другими солями, предназначенными для сохранения продуктов с помощью понижения активности воды, a_w, ниже микробных допустимых пределов. Маринование представляет собой способ консервирования продуктов с помощью понижения водородного показателя pH, главным образом, для овощей.

Назначение данных технологических процессов состоит в обеспечении контроля над ростом спорообразующих микроорганизмов, понижении энергии, необходимой для тепловой обработки и создания улучшенного вкуса готового продукта.

2.1.4.3.2 Области применения

Соление или вяление применяется в производстве продуктов питания из мяса, овощей и грибов. Количество соли в продукте может составлять от 1 до 5 %.

Маринование применяется при переработке фруктов и овощей.

2.1.4.3.3 Описание технологического процесса, способов. Применяемое оборудование

При посоле или вялении продукт обрабатывается поваренной солью, рассолом или посолочной смесью для придания ему требуемых свойств. Посол является одной из основных и определяющих операций технологического процесса производства мясных продуктов, в результате чего у сырья и готовых продуктов происходит формирование необходимых технологических (водосвязывающая, гелеобразующая, эмульсионная и адгезионная способность) и потребительских (вкус, аромат, нежность, цвет, консистенция) свойств.

Для придания мясным продуктам в процессе их технологической обработки цвета, близкого к естественному цвету мяса, в процессе посола используют нитритно-посолочную смесь, которая применяется в мясной промышленности как цветостабилизирующая, консервирующая добавка.

Покраснение мяса в процессе посола обусловлено продуктом восстановления нитрита – окисью азота. Окись азота, реагируя с гемоглобином мяса, превращает его в NO-миоглобин (нитрозомиоглобин), который и является красящим веществом соленого мяса. Для получения мясных продуктов с устойчивой окраской в качестве восстановителей применяют аскорбинат или изоаскорбинат натрия. Аскорбинат натрия способствует лучшему образованию NO-миоглобина и предотвращает обесцвечивание поверхности солено-вареного или копченого мяса даже в присутствии кислорода.

Сухое соление (вяление) применяется для мяса. При изготовлении вяленых мясных продуктов соль и другие консервирующие ингредиенты наносятся на поверхность мяса и впитываются с помощью диффузии, на протяжении дней или недель. В это же время сок выделяется из мяса в количестве, равном приблизительно 10 % первоначальной массы продукта.

Соление (вяление) шприцеванием применяется в обработке мяса, например, бекона и ветчины. Подготовленный раствор, то есть, рассол, содержащий необходимые ингредиенты вводится иглой (иглами) в мясо, либо вручную, либо при помощи станка, для достижения быстрого проникновения рассола для обеспечения равномерного и быстрого проникновения посолочной смеси в мышечную ткань. После инъецирования мясо можно обрабатывать далее, упаковывать в вакуумный пакет на несколько дней, или же погружать в рассол, идентичный или сходный по составу с впрыскиваемым рассолом.

Соление (вяление) погружением используется для мяса и овощей. Во время погружения соль постепенно проникает в продукт, в то время как содержащие воду растворимые компоненты продукта вытягиваются из продукта. Рассол, в который погружается продукт, можно выбрасывать после каждого применения, или же его можно постоянно подкреплять и использовать повторно, сливая только лишнюю жидкость. Потери воды при солении может составлять от 5 до 15 % массы продукта. Содержание соли в рассоле может составлять от 5 до 20 %.

Для распределения посолочной смеси по всему периметру мяса, производят массирование (мягкие ткани – свинина, птица и т.д.), тумблирование (говядина, конина, и т.д.). Для ускорения процесса посола так же применяется тендеризация –

прокалывание или надрезание мышечной ткани. Это увеличивает площадь соприкосновения с посолочной смесью или рассолом и ускорят процесс посола.

Маринование овощей может осуществляться с помощью добавления органических кислот до достижения водородного показателя pH менее 4,3.

2.1.4.4 Копчение (D4)

2.1.4.4.1 Назначение

Целью копчения является сохранение пищевых продуктов с помощью воздействия дыма, обладающего бактерицидным эффектом. Сохранность продуктов достигается также с помощью высушивания поверхностных слоев и теплового воздействия. Кроме того, копчение привносит особый вкус и в некоторых случаях процесс копчения используется для приготовления пищевых продуктов.

2.1.4.4.2 Области применения

Обычно копчение используется в обработке мяса и мясных продуктов.

2.1.4.4.3 Описание технологического процесса, способов. Применяемое оборудование

Копчением называют способ консервирования, при котором ткани мяса пропитываются продуктами теплового разложения древесины (дым, коптильная жидкость). Основным консервирующим фактором служит высушивание в атмосфере продуктов пиролиза, которые обладают асептическими и антиокислительными свойствами.

Копчение является немаловажной технологической операцией и при производстве варено-копченых, полукопченых, сырокопченых колбасных изделий, а также деликатесных групп варено-копченых, копчено-запеченных и сырокопченых цельномышечных продуктов, а также продукции из мяса птицы.

Применяют различные способы копчения: горячее копчение (температура газо-воздушной смеси более 45 °С); холодное копчение (температура газовоздушной смеси не более 25 °С); путем обработки поверхности продукта коптильными жидкостями; путем добавления коптильных ароматизаторов непосредственно в продукт в процессе производства.

Копчение является одной из финальных стадий термообработки мясных продуктов. В зависимости от вида производимой продукции она следует после набивки, осадки может идти после обжарки и варки (для варено-копченых колбасных изделий) или как самостоятельная технологическая операция для сырокопченых колбасных изделий. Также для производства цельномышечной деликатесной продукции копчение следует после посола и созревания мяса.

Для копчения применяют в основном опилки и щепу твердых пород дерева (бук, ольха, дуб). Использование березы и хвойных пород категорически запрещено

вследствие высокого наличия смол, которые негативно сказываются на качестве и вкусе продукта (продукт приобретает горький смолистый вкус).

2.1.4.5 Гидрогенизация/ переэтерификация и фракционирование (D5)

2.1.4.5.1 Назначение

Процессы гидрогенизации, переэтерификации и фракционирования представлены в данной группе, поскольку они характерны только для масложировой отрасли пищевой промышленности [59].

Процесс гидрогенизации осуществляется с целью снижения ненасыщенности жирных кислот, входящих в состав триглицеридов растительных масел, получения продуктов с необходимыми технологическими характеристиками, консистенцией, и повышенной устойчивостью к окислению.

Назначение процесса переэтерификации заключается в модификации молекулярного (триацилглицеринового) состава жирового сырья в результате перераспределения ацильных групп в триацилглицеринах жира или масла.

Назначение процесса фракционирования – разделение масел и жиров на фракции, которые обеспечивают получение продукта с заданными свойствами.

2.1.4.5.2 Области применения

Гидрогенизация применяется в обработке растительных масел для производства маргарина и других пищевых жиров, переэтерификация – в обработке растительных масел для производства маргарина и других пищевых жиров.

Фракционирование применяется для модификации растительных масел и жиров при производстве заменителей масла какао, твердых кондитерских жиров, маргаринов, спредов, детского питания, глазурей, шоколадных масс и других кондитерских изделий.

2.1.4.5.3 Описание технологического процесса, способов. Применяемое оборудование

Гидрогенизация – процесс частичного или полного насыщения водородом непредельных связей ненасыщенных жирных кислот глицеридов, входящих в состав растительных масел и (или) жиров.

Сопровождается следующими основными реакциями:

- гидрированием полиненасыщенных кислот, например линолевой, до мононенасыщенной олеиновой и последней – до насыщенной стеариновой;
- при частичной гидрогенизации – изомеризацией, например превращением олеиновой кислоты (цис-изомер) в элаидиновую (трансизомер), а также миграцией двойной связи, приводящей к образованию изоолеиновых кислот;
- гидролизом глицеридов до свободных жирных кислот и их взаимодействием с каталитическими металлами или их солями с образованием мыл.

Продукты (частичной) гидрогенизации жиров (гидрогенизированные жиры) представляют собой смеси твердых триглицеридов насыщенных и ненасыщенных

жирных кислот. В небольших количествах гидрогенизированные жиры содержат свободные жирные кислоты, продукты их распада, моно- и диглицериды, неомыляемые вещества и др.

Процесс гидрогенизации может быть периодическим или непрерывным. В первом случае применяют один автоклав, снабженный турбинной мешалкой с частотой вращения $1с^{-1}$, во втором – батарею из нескольких (обычно трех) таких автоклавов. Гидрогенизация жиров ускоряется при повышении давления водорода и температуры, интенсификации механического перемешивания жира (предварительно тщательно рафинированного) или при барботаже водорода через его слой. В промышленности гидрогенизированные жиры получают при давлении водорода 0,2 МПа и 190-220°С, технические – при 1,5-2,0 МПа и 190-250 °С.

Гидрированные жиры отделяют в специальном сборнике от не вступившего в реакцию водорода и фильтруют при 110-130 °С для освобождения от остатков катализатора. При загрузке в каждый автоклав емкостью 12 $м^3$ по 6 т жира производительность батареи из трех автоклавов составляет 4-6 т/ч.

Фильтрация гидрогенизированных жиров осуществляется на фильтрах (например, картриджных). Для удаления остаточного никеля отфильтрованный гидрогенизированные жиры подвергается деметаллизации – обработке лимонной кислотой. Лимонная кислота связывает никель, и образуются нерастворимые соли. Затем происходят обработка отбельной глины и фильтрация. После фильтрации гидрогенизированные жиры подается на полировочный фильтр.

Жиры и масла, направляемые на переэтерификацию, должны отвечать следующим требованиям: влажность — не более 0,01 %, содержание свободных жирных кислот — не более 0,1 %, перекисное число — не более 0,05 % иода.

Процесс переэтерификации имеет следующие стадии:

• глубокая сушка рафинированной смеси жиров;

• смешивание с катализатором (0,9–1,5 кг/1 т субстрата) и переэтерификация (80–130 °С, 0,5–1,0 ч);

• дезактивация катализатора (разложение водой);

• промывка, сушка, отбеливание и дезодорация продукта.

Для проведения реакции используют катализаторы: металлы (Na, K, Na-K-сплавы); алкоголяты (CH_3ONa, C_2H_5ONa), щелочи (NaOH + глицерин), гидриды (NaH), амиды ($NaNH_2$).

В процессе фракционирования жиры и масла разделяют на фракции с различными температурами плавления, фракционирование можно проводить для удаления нежелательных компонентов, примером чего являются депарафннизация и винтеризация, позволяющие получить жидкие масла, не дающие помутнения при низких температурах. Разделение жира или масла на фракции также позволяет получить два или более продукта с различной функциональностью из одного исходного жирового продукта. Наиболее известно применение этого типа фракционирования для получения эквивалентов масла какао или его заменителей.

Разделение фракций жиров и масел основано на различиях в растворимости триглицеридов, входящих в состав данного продукта. Эти различия непосредственно связаны с типом триглицеридов в жировой системе. Тип триглицерида определяется

его жирнокислотным составом и распределением жирных кислот по отдельным позициям в молекуле триглицерида.

Компоненты жира или масла, значительно различающиеся по температуре плавления, могут быть разделены путем кристаллизации и последующей фильтрации для удаления более тугоплавкой части. При практическом осуществлении фракционной кристаллизации возможная эффективность отделения кристаллов от жидкости зависит как от способа осуществления разделения, так и от фазового поведения системы. Фракционирование можно разделить на следующие последовательные стадии: охлаждение масла ниже температуры кристаллизации для образования центров кристаллизации в результате переохлаждения; постепенный рост кристаллов и их выделение из жидкой фазы; разделение кристаллической и жидкой фаз.

Процесс фракционирования применяют в качестве автономного процесса (обычно используется при рафинировании масел) или в составе более сложного процесса. Таким образом, процесс можно объединить с гидрогенизацией на первом этапе и последующим фракционированием, например, в случае отвердевания соевого масла для исключения линоленовой кислоты, и последующим фракционированием для отделения образовавшегося стеарина, или с гидрогенизацией, применяемой к одной из фракций, отделенных в процессе фракционирования. Примером последней комбинации является отвердение косточкового пальмового стеарина, полученного с помощью фракционирования до практически нулевого йодного числа. Фракционирование можно связать с переэтерификацией для распределения фракции, полученной в процессе фракционирования, или для переэтерификации смеси, одним компонентом которой является фракции, полученные в процессе фракционирования.

2.1.4.6 Сульфитация (D6)

2.1.4.6.1 Назначение

Цель сульфитации состоит в предотвращении микробиологической деструкции, образования нежелательного цвета и в регулировании водородного показателя pH.

2.1.4.6.2 Области применения

Сульфитация применяется на консервных предприятиях.

В производстве сахара сульфитация используется для регулирования водородного показателя pH растворов и предотвращения нарастания цветности продуктов.

2.1.4.6.3 Описание технологического процесса, способов. Применяемое оборудование

Сульфитация представляет собой введение сернистого газа (SO_2) в жидкость. При этом количество вводимого сернистого газа обязательно контролируют из-за его токсических характеристик. Сернистый газ можно вводить в различных формах – (1)

газообразном и (2) сгенерированном виде, (3) путем сжигания серы или из сжиженного газа, (4) путем прямого расширения.

В первом случае сернистый газ подается с помощью вентилятора в абсорбционную колонну, через которую протекает жидкость.

Во втором случае, газ подается в жидком виде, из сжиженного газа или в растворе бисульфита натрия или калия. Сернистый газ также можно использовать в виде жидкости, под давлением приблизительно 5 бар, в горизонтальных цилиндрических резервуарах емкостью от 25 до 50 $м^3$, из которого его можно затем вводить в нужный технологический поток.

В третьем случае газ подается в виде образовавшегося при сжигании комовой серы, который состоит из сернистого газа и воздуха в соотношении 1 : (7-8).

Альтернативным источником сульфита является бисульфит аммония. Также можно использовать бисульфит натрия.

2.1.4.7 Дефекация/сатурация (D7)

2.1.4.7.1 Назначение

В основе современных методов очистки диффузионного сока лежит обработка его гидроксидом кальция (дефекация), а затем удаление его избытка углекислым газом (сатурация).

Цель дефекации — химическая очистка диффузионного сока коагуляцией содержащихся в нем коллоидов, разложение несахаров и осаждение образующихся продуктов.

Цель сатурации — адсорбционная очистка дефекованного сока. На сатурацию (насыщение CO_2) поступает дефекованный сок, содержащий избыток извести. При сатурации образующийся при насыщении сока углекислым газом осадок $CaCO_3$ служит адсорбентом, на котором адсорбируются несахара, далее осадок отделяется фильтрованием.

2.1.4.7.2 Области применения

Процессы дефекации и сатурации являются основой современных методов очистки диффузионного сока в сахарном производстве.

2.1.4.7.3 Описание технологического процесса, способов. Применяемое оборудование

В диффузионный сок из сахарной свеклы переходит почти вся сахароза и около 80 % растворимых несахаров. Поэтому диффузионный сок представляет собой поликомпонентную систему, содержащую наряду с сахарозой примеси (несахара), представленные растворимыми белковыми, пектиновыми, редуцирующими веществами и золой, аминокислотами, амидами кислот, солями органических и неорганических кислот и др., которые затрудняют получение в кристаллическом виде сахарозы. В связи с этим для получения высокого выхода товарного сахара

диффузионный сок подвергается очистке с целью удаления из него как можно большего количества несахаров. Несахара, содержащиеся в диффузионном соке, различны по химической природе и физико-химическим свойствам, что и обуславливает применение совокупности различных способов их удаления за счет протекания реакций коагуляции, осаждения, разложения, двойного обмена, гидролиза, адсорбции, ионообмена.

В качестве основных химических реагентов очистки диффузионного сока применяются известь и диоксид углерода, в результате чего очистка получила наименование известково-углекислотной. Технология очистки основана на многократной последовательной обработке диффузионного сока известью и диоксидом углерода с промежуточным выводом образующегося осадка. При простоте технологических операций и дешевизне реагентов этот способ обеспечивает достаточно высокий эффект очистки диффузионного сока, а сахароза при этом почти не разлагается.

Существуют множество вариаций схем известково-углекислотной очистки, которые отличаются последовательностью операций и аппаратурного оформления. Наибольшее распространение получили схемы, включающие предварительную дефекацию (преддефекацию), основную дефекацию, первую и вторую ступени сатурации.

На стадии преддефекации под действием извести в виде известкового молока плотностью 1,18-1,20 г/см^3, добавленной в сок в количестве 0,25-0,30 % CaO к массе свеклы, происходит коагуляция высокомолекулярных соединений в виде нерастворимых комплексов, осаждение солей кальция органических и неорганических кислот, пектиновых веществ. Преддефекация протекает при pH_{20} 10,8-11,4 и может быть организована при температуре: холодная – 35-50 °С в течение 30-40 мин.; теплая – 50-65 °С в течение 12-15 мин.; горячая – 85-88 °С в течение 5-7 мин.

Основную дефекацию проводят сразу после предварительной дефекации для разложения редуцирующих веществ, амидов кислот, солей аммония, доосаждения анионов кислот, омыления жиров. Процесс протекает при pH_{20} 12,2-12,4 и искусственно создаваемом избытке извести, необходимом на следующем этапе очистки, с расходом извести 0,9-1,0 % CaO, при перемешивании раствора. Основную дефекацию проводят в комбинированном режиме – последовательном сочетании холодной (теплой) ступени и горячей, последняя необходима для обеспечения полного разложения редуцирующих веществ, которое протекает при температуре более 85 °С. Соответственно, температура холодной ступени дефекации – 40 °С, теплой – 50-65 °С, горячей – 85-90 °С; длительность холодной ступени основной дефекации 20-30 мин., теплой – 10-15 мин., горячей – 5-10 мин.

Задачей первой ступени сатурации, которую проводят сразу после основной дефекации, является образование в растворе осадка карбоната кальция и адсорбция на его поверхности несахаров. Образование осадка протекает при подаче в дефекованный сок сатурационного газа, содержащего около 34 % CO_2, с понижением pH_{20} до 10,8-11,4 при температуре 85-88 °С в течение 10 мин. до достижения оптимальной щелочности 0,08-0,12 % CaO. В процессе сатурирования в растворе протекают сложные процессы образования «углекальциевых сахаратов», система претерпевает изменения своего состояния путем последовательного формирования

пересыщенного по CaO раствора, золя, геля и суспензии с кристаллическим осадком. Свежеобразованный кристаллический осадок карбоната кальция обладает наибольшей адсорбционной способностью, концентрируя на себе красящие вещества и коагулят несахаров, образовавшийся на предварительной дефекации. Образовавшийся осадок выводится из технологической линии путем фильтрования или отстаивания.

Отфильтрованный сок вновь подвергают обработке известью для разложения остаточных количеств редуцирующих веществ и амидов. Этап дефекации перед второй ступенью сатурации проводят в течение 5 мин. с расходом извести в количестве 0,4-0,7 % CaO к массе свеклы с доведением pH_{20} сока до 11,5. Далее дефекованный сок обрабатывают сатурационным газом с целью образования осадка карбоната кальция и максимального перевода кальциевых солей в нерастворимые формы.

Этап второй сатурации проводят при температуре 92-94 °С в течение 10 мин. до оптимальной щелочности сока 0,02-0,025 % CaO и pH_{20} 9,0-9,5, при которой содержание солей кальция имеет минимальную величину и обеспечивает получение сиропа с выпарной установки с pH_{20} 8,0-8,5. Образовавшийся осадок в соке второй ступени сатурации отделяют фильтрованием.

2.1.5 Тепловая обработка (Е)

2.1.5.1 Бланширование (Е1)

2.1.5.1.1 Назначение

Бланширование – это кратковременная обработка сырья путем нагревания в воде, в водных растворах солей или кислот либо острым паром.

Основное назначение бланширования – инактивирование ферментов, вызывающих нежелательные изменения сырья, приводящие к порче его или понижению качества не только в процессе переработки, но нередко даже и во время хранения готовой продукции.

Кроме того, процесс бланширования облегчает проведение последующих технологических процессов, а также способствует улучшению качества готовой продукции за счет уменьшения объема сырья путем удаления воздуха, содержащегося в растительных тканях, и частичного выделения из них воды. Это способствует, с одной стороны, более плотному заполнению консервируемым продуктом полезного объема консервной тары (повышению коэффициента ее использования), а с другой, – уменьшению внутреннего давления, образующегося в банке при стерилизации, и повышению вакуума в ней;

2.1.5.1.2 Области применения

Бланширование является важным этапом в обработке фруктов и зеленых овощей.

Бланширование используется для обработки мясного сырья при производстве консервов для питания детей раннего возраста.

2.1.5.1.3 Описание технологического процесса, способов. Применяемое оборудование

Перед бланшированием пищевые продукты подогреваются. Бланширование может сопровождаться использованием систем прямого или косвенного нагрева, что обусловлено видом продукта. Прямой нагрев, как правило, выполняется с помощью погружения в горячую воду, при температуре от 80 до 100 °C или с помощью воздействия острого пара. Процесс происходит обычно в горизонтальных камерах. Время пребывания в бланширователе может варьироваться приблизительно от 1 до 5 минут, в зависимости от вида обрабатываемых фруктов или овощей. Прямого контакта с водой некоторых продуктов следует избегать, поэтому в таких случаях применяются теплообменники, работающие на горячей воде или на пару. После бланширования продукт охлаждается с помощью либо воды, либо воздуха.

2.1.5.2 Варка и кипячение (E2)

2.1.5.2.1 Назначение

Варка и кипячение представляют собой основные тепловые процессы, применяемые практически во всех технологиях производства продуктов питания.

Эти процессы изменяют также структуру, цвет и содержание влаги продуктов и могут облегчать последующие виды обработки.

2.1.5.2.2 Области применения

Варка и кипячение применяется для производства продуктов питания

2.1.5.2.3 Описание технологического процесса, способов. Применяемое оборудование

Варка может осуществляться в следующих средах: водяная ванна, варка с водяным распылением, паровая варка, обработка горячим воздухом и микроволновая.

Варка с погружением в кипящую воду позволяет получить лучшую однородность нагревания. Погружение в горячую воду приводит к потере массы и к выделению протеинов и жиров в воду. Кипячение представляет собой варку жидких сред путем доведения их до температуры кипения.

Варка с водяным распылением обеспечивает хорошую равномерность нагревания. Сущность данной тепловой обработки заключается в одновременном воздействии воды, проходящей через распылители и насыщенного пара, который поднимается из коллектора накопления, в нижней части котла, нагреваемого змеевиками или ТЭНами.

В паровых котлах распылитель воды отсутствует, и нагревание происходит только в результате образующегося в коллекторе накопления пара.

Печи обработки горячим воздухом оснащены, когда это требуется для контроля влажности поверхности, впуском пара и рециркуляцией горячего воздуха, образующегося в результате прохождения через теплообменники.

В микроволновой печи продукт нагревается при прохождении через него микроволн, в результате чего генерируемое изнутри продукта тепло обеспечивает быструю варку.

В технологии производства колбас и продуктов из мяса, варка является обязательным процессом для всех видов изделий кроме сырокопченых и сыровяленых изделий.

2.1.5.3 Обжаривание (Е3)

2.1.5.3.1 Назначение

Назначение данного процесса состоит в подготовке продовольственного сырья к основным процессам тепловой обработки и улучшении качественных показателей, в частности вкусовых.

2.1.5.3.2 Области применения

Процесс применяют в производстве консервной. продукции.

2.1.5.3.3 Описание технологического процесса, способов. Применяемое оборудование

Обжаривание используется при изготовлении некоторых закусочных и обеденных консервов. Продолжительность обжаривания устанавливают опытным путем для каждого вида продукта.

Целевое назначение – размягчение продукта и придание ему приятного вкуса и аромата. Обжаривание осуществляется в механизированных паромасляных печах. Нарезанные овощи, входящие в состав целевого продукта, обжаривают при температуре 120–160 °С в течение 5–20 мин в зависимости от вида овощей и назначения готового продукта (количество масла в печи в 4–5 раз превышает массу обжариваемого сырья).

Разновидностью обжаривания является *пассерование*, при котором количество масла в 5-6 раз меньше массы обрабатываемых овощей. Перед пассерованием овощи нагреваются до температуры 130–140 °С, до появления легкого золотистого оттенка. Затем пассерование ведется при температуре 102–110 °С. Для пассерования овощей применяются двустенные котлы, или паровые плиты, которые позволяют пассеровать овощи в тонком слое и в небольшом количестве жира.

Обжаривание может проходить периодически или непрерывно. К стандартному оборудованию для периодической обжарки относится барабанный обжарочный аппарат, вращающийся дисковый обжарочный аппарат, обжарочный аппарат с псевдосжиженным слоем и обжарочный аппарат с фонтанирующим слоем. Общим для всего оборудования является то, что продукт одновременно нагревается и перемешивается. Продукт может находиться в непосредственном контакте с горячим воздухом, это называется конвективным теплообменом, или в контакте с нагреваемой поверхностью, это называется кондуктивным теплообменом. Как правило, комбинируются оба этих способа. Охлаждение выполняется в отдельном оборудовании. Это может быть либо решето для охлаждения, когда через него пропускается воздух, либо охладитель с фонтанирующим слоем, либо любое другое

оборудование, в котором сырье находится в контакте со свежим воздухом. Можно выполнять охлаждение водой в пекарной камере и иногда в охлаждающем оборудовании. Циклоны используются как составляющая часть процесса для удаления пыли, которая состоит в основном из остатков продуктов и кожуры (мякины), содержащейся в отходящем потоке теплоносителя. После этого извлеченный материал перерабатывается. Охлажденный воздух удаляется в окружающую среду.

2.1.5.4 Жарение (E4)

2.1.5.4.1 Назначение

Задачей жарения является тепловая обработка продукта в пищевом масле при температурах около 200 °C. Обычно используется растительное масло или смесь животного жира и растительного масла [33, 58, 59].

2.1.5.4.2 Области применения

В производстве консервной и мясной продукции.

2.1.5.4.3 Описание технологического процесса, способов. Применяемое оборудование

Различают следующие приемы жарения:

на жарочной поверхности с небольшим количеством жира; жир предварительно нагревают до высокой температуры;

в закрытой камере жарочного шкафа в неглубокой таре с небольшим количеством нагретого жира;

путем погружения в жир (во фритюре) — на открытой поверхности с большим количеством нагретого жира, помещенного в жарочную ванну.

Температурный режим, используемый при разных способах жарения, можно варьировать в зависимости от вида продукта.

При жарении на открытой поверхности в качестве среды, передающей тепло, используют нагретый жир, благодаря небольшой теплопроводности жир защищает продукт от местного перегрева и способствует равномерному нагреву всей поверхности.

В начальный период жарения, расплавленный жир обеспечивает равномерный нагрев поверхности продукта до температуры, не превышающей 100 °C.

При этом поверхностный слой продукта обезвоживается за счет испарения влаги и процесса термовлагопроводности, вызывающего перенос влаги в направлении движения потока тепла — от поверхностного слоя продукта к центру. Дальнейший нагрев обезвоженного поверхностного слоя продукта вызывает термический распад веществ, входящих в его состав, с образованием новых химических веществ (частью летучих), обладающих специфическим ароматом и вкусом жареного, характерным для данного вида продукта.

Начинается этот процесс примерно при температуре около 105 °C и усиливается при дальнейшем повышении температуры. Нагрев свыше 135 °C приводит к

ухудшению органолептических показателей продукта, в связи с образованием веществ, обладающих запахом и вкусом горелого.

При жарении в тонком слое жира на нагретый жир помещают продукт, поверхность которого быстро обезвоживается и покрывается корочкой. Для получения корочки с обеих сторон продукт переворачивают. Передача тепла внутренней части продукта в процессе жарения производится за счет теплопроводности самого продукта.

При жарении путем погружения в жир (во фритюре) продукт полностью погружают в жарочную ванну с нагретым жиром, что обусловливает образование корочки на всей поверхности продукта. В этом случае передача тепла от нагреваемой среды продукту осуществляется теплопроводностью. Жарение во фритюре может производиться плавающим и погруженным способом, причем производительность второго способа значительно выше. Жарение во фритюре находит широкое применение для доведения до готовности таких продуктов, как картофель, и может осуществляться с использованием аппаратов периодического и непрерывного действия.

При жарении в камере жарочного шкафа (радиационно-конвекционный способ) продукт поливают растопленным жиром и помещают в жарочный шкаф, в котором нагревание продукта производится в основном (на 80—85 %) за счет излучения (радиацией) от нагретых поверхностей камеры и частично благодаря теплопроводности горячего пода и конвекции перемещающихся потоков воздуха.

При жарении в поле ИК-излучений продукт (мясо, рыба) жарят на открытом огне (без дымообразования), помещая его на металлическую решетку, предварительно смазанную жиром. После обжаривания продукта с одной стороны решетку переворачивают и обжаривают продукт с другой стороны. Этот способ используют при жарении продукта в специальных аппаратах — электрогрилях, где он подвергается воздействию излучения электронагревательных элементов.

2.1.5.5 Пастеризация и стерилизация (E5)

2.1.5.5.1 Назначение

Консервирование пищевых продуктов основано на достижении промышленной стерильности. Тепловая обработка для консервирования продуктов является одной из основных технологий, используемых для этой цели в производстве продуктов питания. Тепловая обработка прекращает бактериальную и ферментативную деятельность, и таким образом, предотвращает ухудшение качества и быструю порчу продуктов. В процессах тепловой обработки можно применять различные температурно-временные комбинации в зависимости от свойств продукта и требований к сроку хранения.

Пастеризация представляет собой регулируемый процесс нагрева, используемый для уничтожения жизнеспособных видов каких-либо микроорганизмов, то есть, болезнетворных или вызывающих гниение, которые могут быть в некоторых мясных продуктах и других пищевых продуктах.

Стерилизация представляет собой регулируемый процесс нагрева, используемый для уничтожения активных и споровых форм микроорганизмов, которые могут иметься в консервированных продуктах. Это достигается с применением влажного нагревания, сухого нагревания, фильтрации, облучения или химическими

способами. В сравнении с пастеризацией, используется тепловая обработка при температуре выше 100 °С в течение достаточно продолжительного периода времени, чтобы добиться стабильного срока хранения продукта.

2.1.5.5.2 Области применения

Пастеризация и стерилизация используется для обработки всех типов продуктов в производстве продуктов питания.

2.1.5.5.3 Описание технологического процесса, способов. Применяемое оборудование

Температура пастеризации может составлять от 62 до 95 °С, время пастеризации варьируется от секунд до минут. При периодической пастеризации применяется температура от 62 до 65 °С в течение максимум 30 мин. При кратковременной высокотемпературной пастеризации применяется температура от 72 до 75 °С в течение 15–240 с. При кратковременной пастеризации с высокой степенью нагрева применяется температура от 85 до 95 °С в течение 1–25 с.

Периодическая пастеризация выполняется в сосудах с мешалкой. Иногда продукт, пастеризуются после изготовления консервов. При этом продукты в контейнерах погружаются в горячую воду или проходят через паровой туннель. Для непрерывной пастеризации используются прямоточные теплообменники, например, трубчатые, или пластинчатые. Они включают в себя участки нагрева, выдержки и охлаждения.

Как правило, для стерилизации продукт консервируется в таре и затем проходит тепловую обработку в стерилизаторе (автоклаве) паром или горячей водой. Стерилизаторы могут быть периодического или непрерывного действия. При стерилизации влажным нагревом температура составляет обычно от 110 до 130 °С со временем стерилизации от 20 до 40 мин. Однако если условия не благоприятствуют росту спор, можно применять более низкие температуры в течение более коротких периодов времени.

В плодоперерабатывающих организациях чаще используют вертикальный автоклав – стерилизатор на две или четыре корзины. Для стерилизации томат-пасты, пюре, сахарных растворов и воды для диффузионных установок сахарных заводов применяют пароконтактные устройства. В них нагрев осуществляется в результате непосредственного контакта среды с паром.

Жидкий продукт распыляется в пароконтактном нагревателе и мгновенно обрабатывается паром из дистиллированной воды. Затем продукт поступает в вакуум-камеру, где в результате испарения удаляется перешедший в него конденсат, летучие кислоты, придававшие продукту нежелательный запах и привкус.

Режим стерилизации зависит от вида продукции, размера и вида тары. Так, консервы с твердой продукцией прогреваются дольше, чем с жидкой. Жестяная тара прогревается быстрее, чем стеклянная. Поэтому для каждого вида продуктов разработан специфический режим стерилизации.

В малокислых пищевых продуктах с pH выше 4,2 (овощные, рыбные, мясные консервы) хорошо развиваются всевозможные гнилостные анаэробные и другие микроорганизмы, споры которых очень термоустойчивы (например, возбудители ботулизма). Поэтому такие консервы стерилизуют при температуре выше 100 °С.

Если же активная кислотность продукта высока – pH ниже 4,2 (фруктовые консервы), то достаточно 100 °С и ниже, чтобы подавить плесени и дрожжи, которые хорошо развиваются в кислой среде, но нетермоустойчивы. Кислая среда снижает термоустойчивость спор других микроорганизмов.

К тепловой стерилизации относится асептический метод консервирования.

Принцип его заключается в том, что тепловая стерилизация пищевого продукта осуществляется до фасовки в тару, а для того чтобы гарантировать микробиологическую стабильность продукта при хранении, принимают меры против вторичного заражения стерильного продукта при фасовке и после нее. Особую ценность этот метод консервирования представляет в отношении сохранения фруктовых полуфабрикатов (пюре) в резервуарах большой вместимости (15–50 т).

Для стерилизации консервов используют также тиндализацию – метод повторной стерилизации с интервалами между варками в 20–28 ч. Этот метод позволяет проводить стерилизацию при установленной продолжительности при несколько пониженной температуре. При такой обработке первоначальная консистенция сырья почти не изменяется, качество продукта лучше в сравнении с обычной стерилизацией (например, плоды компота не разваривaются, имеют упругую, плотную консистенцию).

К особым вариантам тепловой стерилизации относится применение переменного электрического тока высокой и сверхвысокой частоты. При этом стерилизация происходит за несколько секунд, и консервы получаются высокого качества. Однако внедрение процессов ВЧ- и СВЧ-обработки в практику консервирования лимитируется сложностью оборудования, относительно высокой энергоемкостью процесса, трудностью контроля температурного режима в банке во время обработки и т.д.

2.1.5.6 Влаготепловая обработка (Е6)

2.1.5.6.1 Назначение

Процесс применяется в производстве растительных масел для ослабления связей масла с частицами мятки, что облегчает отделение масла при прессовании [33, 58, 59].

2.1.5.6.2 Области применения

Применяется в производстве растительных масел.

2.1.5.6.3 Описание технологического процесса, способов. Применяемое оборудование

Если измельченные маличные семена направить после вальцевого станка в пресс, то, несмотря на большое давление в прессе удастся извлечь небольшое количество масла, содержащегося в мятке (примерно 10–15 % от большего содержания).

При нагревании мятки снижается вязкость масла, что облегчает его последующее вытекание из прессуемого материала.

В производственных условиях процесс влаготепловой обработки – приготовление мезги – слагается из двух периодов.

Первый период – увлажнение мятки и подогрев до температуры 60 °С. Подогрев при увлажнении необходим для более равномерного распределения влаги в мятке. В течение этого периода происходит процесс избирательного смачивания и производится основная работа по уменьшению связанности масла на поверхности частиц мятки.

Второй период – высушивание и нагрев увлажненной мятки. Влажность готовой мезги доводят до уровня, обеспечивающего достижение физико-механических свойств, необходимых для работы шнекового пресса данного типа.

Конечная влажность готовой мезги низкая, материал подсушивают при непрерывно повышающихся температурах (от 60 до 110 °С).

Подготовку мезги к прессованию производят последовательно в пропарочно-увлажнительном шнеке (инактиваторе), групповой жаровне.

2.1.5.7 Тостирование (Е7)

2.1.5.7.1 Назначение

Цель тостирования – удаление растворителя из обезжиренного экстракцией материала (шрота) отгонкой для получения кормового продукты и сокращения потерь растворителя в производстве [33, 58, 59].

2.1.5.7.2 Области применения

Применяется в производстве растительных масел.

2.1.5.7.3 Описание технологического процесса, способов. Применяемое оборудование

Обезжиренный остаток сырья после экстракции – шрот выходит из экстрактора с высоким содержанием растворителя и влаги (25 – 40 %), поэтому его направляют в шнековые или чанные (тостеры) испарители, где из него удаляют бензин.

Механизм и кинетика процесса отгонки растворителя из шрота после экстракции аналогична процессу сушки. Удаление растворителя путем отгонки осуществляется в перемешиваемом слое материала под действием острого и глухого водяного пара в специальных чанных испарителях – тостерах в условиях вакуума. Температура процесса зависит от вида масличного сырья, условия проведения процесса при различном давлении и необходимости обезвреживания антипитательных веществ.

2.1.6 Концентрирование под воздействием тепла (F)

2.1.6.1 Выпаривание/испарение (жидкость – жидкость) (F1)

2.1.6.1.1 Назначение

Выпаривание/испарение представляет собой частичное или полное обезвоживание жидких пищевых продуктов с помощью кипения жидкости при атмосферном или пониженном давлении. Например, жидкие продукты можно концентрировать с 5 % содержания сухих веществ до более 72 %, в зависимости от вязкости концентратов. Эти технологические процессы применяются для предварительно концентрированных пищевых продуктов с целью увеличения содержания сухих веществ в продукте и изменения цвета продукта.

2.1.6.1.2 Области применения

Выпаривание/испарение применяются практически во многих технологиях производства продуктов питания. Они используются, например, для производства производных овощных и фруктовых паст и пюре, приправ, сахара.

2.1.6.1.3 Описание технологического процесса, способов. Применяемое оборудование

Пищевые продукты, подвергаемые концентрированию, представляют собой сложную систему, в которой кроме истинных водных растворов сахаров, органических кислот, минеральных солей и других веществ содержатся взвешенные частицы различной степени дисперсности.

Выпаривание воды сопровождается сложными физико-химическими изменениями. В процессе выпаривания увеличиваются плотность продукта и его вязкость. Под действием тепла происходит коагуляция белков, некоторый гидролиз сложных органических соединений, а также реакции соединения — меланоидинообразования, карамелизации и ряд других.

Таким образом, при концентрировании непрерывно изменяются основные свойства продукта. Поэтому подбор режимов и условий концентрирования является важнейшей работой в создании технологического процесса и устройств для концентрирования пищевых продуктов.

Так же выпаривание/испарение применяется для удаления остаточной влаги из масла на ранних стадиях извлечения растительных масел и рафинации.

Выпаривание проводят при таком режиме, при котором можно наиболее полно сохранить ценные компоненты продукта и свойственные ему цвет, вкус и запах. Это можно достигнуть при низких температурах кипения и кратковременном пребывании продукта в выпарных аппаратах.

Для нагревания массы до температуры кипения можно применять любой теплоноситель, но в пищевой промышленности, как правило, используют водяной пар,

который называют греющим или первичным в отличие от вторичного (сокового) пара, образующегося при выпаривании растворов.

Процесс можно проводить при атмосферном давлении или под вакуумом.

При выпаривании при атмосферном давлении вторичный пар обычно отводят в атмосферу. Этот способ является наиболее простым, но малоэкономичным, ухудшающим качество продукта за счет высокой температуры нагрева.

При выпаривании под вакуумом точка кипения раствора снижается, и это позволяет использовать для обогрева выпарных аппаратов пар низкого давления. Достоинством вакуум-аппаратов являются уменьшение потерь тепла в окружающую среду и увеличение полезной разности между температурами греющего пара я кипящего раствора.

Выпаривание может осуществляться в одном выпарном аппарате (однокорпусная установка) либо в нескольких последовательно установленных аппаратах (многокорпусная установка).

Однокорпусная установка применяется для выпаривания относительно небольшого количества жидкости, когда экономия теплоты не имеет большого значения.

Многокорпусная выпарная установка состоит из нескольких однокорпусных выпарных аппаратов, соединенных последовательно. В этих установках для обогрева второго и последующего корпусов используется вторичный (соковый) пар. Передача тепла осуществляется за счет разности между температурой греющего пара и температурой кипения раствора. Пониженная температура кипения достигается снижением давления в каждом последующем аппарате по сравнению с предыдущим.

В прямоточной выпарной установке благодаря перепаду давлений раствор из предыдущего корпуса в последующий переходит самотеком параллельно протекающему пару. При переходе из предыдущего корпуса в следующий раствор оказывается перегретым вследствие того, что попадает в пространство с более низкой температурой и меньшим давлением. В результате самоиспарения удаляется некоторое количество воды.

Соковый пар из последнего корпуса поступает в барометрический конденсатор.

В противоточной установке применяется встречное взаимное движение упариваемого раствора и греющего пара. Раствор поступает в последний корпус и в концентрированном виде выходит из первого в случае нумерации корпусов по пару.

Поскольку давление в корпусах по мере передвижения продукта увеличивается, он передается из корпуса в корпус насосами.

Выпарные аппараты, используемые для концентрирования соков, должны обеспечивать быстрое проведение процесса выпаривания без заметного ухудшения цвета, вкуса и химического состава. Они должны быть экономичны, т. е. обладать высокой испарительной способностью при относительно невысоком расходе греющего пара, обеспечивать непрерывную работу и удобство обслуживания.

Регулирование процесса выпаривания должно проводиться автоматически.

Для концентрирования термолабильных ягодной и цитрусовой продукции используют низкотемпературный выпарной аппарат с двумя испарителями.

Испарение и конденсация достигаются при помощи циркулирующего аммиака или другого холодильного агента в жидком и газообразном состоянии. Сжатые пары

аммиака через газоохладитель поступают в испаритель, где конденсируются, отдавая тепло на испарение продукта. Жидкий аммиак стекает в резервуар, а оттуда в аммиачный испаритель. Испаритель одновременно действует как конденсатор. Когда пар из продукта конденсируется и свою скрытую теплоту испарения отдает жидкому аммиаку, тот испаряется. Пары аммиака засасываются компрессором. Частично сконденсированный сок из испарителя первого корпуса через сепаратор поступает в испаритель второго корпуса. В межтрубное пространство этого испарителя подаются соковые пары из сепаратора первого корпуса. Здесь осуществляется окончательное концентрирование сока до 50–70 %. Продукт перекачивается циркуляционными насосами.

В установке поддерживается вакуум в пределах 90–92 кПа. Низкая температура выпаривания в сочетании с быстрым прохождением продукции через аппарат обеспечивает получение продукта высокого качества как по органолептическим, так и по физико-химическим показателям.

Другую возможность относительно щадящего и непрерывного выпаривания в тонком слое представляют пластинчатые выпарные аппараты.

Выбор подходящей выпарной установки определяется видом обрабатываемого продукта. Кроме того, необходимо учитывать следующие аспекты: требуемая производительность по продукту и по испаренной влаге; степень концентрации, содержание сухих веществ в исходном продукте; теплочувствительность продукта, возможная температура и продолжительность обработки; реологические свойства продукта, тенденция к пригоранию; расходы на установку и эксплуатацию в зависимости от испарительной способности греющей поверхности.

В зависимости от специфических свойств продукта и технологических критериев (продолжительность обработки и пределы вязкости) можно приблизительно определить тип выпариваемого аппарата (таблица 2.3).

Таблица 2.3 – Стандартные общие концентрации сухих веществ для различных типов испарителей

Тип испарителя	Общее содержание сухих веществ на входе, %	Общее содержание сухих веществ на выходе, %
Кожухотрубчатый, многоступенчатый	5 – 25	40 – 75
Пластинчатый, многоступенчатый	5 – 25	40 – 75
Вакуумный выпарной аппарат	60 – 70	80 – 85
Центротермический, одноступенчатый	5 – 25	40 – 60
Пленочный, одноступенчатый	40 – 50	70 – 90

При возможности выбора одной из нескольких типов выпарных установок наряду с таким фактором, как качество продукции, необходимо учитывать и чисто экономические — потребность в паре, воде, габаритные размеры установки и т. д.

Данный тепловой процесс применяется и в масложировом производстве.

Сырьем для получения лецитина (рисунок 2.6) служат растительные масла. Точнее побочный продукт их рафинации – фосфатидная эмульсия. Она образуется на стадии гидратации растительных масел.

Гидратация масел направлена на выведение из них фосфорсодержащих веществ. В масло дозируется вода (для получения пищевого лецитина обязательно проводить водную гидратацию, не применяя растворов кислот или других электролитов), смесь масла с водой перемешивается и образовавшийся в результате этого в масле осадок (фосфатидная эмульсия) затем отделяется от масла. Данный осадок состоит из 50 – 65 % воды, 20 - 30 % фосфолипидов и 15 – 20 % масла, которое подвергалось гидратации. Для получения из данного осадка жидкого лецитина его влажность необходимо довести до значений менее 1 %, что осуществляется при нагревании его под вакуумом. Полученный продукт содержит не менее 60 % фосфолипидов, приблизительно 39 % масла и не более 1 % воды.

Стоит отметить, что для получения качественного лецитина растительное масло еще перед гидратацией должно быть подвергнуто фильтрации, для того, чтобы в фосфатидную эмульсию, а далее и в лецитин не попали нежировые нерастворимые примеси.



Рисунок 2.6 – Схема последовательности технологических операций получения лецитина

2.1.6.2 Сушка (F2)

2.1.6.2.1 Назначение

Сушка – процесс удаления влаги из продукта путем ее испарения и отвода образовавшихся паров. Это сложный тепломассообменный процесс, связанный с затратами теплоты на фазовое превращение воды в пар, скорость его во многих

случаях определяется скоростью внутридиффузионного переноса влаги в твердом теле.

2.1.6.2.2 Области применения

Наиболее распространенными областями применения процесса сушки являются производство сушеных продуктов питания, производство сахара.

2.1.6.2.3 Описание технологического процесса, способов. Применяемое оборудование

Выбор метода сушки и типа сушилки осуществляется на основании анализа материала как объекта сушки, при этом большое значение имеют формы связи влаги с материалом. Различают следующие формы связи влаги с материалом: химически, физико-химически и физико-механически связанную.

Химически связанная влага определяется ионной или кристаллогидратной связью, не удаляется при нагревании до 100-120 °С, разрушается путем химического воздействия или нагревом до высоких температур.

Физико-химически связанная влага удерживается на внутренней поверхности пор материала адсорбционными силами (адсорбционно, осмотически и капиллярно-связанная влага).

Физико-механически связанная влага находится в крупных капиллярах, на наружной поверхности продукта и удерживается капиллярным давлением.

В качестве объектов сушки выступают пищевые продукты, которые могут быть кристаллическими телами, как, например, сахар или коллоидно-дисперсными системами, как, например, овощи и фрукты.

Сушильные установки, применяемые в пищевой промышленности, отличаются разнообразием конструкций и подразделяются [3]:

- по способу организации процесса (периодические или непрерывного действия);
- по состоянию слоя (плотный, неподвижный, пересыпающийся, кипящий и др.);
- по виду используемого теплоносителя (воздух, газ, пар, топочные газы и др.);
- по способу передачи теплоты (конвективные – подвод теплоты осуществляется при непосредственном контакте сушильного агента с высушиваемым материалом; кондуктивные – подвод теплоты осуществляется путем передачи от теплоносителя к материалу через разделяющую их стенку; радиационные – подвод теплоты осуществляется путем передачи инфракрасными излучателями; диэлектрические – подвод теплоты осуществляется путем нагревания материалов в поле высокой частоты);
- по давлению воздуха в сушильной камере (атмосферные, вакуумные, сублимационные и др.);
- по направлению движения материала и сушильного агента (прямоточные и противоточные);
- по схеме циркуляции сушильного агента, способу обслуживания и т.п.

Классификация сушильных установок представлена на рисунке 2.7.

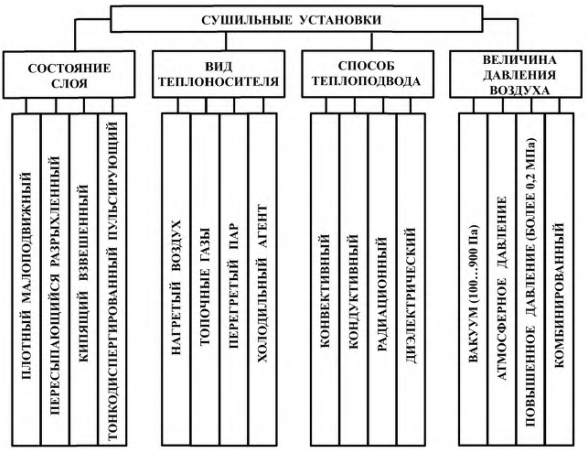

Рисунок 2.7 – Классификация сушильных установок

Применяются разнообразные типы сушилок: с псевдоожиженным слоем, сушильные камеры или лотковые сушилки, конвейерные или ленточные сушилки, пневматические, сушилки с мгновенным парообразованием и/или кольцевые, барабанные, туннельные, паровые пучковые, вакуумные сушилки и др.

Наиболее широкое распространение получили барабанные сушилки, которые отличаются высокой производительностью и относятся к конвективным сушилкам. В качестве сушильного агента в них используют воздух и дымовые газы. Барабанные сушилки представляют собой вращающиеся металлические цилиндры с небольшим наклоном, оснащенные изнутри порогами рассева, которые создают каскадирование продукта через поток горячего воздуха и его перемещение в сушилке. Поток воздуха может быть прямоточным или противоточным. Перемешивание продуктов и большая площадь продукта, подвергающаяся воздействию воздуха, обеспечивает высокую интенсивность и равномерность сушки продуктов. В особенности этот метод подходит для продуктов, которые склонны к агломерации в ленточных или лотковых сушилках. Он применяется в сахарной промышленности для сушки сахара.

Сушилки с псевдоожиженным слоем используют для сушки различных мелкозернистых продуктов. Внутри сушилок находятся одна или несколько ступенчатых решеток с перфорированными основаниями, на которых находится слой продукта глубиной до 15 см. Горячий воздух продувается через слой, в результате чего продукт сжижается в потоке воздуха, что приводит к интенсивному перемешиванию. Воздух служит в качестве средства обезвоживания и псевдоожижения, одновременно. Эти сушилки могут быть периодического или непрерывного действия. Сушилки с псевдоожиженным слоем компактны и обеспечивают оптимальный контроль условий высушивания, относительно высокий тепловой кпд и высокую степень высушивания. Такие сушилки обладают большой интенсивностью теплопередачи и массообмена и, следовательно, обеспечивают короткое время сушки. Обезвоживание может выполняться при температуре воздуха ниже 100 °С, а также при температуре до 170 °С или выше, в зависимости от продукта. Используются для сушки сахара.

Сушильные камеры или лотковые сушилки состоят из изолированного шкафа, оснащенного неглубокой сеткой или перфорированными лотками, в каждом из которых размещается тонкий слой продукта. В камере циркулирует горячий воздух. Для направления воздуха над каждым лотком и/или сквозь каждый лоток, с целью равномерного распределения воздуха, используется система каналов и направляющих перегородок. Такие сушки применяются в небольших производствах и не требуют больших затрат и технического обслуживания. Вместе с тем, с их помощью достаточно сложно обеспечивать качество различных продуктов и осуществлять контроль качества. Используются для сушки фруктов и овощей.

Конвейерные или ленточные сушилки представляют собой конвейерные камеры, внутри которых расположены конвейеры, снабженные вентиляционным оборудованием. Сушка продукта в них осуществляется чистым нагретым воздухом. Конвейерные сушилки могут быть одноярусными и многоярусными, в которых материал перемещается, пересыпаясь с одного конвейера на другой. Такие сушилки нашли применение для высушивания овощей и фруктов.

В туннельных сушилках тонкие слои продуктов сушатся на лотках, которые расставлены на ленте конвейера, движущегося через изолированный туннель, или на перемещающихся по рельсам тележках. Подаваемый в туннель горячий воздух взаимодействует с материалом в прямотоке или противотоке. Такие сушилки применяют для сушки долго сохнущих материалов – овощей и фруктов.

Вакуум-сублимационные сушилки работают при остаточном давлении в сушильной камере 13,3-133,3 Па. При этом давлении сублимационная сушка протекает при отрицательных температурах, а вода находится в состоянии льда. При сублимационной сушке продукты сначала замораживают, а потом помещают в вакуумную камеру, где производится откачка давления остаточных газов до 2,7-8,0 Па. В вакууме происходит интенсивное испарение льда с поглощением теплоты. Испаряемая влага конденсируется в десублиматорах, охлаждаемых до температуры ниже 55 °С. Вакуум-сублимационные сушилки используются для сушки мяса и мясных изделий, овощей.

2.1.7 Обработка путем удаления тепла (G)

2.1.7.1 Охлаждение (G1)

2.1.7.1.1 Назначение

Охлаждение – процесс понижения температуры материалов путем отвода от них теплоты.

Применяется для понижения температуры пищевых продуктов с одной температуры до другой или до требуемой температуры хранения. Охлаждение представляет собой технологию обработки, при которой температура продукта снижается и поддерживается в интервале от минус 1 до плюс 8 °С. Задачей охлаждения является снижение интенсивности биохимических и микробиологических изменений в продуктах, продление срока хранения свежих и переработанных продуктов или поддержание определенной температуры при обработке продуктов.

Охлаждение используется также для стимулирования изменения агрегатного состояния, например, кристаллизации.

2.1.7.1.2 Области применения

Охлаждение применяется для обеспечения сохранности скоропортящихся продуктов питания.

2.1.7.1.3 Описание технологического процесса, способов. Применяемое оборудование.

Для снабжения потребителей охлажденными пищевыми продуктами требуется сложная система распределения, включающая в себя охлаждаемые хранилища, транспортные средства с рефрижераторами и охлаждаемые витрины для розничной торговли. Охлажденные пищевые продукты можно разделить на три категории, в соответствии с температурой хранения.

Первая – от минус 1 °С до плюс 1 °С для колбасных изделий, разделанного и копченого мяса;

Вторая – от 0 °С до плюс 5 °С для пастеризованных мясных консервов и кондитерских изделий;

Третья – от 0°С до плюс 8°С для сырого вяленого мяса и др.

Самым эффективным по скорости охлаждения считается вакуумный метод, гидроохлаждение, воздушное охлаждение и снегование. В настоящее время широко используется воздушный метод охлаждения продуктов в различных его модификациях.

Воздушный метод охлаждения применяется:

- в холодильных камерах для обычного хранения продуктов, где средняя скорость движения воздуха примерно равна 1–1,5 м/с, а кратность циркуляции равна 30–40 объемов в час;
- в тоннельных камерах при условии предварительного охлаждения или же в камерах другого типа, где скорость движения воздуха от 3 до 4 м/с;
- в специализированных аппаратах, в которых осуществляется интенсивное охлаждение воздухом с применением высоких скоростей его движения (до 5 м/с) и при большой кратности циркуляции воздуха (до 150 объемов/час).

Так как в основном пищевые продукты имеют небольшую теплопроводность, то их охлаждение осуществляется достаточно медленно – в течение нескольких часов или даже суток.

2.1.7.2 Замораживание (G2)

2.1.7.2.1 Назначение

Замораживание пищевых продуктов – это способ консервирования продуктов, заключающийся в понижении температуры замораживаемого продукта ниже точки его замерзания. Эта так называемая криоскопическая точка зависит от концентрации

растворимых веществ в клеточном соке, при которой часть содержащейся в продукте воды переходит в твердое состояние.

2.1.7.2.2 Области применения

Замораживанию подвергают такие виды пищевых продуктов, как например: фрукты, овощи и мясо.

2.1.7.2.3 Описание технологического процесса, способов. Применяемое оборудование

Во время замораживания сначала отводится тепло для снижения температуры продукта до точки замерзания с параллельно происходящим процессом отведения тепла вследствие респирации (для свежих продуктов). После этого выделяется латентное тепло кристаллизации, и формируются кристаллы. В таблице 2.4 приведены типичные точки замерзания различных продуктов, относящихся к данному ИТС.

Таблица 2.4 – Типичные точки замерзания различных продуктов

Наименование продукта	Точка замерзания
Мясо, домашняя птица	от – 0,6 °С до – 2,0 °С
Овощи (горошек зеленый, цветная капуста, лук, морковь, томаты и др.)	от –0,9 °С до –1,4 °С
Фрукты (груша, слива, абрикосы и др.)	от –1,8 °С до –2,5 °С
Ягоды (клубника, малина и др.)	от –0,8 °С до –1,2 °С

Существует большое разнообразие методов и оборудования для замораживания продуктов питания. К наиболее распространенным морозильным установкам относятся воздуходувные, ленточные, с псевдосжиженным слоем, с поверхностным охлаждением, погружные и криогенные морозилки.

В периодических воздуходувных морозилках холодный воздух с температурой минус 30 – 40 °С циркулирует вокруг продуктов со скоростью 1,5 – 6 м/с. В таких морозилках продукты укладываются на поддонах в помещениях или камерах.

В непрерывно действующих морозильных установках поддоны, на которых укладываются продукты, размещаются на тележках или, продукты перемещаются по туннелю замораживания с помощью конвейерных лент. Иногда используются многофазные туннели с несколькими лентами. Во время перемещения продуктов с ленты на ленту происходит разделение слипшихся продуктов. Толщина слоя продуктов на лентах может составлять от 25 до 125 мм. В воздуходувных морозилках циркулируют большие объемы воздуха, однако это может привести к окислительным изменениям неупакованных продуктов. Влага из продуктов конденсируется на змеевиках системы охлаждения, это делает необходимым частое размораживание. Кроме этого, применяется замораживание в потоке воздуха с температурой ниже минус 50 °С движущегося со скоростью до 45 м/с.

Принцип действия противоточной морозильной установки (например: ленточной или винтовой), идентичен принципу действия воздуходувной установки, за

исключением того, что замораживаемые продукты перемещаются через противоток холодного воздуха или жидкого азота [34]. Это уменьшает испарение воды из продуктов.

В аппаратах с псевдосжиженным слоем пищевые продукты обрабатываются воздухом с температурой от минус 25 °С до минус 40 °С. Воздух проходит вертикально вверх через перфорированный лоток или конвейерную ленту, а также через слой продукта толщиной от 2 до 20 см. Форма и размер кусочков продукта определяется толщиной псевдосжиженного слоя и скоростью воздуха для псевдоожижения. В такой системе продукты имеют большую площадь соприкосновения с воздухом, чем в воздуходувных установках, что обусловливает одновременное и равномерное замораживание.

В морозильных установках с поверхностным охлаждением вертикальные или горизонтальные полые пластины охлаждаются хладагентом с температурой около минус 40 °С. Продукты размещаются на поверхности тонкими слоями. Иногда пластины немного прижимаются друг к другу. Это усиливает контакт между продуктами и охлаждающими пластинами. Преимущество таких морозилок состоит в том, что происходит незначительное обезвоживание продуктов, что сокращает частоту выполнения размораживания.

В погружных морозильных установках упакованные продукты проходят через ванну с охлажденным гликолевым, соляным, глицериновым раствором или с раствором хлорида кальция на погружном сетчатом конвейере. С помощью этого метода достигается высокая интенсивность замораживания. Он применяется, например, для предварительного замораживания, завернутой в пленку домашней птицы перед воздуходувным замораживанием.

При криогенном замораживании пищевые продукты находятся в непосредственном контакте с хладагентом, в качестве которого может использоваться твердый или жидкий углекислый газ или жидкий азот. Хладагент испаряется и сублимируется, забирая тепло из продуктов, в результате происходит быстрое замораживание. Хладагенты на основе жидкого азота и углекислого газа без цвета, без запаха и инертны.

2.1.7.3 Сублимационная сушка /лиофилизация (G3)

2.1.7.3.1 Назначение

Сублимационная сушка или лиофилизация представляет собой процесс извлечения воды из продукта основанный на сублимации и десорбции. Цель этого процесса заключается в сохранности термолабильного материала, который невозможно высушивать испарением жидкость-жидкость. Этот метод применяется в случае существования риска распада отдельных компонентов при высоких температурах, что может привести к потере вкуса или других аспектов качества.

2.1.7.3.2 Области применения

Эта технология используется, например, для сушки овощей для супов, растворимых порошков и мяса [4].

Возрастает использование сублимированных продуктов для питания космонавтов и других людей с особыми условиями трудовой деятельности. Оценки производятся по комплексу органолептических и физико-химических показателей, а также по степени перевариваемости и усвояемости. Следует отметить, что по перевариваемости и усвояемости мясо сублимационной сушки и продукты из них не уступают обычным. Аналогичные результаты получены и для растительных продуктов. Однако при длительном кормлении подопытных животных только сублимированными продуктами отмечалось некоторое снижение усвояемости белка.

Имеются объективные предпосылки для развития технологии консервирования продуктов сублимационной сушкой (рис.2.8–2.10). Стали доступными новые виды тропического растительного сырья. Развивается производство сублимированных экстрактов чая и лекарственных трав. Получены устойчивые штаммы пробиотических микроорганизмов. Внесение их во фруктово-ягодные пюре позволяет достигать высокого уровня сохранности таких композиций микроорганизмов в сублимированных продуктах. Сохранность витаминов, белков и микрофлоры после сушки остается на высоком уровне.

2.1.7.3.3 Описание технологического процесса, способов. Применяемое оборудование

К оборудованию для сублимационной сушки относится сушильная камера с полками с регулируемой температурой. Это может быть камера периодического действия, когда лотки остаются неподвижными на нагревательных пластинах в течение процесса сушки, или полунепрерывного типа, когда лотки перемещаются через вакуумный шлюз в сушильный канал. Оборудование включает в себя также конденсатор, для задержания воды, извлекаемой из продукта в сушильной камере и для упрощения процесса сушки; систему охлаждения, для доставки хладагента к полкам и конденсатору; и вакуумную систему, для понижения давления в камере.

Если подаваемым продуктом является жидкость, она замораживается в два этапа, с двумя температурами замерзания и периодами времени, а затем измельчается. После этого твердый материал подается вручную или механически на лотки в сушильной камере. Температура сушильной камеры значительно ниже 0 °С.

Точная температура зависит от вида продукта. В камере обеспечивается пониженное давление близкое к вакууму. В таких условиях лед испаряется, минуя жидкую фазу. Это испарение вызывает дальнейшее понижение температуры продукта, которое компенсируется подводом тепла в продукт с помощью нагревательных пластин через лотки с регулируемой температурой.

Испаряющаяся вода снова замораживается на поверхности конденсатора, температура которого намного ниже температуры сублимации в существующих в камере условиях. Время от времени конденсатор освобождается ото льда с помощью нагрева поверхности конденсатора. При этом вода частично размораживается и дренируется. Вакуум поддерживается с помощью вакуумного насоса.

Для предотвращения попадания твердых частиц и повреждения вакуумного насоса, на всасывающем патрубке используется фильтр.

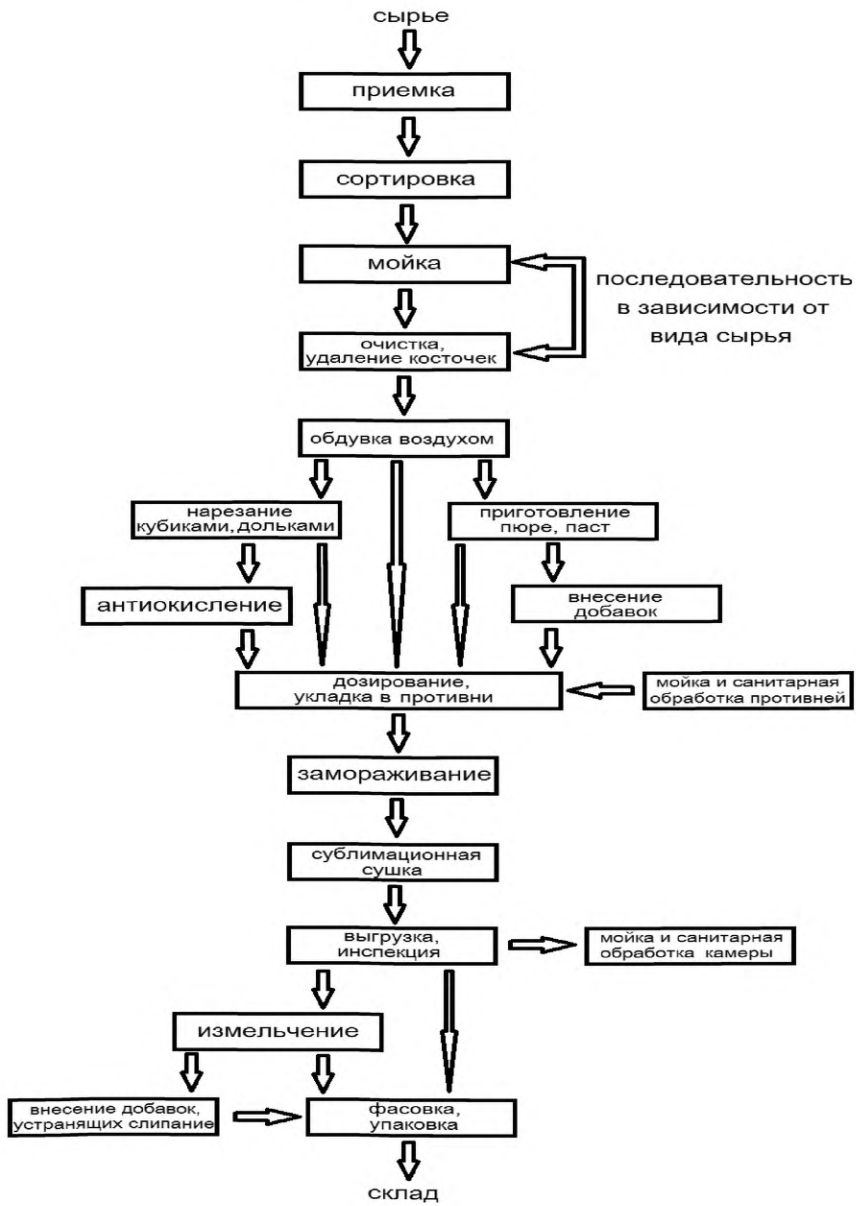

Рисунок 2.8 – Технологическая схема производства сублимированных овощей

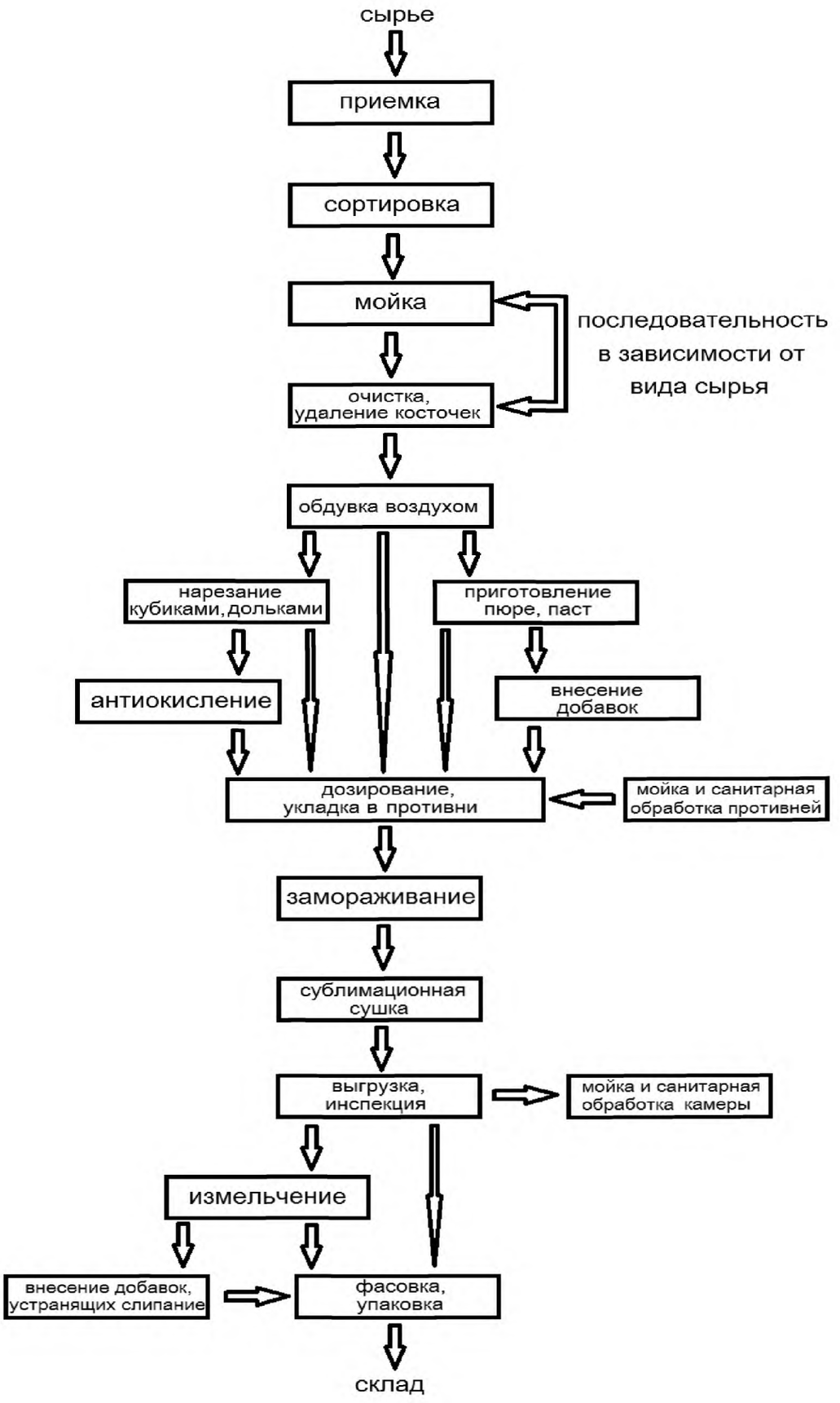

Рисунок 2.9– Технологическая схема производства сублимированных фруктов и ягод

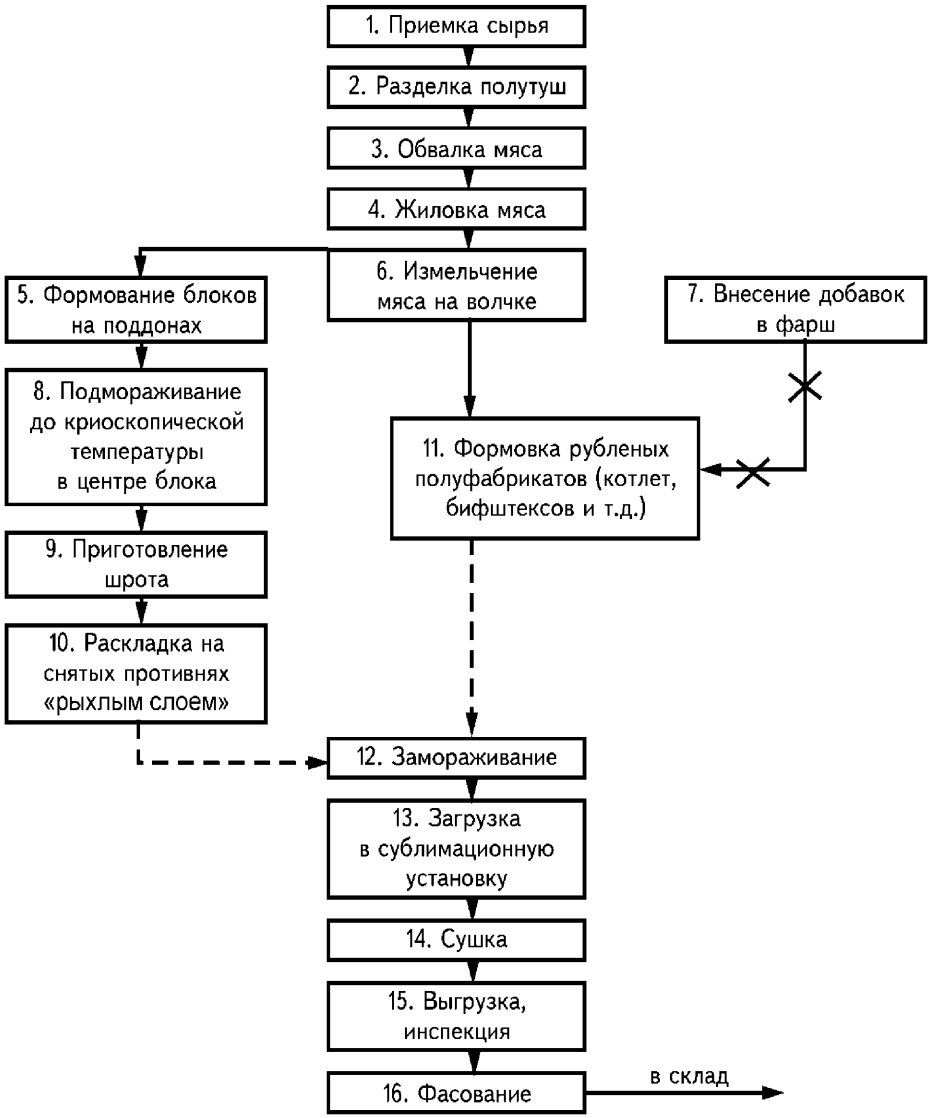

Рисунок 2.10 – Технологическая схема производства сублимированных мясопродуктов

2.1.7.4 Вымораживание (винтеризация) (G4)

2.1.7.4.1 Назначение

Процесс винтеризации – удаление воскоподобных веществ из растительных масел.

2.1.7.4.2 Области применения

Процесс винтеризации применяется при рафинации различных масел, содержащих воскоподобные вещества (подсолнечное, рапсовое, кукурузное и др.). В подсолнечном масле содержится наибольшее количество воскоподобных веществ, которые попадают туда из лузги семян подсолнечника и вызывают помутнение масла при низких температурах и выпадение осадка на дне емкостей.

2.1.7.4.3 Описание технологического процесса, способов. Применяемое оборудование

Присутствие восков и воскообразных веществ в растительном масле способствует образованию мутной взвеси или осадка при длительном хранении. Это ухудшает товарный вид, затрудняет переработку и фильтрацию масла, отрицательно сказывается на активности катализатора при гидрогенизации.

Воски в основном локализованы в оболочке семени и в процессе извлечения масла переходят в него. Количество восковых веществ в масле колеблется от 0,01 до 0,4 % и зависит от способа получения масла. В прессовом подсолнечном масле их содержание составляет от 0,05 до 0,1 %, а в экстракционном – от 0,08 до 0,4 %.

В состав осадка, вымороженного из масла, входят воскообразные вещества и углеводороды, фосфорсодержащие вещества, влага и летучие вещества, и увлеченный нейтральный жир.

Восковые вещества представляют собой смеси с преобладающим содержанием эфиров высокомолекулярных жирных кислот и одноатомных (реже двухатомных) спиртов, спиртов каротиноидной природы (цветные воски).

В восковую фракцию липидов входят также свободные высокомолекулярные жирные кислоты и спирты, стеролы, стериды, углеводороды, лактоны и эстолиды.

Восковые вещества (температура плавления 32–98 °С) даже при комнатной температуре со временем образуют в масле тонкую и очень устойчивую суспензию кристаллов, так называемую сетку, обуславливающую степень прозрачности масла, Сетка значительно ухудшает товарный вид готового продукта.

Значительное отличие свойств восковых веществ от свойств глицеридов при повышенных температурах позволяет применять способ вымораживания, или винтеризации, масел для выведения из них восковых веществ. В основу его положено свойство восковых веществ при относительно низких плюсовых температурах образовывать в масле кристаллы. Вымораживанию подвергаются масла, прошедшие полный цикл пищевой рафинации, до или после дезодорации.

Классическая технология выведения восковых веществ вымораживанием заключается в медленном охлаждении масла, выдержке его при низкой температуре и последующем отделении осадка фильтрованием.

Вымороженное масло представляет собой мало концентрированную суспензию, разделение которой затруднено из-за небольшого количества кристаллов восковых веществ, повышенной вязкости масла и сложного состава отделяемого осадка.

Для интенсификации процесса отделения восковых веществ фильтрованием, в настоящее время, используют вспомогательные фильтровальные порошки, улучшающие дренажные свойства осадка (диатомиты, кизельгуры, перлиты и др.). Их наносят на поверхность фильтровальной перегородки.

Диатомиты - это отложения микроскопических водорослей, образовавшиеся в результате геологических изменений земной коры около 5 млн лет назад и оказавшихся на поверхности.

Перлит обладает меньшей пористостью по сравнению с кизельгурами. Частички перлита имеют максимально открытую пористую структуру, в которой негде задерживаться маслу, в отличие от структуры кизельгуров. Соответственно при одних и тех же условиях высушивания коржа с отработанным фильтровальным порошком и при одинаковом качестве исходного масла гораздо проще снизить масличность коржа из перлита, чем из кизельгура. В то же время структура перлитов значительно прочней, чем структура кизельгуров.

При низкой температуре масло представляет собой мало концентрированную суспензию. Небольшое количество кристаллов восковых веществ, сложный состав отделяемого осадка и повышенная вязкость масла затрудняют их разделение.

Вымораживанию подвергают масла, прошедшие полный цикл рафинации, до или после, дезодорации.

Выделение восков из масел позволяет улучшить их потребительские свойства и обязательно для, так называемых, салатных масел. При вымораживании масло охлаждают до 4-7 °С.

Фильтрация вымороженного масла производится на листовых (пластинчатых) фильтрах, рамных пресс-фильтрах или вакуумных барабанных фильтрах.

2.1.8 Заключительные технологические процессы (Н)

2.1.8.1 Фасование и упаковка (Н1)

2.1.8.1.1 Назначение

Фасование и упаковка продуктов питания являются завершающим этапом технологического процесса их переработки и началом продвижения готовой продукции непосредственно в торговую сеть. Основной целью фасования и упаковки пищевой продукции независимо от ее физического состояния (сыпучие, жидкие или вязкие продукты), является создание максимальных удобств для покупателей, а также защита продуктов от неприятных и вредных явлений окружающей среды – запаха, излишней влажности и защита от вредителей. Объем, а значит и масса расфасованного продукта зависят от его наименования и как правило колеблется в пределах от 100 грамм до

одного килограмма. Кроме того, упаковка продуктов питания должна обеспечивать свежесть и пищевую ценность на протяжении всего срока хранения. Упаковка продуктов также должна быть достаточно прочной во избежание ее порчи и потерь во время транспортировки и хранения.

2.1.8.1.2 Области применения

Большая часть продуктов упаковывается на заключительной стадии технологического процесса производства продукции, перед поставкой его в торговую сеть или потребителю. В некоторых случаях упаковка является составной частью процесса производства, это значит, что упакованные продукты проходят дополнительную обработку.

2.1.8.1.3 Описание технологического процесса, способов. Применяемое оборудование

Большая часть продукции отраслей пищевой промышленности проходит процессы первичной, вторичной и третичной упаковки на протяжении всего цикла изготовления и распределения.

К упаковочным материалам, используемым в отраслях пищевой промышленности, относится текстиль, дерево, металл, стекло, жесткая или полужесткая пластмасса, эластичная пластиковая пленка, бумага и картон.

Текстиль обладает недостаточными защитными свойствами. Тканевые мешки по-прежнему используются для транспортировки больших количеств таких продуктов, как зерно, мука, сахар и соль.

Деревянная транспортная тара обычно использовалась для ряда продуктов, таких как фрукты, овощи. Деревянные контейнеры в некоторых производствах уже давно заменены, и сейчас повсеместно все больше и больше заменяются пластиковыми коробками и ящиками.

Для упаковки используют пленку термоусадочную с применением подложек из картона и комбинированных материалов или без них, лотки из полимерных материалов (по нормативным документам, действующим на территории государства, принявшего стандарт), с последующим упаковыванием в пленку из полимерных материалов с термосвариванием.

Герметично запаянные металлические консервные банки обладают высокими защитными свойствами и могут выдерживать высокие и низкие температуры. Материалами, используемыми для металлических консервных банок, является сталь (луженая или нелуженая) и алюминий, но они могут иметь жестяное покрытие или лакированное покрытие для предотвращения взаимодействия с пищевыми продуктами в консервной банке. Металлические консервные банки широко используются для консервации стерилизованных пищевых продуктов, например, фруктов, овощей и мясных продуктов. Металлические консервные банки могут перерабатываться. Алюминиевая фольга также широко используется для упаковывания некоторых видов пищевых продуктов.

Стекло обладает высокими защитными свойствами, инертно и может проходить тепловую и микроволновую обработку. Однако оно имеет два недостатка: вес и риск разбивания. Стеклянные бутылки и банки широко используются для пресервов, паст и пюре, а также для некоторых других пищевых продуктов. Стеклянные бутылки и банки могут повторно использоваться и перерабатываться.

К жесткой и полужесткой пластиковой таре относятся банки, крышки, лотки и коробки, изготавливаемые из одноэлементных или коэкструзионных полимеров. Они имеют небольшой вес, прочные и не ломкие, легко запечатываются, обладают достаточно высокими защитными свойствами и высокой стойкостью к химическому воздействию. Для производства такой тары существует несколько технологических методов, например, термическое формование, выдувное формование, выдувное формование под давлением, выдувное формование методом экструзии и формование с раздувом и вытяжкой. К используемым материалам относится поливинилхлорид (PVC), полистирол (PS), полипропилен (PP), пенополипропилен (XPP) для термического формования, полиэтилен высокой плотности (HDPE), полиэтилентерефталат (PET) и поликарбонат. Часто контейнеры изготавливаются на месте. Жесткая и полужесткая пластмассовая тара чаще всего используется для маргарина и обезвоженных пищевых продуктов [22].

Эластичная пленка изготавливается из неволокнистых пластиковых полимеров, как правило, с толщиной менее 0,25 мм. Для эластичных пленок обычно используются такие материалы, как полиэтилен (PE), полиэтилен низкой плотности (LDPE), полипропилен (PP), полиэтилентерефталат (PET), полиэтилен высокой плотности (HDPE), полистирол (PS) и поливинилхлорид (PVC). В целом эластичная пленка относительно недорогая; ее можно изготавливать с различными защитными свойствами; она подходит для термосклеивания, имеет небольшой вес; ее можно наслаивать на бумагу, алюминий и другие пластмассы; кроме того, она проста в обращении. Эластичные пленки используются для упаковки множества влажных и сухих пищевых продуктов.

Бумага и картон может быть различных сортов и множества видов. Этот материал может перерабатываться, является биоразлагающимся и может легко комбинироваться с другими материалами. Бумага и картон широко используются для упаковки пищевых продуктов и часто – в качестве вторичной упаковки.

Важным этапом в процессе упаковки является герметизация контейнера или пакета. Сохранение качества пищевого продукта в большой степени зависит от правильного запечатывания упаковки. Швы, как правило, являются наиболее слабой частью упаковок и чаще всего являются причиной дефектов во время производства, например, когда продукт попадает в шов, при неверной температуре запайки или неверные настройке закаточной машины для консервных банок. Консервные банки закатываются, стеклянные банки запечатываются металлическими крышками, пластиковыми крышками или пробками. Сегодня широко распространена технология формовочно-фасовочно-укупорочного запечатывания. При этом процессе контейнер формируется и частично запечатывается, наполняется, и затем окончательно герметично закрывается.

При наполнении упаковки требуется соблюдать аккуратность, точность дозирования, соблюдать гигиенические требования и температурный режим фасовки,

что гарантирует сохранность высокого качества продукта и обеспечивает максимальный срок хранения. Выбор соответствующей технологии наполнения зависит от вида продукта и требуемой производительности. Наполнение может выполняться по объему или массе.

Наполнение по объему применяется для паст и порошков. Наиболее распространенным является поршневой наполнитель. Наполнение по массе применяется для крупных развесных материалов, например, кондитерских изделий. Такие материалы наполняются в контейнеры с помощью фотоэлектрических устройств для поштучного подсчета. Кроме того, разрабатываются многоэлементные весы, предназначенные для взвешивания нескольких продуктов одновременно перед наполнением в один контейнер.

Упаковка пастообразных продуктов производится различными способами, в зависимости от типа упаковки. Упаковка Doy pack, трёхшовный пакет из термосвариваемых материалов, блистерный стаканчик или глубокий пластиковый стакан с последующей запайкой фольгой и закрытием крышкой [22].

2.1.8.2 Заполнение упаковки газом и хранение в газовой среде (H2)

2.1.8.2.1 Назначение

Заполнение упаковки газом представляет собой процесс, при котором продукты хранятся в искусственно созданной атмосфере, как правило, в пластиковых контейнерах, герметически запечатанных лотках или мешках. Процесс называется также модифицированной атмосферной упаковкой и используется для улучшения сохранения цвета, например, вяленого мяса – бекона и вареного окорока, особенно в нарезанном ломтиками виде. Модифицированная атмосферная упаковка используется также для продления срока хранения. Действие упаковки зависит от комбинации продукта, упаковочных материалов и газового соединения.

2.1.8.2.2 Области применения

Заполнение упаковки газом применяется, главным образом, для мяса и мясных продуктов.

2.1.8.2.3 Описание технологического процесса, способов. Применяемое оборудование

При заполнении упаковки газом могут использоваться различные газовые смеси, в зависимости от того, свежее или вяленое мясо необходимо упаковать. Требуемый светло-красный цвет свежего мяса можно дольше сохранять с помощью хранения в атмосфере с некоторым количеством кислорода, тогда как пурпурно-розовый цвет сырого вяленого мяса и розовый цвет вареного вяленого мяса лучше сохраняется в атмосфере, абсолютно не содержащей кислорода. Для любых видов мяса или мясных продуктов используются газовые смеси, которые содержат также углекислый газ (CO_2). Это препятствует росту бактерий в мясе и продлевает срок хранения.

В мясо во время измельчения можно добавлять твердый углекислый газ, как правило, в виде гранул. Это создает эффект быстрого понижения температуры смеси и образования слоя инертного газа на поверхности мяса, что улучшает сохранение цвета. Вокруг оборудования происходит временное повышение содержания углекислого газа в воздухе, но он быстро рассеивается.

Иногда используется жидкий азот или твердый углекислый газ для частичной заморозки мяса перед нарезанием на ломтики [88]. Для этого нарезаемые куски мяса проходят через туннель, где на них распыляется сжиженный газ с целью понижения их температуры приблизительно до минус 8ºС. В таких случаях у выходов туннеля расположены вытяжные вентиляторы, для отведения излишков газа в воздух. Неблагоприятных воздействий такой обработки не было выявлено.

Хранение в газовой среде заключается в помещении газа, который может быть либо азотом или смесью азота и углекислого газа с качеством пищевого продукта, в резервуар с небольшим избыточным давлением 0,1 – 0,2 бара. Азот используется в сжатом состоянии в стальных баллонах. Углекислый газ используется в сжиженном виде под давлением.

2.1.9 Дополнительные процессы (U)

2.1.9.1 Очистка и дезинфекция (U1)

2.1.9.1.1 Назначение

Технологическое оборудование и производственные установки периодически подвергаются санитарной обработке (мойке, очистке) и дезинфекции, в соответствии с требованиями законодательства к производственной гигиене. Периодичность может значительно варьироваться, в зависимости от продуктов и технологических процессов. Цель санитарной обработки и дезинфекции заключается в устранении остатков пищевых продуктов, иных загрязнений и микроорганизмов.

2.1.9.1.2 Области применения

Применяется во всех отраслях пищевой промышленности в производстве продуктов питания.

2.1.9.1.3 Описание технологического процесса, способов. Применяемое оборудование

Перед началом процесса санитарной обработки оборудование полностью освобождается.

Моющие и дезинфицирующие средства могут поставляться в различной упаковке, например, в мешках, цилиндрических цистернах или крупногабаритных баках.

Многие моющие средства являются потенциально опасными для здоровья персонала, поэтому необходимо разрабатывать систему мер для снижения риска во время их хранения, обращения, применения и утилизации.

Существует много вариантов проведения санитарной обработки и дезинфекции.

На предприятиях малой мощности санитарная обработка осуществляется вручную.

Безразборная санитарная обработка применяется для закрытого технологического оборудования и резервуаров, стационарных или малоподвижных технологических единиц. Моющий раствор закачивается в оборудование и распределяется с помощью распылителей в сосудах, резервуарах и реакторах. Обычно программа обработки действует автоматически и включает в себя следующие этапы: предварительное ополаскивание водой, циркуляцию моющего раствора, промежуточное ополаскивание, дезинфекцию и завершающее ополаскивание водой. В автоматических системах безразборной мойки оборудования вода завершающего ополаскивания используется повторно для предварительного ополаскивания, или может пройти очистку и повторно использоваться в технологическом процессе. При таком способе мойки применяются высокие температуры до 90 ºС, а также концентрированные моющие средства. Процесс безразборной мойки оборудования для открытых систем типа морозильных установок практически полностью автоматизирован, за исключением сухой чистки и открывания люков. Температура для систем среднего давления, как правило, составляет ниже 50ºС, давление составляет 10 – 15 бар.

Санитарная обработка с частичной или полной разборкой оборудования обычно применяется перед началом ручной или автоматической чистки машины или агрегата. Демонтируемые компоненты очищаются отдельно от машины. Примером являются формовочные машины. Шнеки, поршни, клапаны, формовочные пластины и уплотнения перед чисткой машины следует демонтировать. Очистку струей высокого давления, с использованием гелей и пены, можно выполнять вручную или автоматически. Применимым способом санитарной обработки является комбинирование параметров процесса, таких как подача воды, температура моющего раствора, моющих средств – химикатов и механических усилий. Для выполняемой вручную мойки можно использовать только мягкие температурные режимы и низкоактивные моющие средства.

Мойку струей высокого давления и мойку пеной используют, главным образом, для внешних поверхностей оборудования, стен и полов. Вода распыляется по очищаемой поверхности обычно под давлением 40 – 65 бар. В воду впрыскиваются моющие средства со средней температурой до 60 ºС. Важной частью процесса мойки являются механические усилия.

При пенной мойке по очищаемой поверхности распределяется пенообразующий моющий раствор, который, остается на поверхности на 10 – 20 мин, а затем смывается водой. Очистка пеной выполняется и вручную, и автоматически. Мойка гелем происходит так же, как пенная мойка.

В некоторых случаях проводится мойка только с использованием горячей воды, но это зависит от природы продукта и от технологического процесса, однако в отраслях пищевой промышленности применение моющих средств является обычной практикой.

В качестве моющих средств, как правило, используются щелочи, а именно – гидроксид натрия и калия, метасиликат и карбонат натрия; кислоты, а именно – азотная, фосфорная, лимонная и глюконовая; сложные очищающие средства,

содержащие хелатные добавки, а именно – этилендиаминтетрауксусная кислота, нитрилтриацетат, фосфаты, полифосфаты, а также фосфонаты, поверхностно-активные вещества и/или ферменты. Можно использовать дезинфицирующие средства, такие как гипохлориды, ионофоры, перекись водорода, перуксусную кислоту и четвертичные аммониевые соединения.

2.1.9.2 Производство и потребление энергии (U2)

2.1.9.2.1 Назначение

В производстве продуктов питания практически на каждом этапе технологической обработки необходима электрическая и/или тепловая энергия.

Электрическая энергия требуется для освещения, для технического управления установками, для обогрева, охлаждения и приведения в действие оборудования. Как правило, она производится и поставляется коммунальными организациями. Если пар и электричество производится на предприятии, экономическая эффективность производства может быть значительно выше.

2.1.9.2.2 Области применения

Требуется для всех технологических процессов.

2.1.9.2.3 Описание технологического процесса, способов. Применяемое оборудование

Тепловая энергия требуется для процессов тепловой обработки и для обогрева помещений. Тепло, получаемое при сжигании ископаемого топлива, поставляется потребителям с помощью теплоносителей, которыми в зависимости от конкретных условий является пар, горячая вода или воздух. Термическая эффективность генераторов тепла в значительной степени зависят от используемого вида топлива. Коэффициенты полезного действия, рассчитываемые на основе меньшей теплотворной способности, составляют от 75 до 90 %. Некоторые продукты нагреваются прямым огневым нагревом т.е. топочными газами. В таком случае в качестве топлива допускается использовать природный газ или сверхлегкое жидкое топливо.

Собственные системы комбинированного генерирования тепла и электроэнергии являются полноценной альтернативой для технологических процессов производства продуктов питания, для которых сбалансированы тепловые и электрические нагрузки.

В отраслях пищевой промышленности применяются следующие типы комбинированного генерирования тепловой и электрической энергии: паровые котлы высокого давления/паровая турбина, газовые турбины или газовые двигатели или дизельные генераторы с извлечением отходного тепла для получения пара или горячей воды.

Общий коэффициент использования топлива систем комбинированного генерирования тепла и электроэнергии превышает 70 %, но, как правило, составляет

85 %. Эффективность использования энергии может достигать 90 или 95 %, когда отходящие топочные газы, используются для сушки продуктов.

Эффективность преобразования топлива значительно превышает эффективность любых конструкций промышленных электростанций, даже последнего поколения с газовыми турбинами комбинированных циклов, которые могут достигать эффективности преобразования 55 %. Иногда избыточная электроэнергия продается другим пользователям.

Природный газ и жидкое топливо являются наиболее подходящими видами топлива. Однако некоторые установки по-прежнему используют твердое топливо, например, уголь или производственные отходы. Утилизация производственных отходов может быть удобным и экономически выгодным источником энергии, кроме того, способствует снижению расходов на ликвидацию отходов за пределами производства.

2.1.9.3 Водоснабжение (U3)

2.1.9.3.1 Назначение

Большая часть отраслей пищевой промышленности не функционирует без большого количества воды определенного качества. При этом важным является рациональное использование и охрана водных ресурсов.

Требуемое качество воды определяется в зависимости от цели ее использования. В отраслях пищевой промышленности требования к качеству воды зависят от того, возможен или нет контакт между водой и пищевым продуктом. Вода, которая контактирует с продуктом, за некоторыми исключениями, как минимум должна соответствовать требованиям, предъявляемым к питьевой воде. При этом должны учитываться как химические, так и микробиологические показатели качества питьевой воды. Целесообразно проводить регулярную проверку микробиологических параметров воды в критических точках, то есть в пунктах применения. Обычно сюда входят критические контрольные точки анализа безопасности (HACCP).

Технология водоподготовки, необходимая для получения воды требуемого качества, зависит во многом от источника водоснабжения и результатов ее анализа. Это не является общим правилом. Технология минимальной очистки включает в себя фильтрацию, дезинфекцию и хранение воды, но в зависимости от требований к воде может охватывать также обезжелезивание, десиликацию или фильтрацию через активированный уголь или другой фильтрующий материал. Подготовленная питьевая вода перекачивается из резервуара – хранилища и распределяется по сети трубопроводов потребителям.

При использовании воды в некоторых процессах переработки пищевых продуктов требуется ее дополнительная водоподготовка, такая как умягчение, снижение щелочности, обессоливание или хлорирование. Наиболее распространенными методами, используемыми для этих целей, являются ионообменные процессы или мембранная фильтрация.

Сокращение объемов образующихся производственных сточных вод, а также снижения в них количества загрязняющих веществ можно осуществлять с помощью

внутрипроцессных технологий, таких как устранение или снижение концентрации некоторых загрязняющих веществ, например, вредных; очистка и повторное использование воды или технологии «на конце трубы», то есть очистка сточных вод на локальных очистных сооружениях или комбинации таких технологий.

В отраслях пищевой промышленности используются следующие источники воды: коммунальный (или иной) водопровод, подземный водозабор (скважины), поверхностный водозабор, атмосферные осадки, вода, получаемая из сырья и технологической воды.

За качество и контроль воды, получаемой из сетей коммунального (и/или иного) водопровода, как правило, на договорной основе ответственность обычно несет поставщик.

Состав подземных вод в основном достаточно стабилен и количество микроорганизмов обычно низкое, в особенности в глубоких скважинах. Чаще всего необходима минимальная подготовка перед тем, как подземные воды можно будет использовать в качестве технологической воды или воды для охлаждения. В большинстве стран для добычи подземных вод необходима лицензия (разрешение). Контроль за качеством добытой воды осуществляет водопользователь.

Поверхностные воды нельзя использовать в качестве технологической воды без предварительной водоподготовки. Если в распоряжении имеются поверхностные воды, они часто применяются в качестве воды для охлаждения. На такое использование может также требоваться лицензия (разрешение).

В зависимости от региона источником воды могут быть атмосферные осадки. Для этого требуется искусственный водоем для хранения. После соответствующей очистки и контроля воду можно применять в качестве технологической воды в открытых системах охлаждения.

Некоторые виды сырья, которые перерабатываются в производстве продуктов питания, содержат большое количество воды в жидкой фазе, которую можно отделять от сухого остатка и использовать на технологические нужды. Такое отделение можно выполнять, например, с помощью отжима, центрифугирования, выпаривания или с использованием мембранных технологий. Примером такого сырья является картофельный сок. Безусловно, извлечение воды из этого сырья целесообразно, если эти продукты подвергаются в ходе переработки концентрированию. Иногда они могут применяться без дополнительной очистки, например, конденсат первых этапов выпарных аппаратов в качестве питательной воды для бойлеров, но в остальных случаях требуется соответствующая дополнительная очистка.

Можно использовать технологические воды, например, воду камеры охлаждения, гидравлического уплотнения насоса, извлекаемый конденсат, вода на завершающем этапе ополаскивания при мойке оборудования.

На маслоэкстракционных производствах должны быть установлены системы «нулевого сброса», которые позволяют сократить либо полностью прекратить сброс сточных вод. Сточные воды выпариваются, и полученный из них пар используется в качестве острого при отгонке растворителя и тостировании шрота в десолвентайзерах – тостерах.

Очистка сточных вод осуществляется в несколько этапов:

- предварительная механическая очистка;

- реагентная флотация;
- биологическая очистка;
- напорная флотация;
- механическая доочистка на песчаном фильтре;
- обезвоживание флотошлама.

Сточные воды из приемной емкости поступают на вращающееся барабанное сито, оснащенное самоочищающимся барабанным фильтром. Твердые вещества задерживаются на перфорированном барабане, а вода выделается через отверстия.

Сточные воды, очищенные от механических примесей, поступают в флокулятор. В трубном флокуляторе, оборудованном системой подачи реагентов, происходит образование и агломерация флокул загрязняющих веществ.

Затем сточные воды поступают во флотационную систему, в которой хлопья всплывают к поверхности и непрерывно автоматически удаляются скребковым механизмом. Флотационная секция оборудована пластиковыми пластинами, которые увеличивают область отделения и, таким образом, гарантируется, удаление мелких хлопьев. Встроенная система аэрации оборудована запатентованной системой предотвращения засорения аэрационный системы, а также гарантирует образование требуемых однородных и мелких пузырьков воздуха. Флотационная установка имеет автоматические дренажные клапаны для удаления осажденного материала.

Далее сточные воды, прошедшие реагентную очистку, направляются на биологическую очистку в биореактор (аэротенк) для окисления загрязняющих веществ микроорганизмами активного ила. Отделение активного ила производится при помощи напорной флотации с использованием полиэлектролита.

Сточные воды из биологической системы очистки поступают на песчаный фильтр, который предназначен для удержания веществ, поступающих из системы биологической очистки. Вода проходит сквозь песчаный фильтр, в результате чего происходит снижение уровня взвешенных веществ.

Избыточный ил из биологической очистки и флотошлам собирается в резервуар хранения шлама со смесителем, далее подается на шнек-пресс (обезвоживатель) для обезвоживания.

2.1.9.3.2 Области применения

Вода используется в производстве продуктов питания в следующих целях:

- переработка пищевых продуктов, когда вода либо контактирует с продуктом, либо добавляется в продукт;
- санитарная обработка технологического оборудования и помещений;
- мойка сырья;
- вода, которая не контактирует с продуктом, например, в бойлерах, охлаждающие цепи, замораживание, охладители, кондиционирование и нагревание воздуха;
- пожаротушение.

В основном, вода в производстве продуктов питания может использоваться в качестве технологической воды, воды для охлаждения или питательной воды для бойлеров.

2.1.9.3.3 Описание технологического процесса, способов. Применяемое оборудование

а) Технологическая вода

В производстве продуктов питания вода применяется для непосредственного изготовления продуктов или других жидкостей, которые напрямую контактируют с продуктами, регенерации систем водоподготовки, санитарной обработки и дезинфекции и иных технических целей.

При переработке фруктов и овощей распространенной практикой является повторное использование воды, после предварительной очистки фильтрацией, во время типовых операций перед бланшированием.

Примерами технологической воды, которая используется для непосредственного приготовления продуктов или других элементов, напрямую контактирующих с продуктами, являются:

- запуск линий непрерывной переработки, например, для пастеризации и выпаривания;
- вымывание продукта из технологического оборудования в конце производственного цикла;
- промывание сырьевых материалов и продуктов;
- влажная транспортировка, например, в открытом водоводе;
- растворение ингредиентов.

В целях обработки и дезинфекции может использоваться вода различного качества. К основным этапам этих процессов относится предварительное ополаскивание водой, обработки моющими средствами, последующее ополаскивание водой и дезинфекция. Вода требуется также для мойки внешней части оборудования, стен и пола. В этом случае контакт с пищевыми продуктами, скорее всего, невозможен, так что качество питьевой воды не требуется. Однако, на данных операциях часто применяется питьевая вода, во избежание риска.

Большое количество технологической воды требуется для регенерации оборудования систем водоподготовки, для устранения железа и/или марганца и для умягчения и обессоливания продуктов. Эта вода должна иметь хорошее качество, для предотвращения биологического загрязнения фильтрующего материала и необходимости очистки воды после этого. Кроме того, предпочтительнее, если вода имеет низкое содержание железа и низкую жесткость, во избежание быстрого засорения и образования накипи в оборудовании.

Наконец, технологическая вода используется также для других технических целей, например, вода для охлаждения используется для уплотнения насоса, уплотнения для вакуумного насоса и в закрытых цепях для систем горячего водоснабжения и теплообменных систем. Кроме того, вода используется для контроля влажности кондиционирования воздуха в помещениях хранения и для переработки сырья. Если имеется риск того, что в случае повреждения оборудования возможен контакт с пищевыми продуктами, вода должна соответствовать требованиям, предъявляемым к питьевой воде.

б) Вода для охлаждения

Вода для охлаждения представляет собой воду, используемую для отведения тепла из технологических процессов и продуктов. В производстве продуктов питания наиболее часто применяемыми системами охлаждения являются системы охлаждения однократного использования без рециркуляции воды для охлаждения, системы охлаждения замкнутой циркуляции, системы охлаждения незамкнутой циркуляции или градирни и охлаждение прямым контактом с водой для охлаждения.

Вода для охлаждения используется в прямом контакте с пищевыми продуктами, например, после бланширования фруктов и овощей, а также для охлаждения, например, консервов и стеклянных банок после стерилизации.

В незамкнутых системах охлаждения, то есть в градирнях, происходит не только испарение воды, но и каплеунос. Кроме того, в охлаждающей колонне создаются благоприятные условия для развития бактерий рода *Legionella*. Это значит, что каплеунос из охлаждающих колонн, если вода загрязнена, может являться возможным источником заболевания персонала. Для предотвращения возникновения заболевания персонала организации, работающие с такими системами, должны исполнять предписания в части управления, технического обслуживания и их надлежащей очистки

в) Питательная вода для бойлеров

В производстве продуктов питания пар получают в бойлерах с рабочим давлением приблизительно до 30 бар. Для производства энергии паровыми турбинами требуется более высокое давление пара. Пар используется для стерилизации резервуаров и трубопровода. Другим способом применения является стерилизация сверхвысокими температурами острым паром. Иногда острый пар применяют для нагрева продукта или для регулирования содержания воды в сырье. Во всех этих случаях возможен больший или меньший контакт между паром и пищевым продуктом, так что необходимо качество питьевой воды.

Требования зависят от рабочего давления и температуры бойлера и от проводимости. Чем выше давление и температура, тем выше требования к качеству воды. Это влечет за собой необходимость более жесткой очистки воды, например, удаление железа, смягчение и химическое кондиционирование. Качество воды в бойлере регулируется качеством питательной воды подаваемой в бойлер. Периодичность замены воды в бойлере определяется качеством воды.

Важно, чтобы питательная вода для бойлера не приводила к образованию накипи в котле и коррозии паровой системы. Это значит, что питательная вода для бойлера должна иметь очень низкую жесткость и быть деаэрирована. Возвратный конденсат также может использоваться в качестве питательной воды для бойлера, с добавлением должным образом подготовленной питательной воды.

2.1.9.4 Создание вакуума (U4)

2.1.9.4.1 Назначение

Вакуум используется, главным образом, для снижения температуры, при которой выполняются процессы, для исключения ухудшения качества перерабатываемого материала и предотвращения нежелательного окисления продукта во время обработки при высоких температурах.

2.1.9.4.2 Области применения

Вакуум применяется во многих типовых операциях в производстве продуктов питания, например, во время сушки, выпаривания, дезодорации и фильтрации

2.1.9.4.3 Описание технологического процесса, способов. Применяемое оборудование

Существует три основных системы создания вакуума, это пароструйные насосы, возвратно-поступательные насосы и ротационные вакуумные насосы.

Пароструйные насосы, которые могут создавать абсолютные давления ниже 1 или 2 мм ртутного столба (133 или 267 Па), состоят из парового сопла, которое нагнетает высокоскоростную струю через камеру всасывания, соединенную с оборудованием. Воздух и газы из системе эжектируются в пар который, попадая в диффузор типа Вентури, за счет скорости создает вакуум. Пар и испаряемый материал из насоса конденсируется либо непосредственно струей распыленной воды в контактном конденсаторе, или косвенно с помощью рекуперативных конденсаторов, или же специально конденсируется при низкой температуре, например, ледовая конденсация ниже минус 20 ºС.

Вода для охлаждения может использоваться с барометрическими конденсаторами на однократной или регулируемой основе, например, в замкнутых системах. В переработке пищевого масла для омыления свободных жирных кислот – это осуществляется с использованием градирен, например, в условиях высокого водородного показателя (pH). Из конденсаторов с наружным охлаждением конденсат можно извлекать для повторного использования. Размер конденсатора зависит от применяемой температуры охлаждения, это регулирует также количество необходимого пара. Системы охлаждения или замораживания можно использовать для обеспечения работы при низкой температуре, тем самым, сокращая расход пара.

Возвратно-поступательный насос, который может создавать абсолютное давление ниже 10 мм ртутного столба (1333 Па) представляет собой объемный поршневой насос. Возвратно-поступательные вакуумные насосы могут быть одно- или многоступенчатыми устройствами. Количество ступеней определяется коэффициентом сжатия. Коэффициент сжатия в одной ступени обычно ограничивается значением 4.

Ротационные вакуумные насосы могут создавать абсолютное давление около 0,01 мм ртутного столба (1,33 Па). Давление всасывания может варьироваться в зависимости от сопротивления со стороны вакуумируемой системы. В широко распространенном вакуумном водокольцевом насосе с водяным кольцом имеется впускное и выпускное отверстие во втулке рабочего колеса. Когда крыльчатое рабочее колесо вращается, центробежные силы перемещают уплотнительную жидкость к стенкам эллиптического корпуса, позволяя воздуху постепенно всасываться в полости между лопастями и вытесняться давлением вращающейся жидкости в выходной патрубок.

2.1.9.5 Холодоснабжение (U5)

2.1.9.5.1 Назначение

Холодоснабжение в производстве продуктов питания необходимо для реализации группы процессов, связанных с удалением тепла.

2.1.9.5.2 Области применения

Во многих производственных процессах производства продуктов питания охлаждение и замораживание являются важным этапом технологий. Кроме того, многие продукты хранятся и распределяются либо охлажденными, либо замороженными

2.1.9.5.3 Описание технологического процесса, способов. Применяемое оборудование

К основным компонентам механических установок охлаждения относится испаритель, компрессор, конденсатор и камера расширения. Хладагент циркулирует по этим четырем устройствам, переходя из жидкого состояния в газообразное, и снова в жидкое состояние. В испарителе тепло поглощается из среды. Это приводит к испарению части хладагента. Если в качестве хладагента используется аммиак, обычная температура испарения составляет от минус 20 до минус 25 °С, что соответствует давлению от 100 до 200 кПа.

Пар хладагента переходит из испарителя в компрессор, где давление повышается примерно до 1000 кПа, что соответствует температуре около 25 °С. Затем сжатый пар переходит в конденсатор, где пар конденсируется. Тепло, поглощаемое хладагентом в испарителе, освобождается в конденсаторе. Конденсатор охлаждается водой или воздухом. Образующийся в результате жидкий хладагент переходит после этого в камеру расширения, где давление и температура понижаются для возобновления цикла охлаждения.

Наиболее часто используемыми хладагентами являются аммиак (NH_3), галогенные хладагенты, а именно: хлорофторокарбоны (CFC) и частично галогенированные хлорфторкарбоны (HCFC). Аммиак обладает отличными теплообменными свойствами и не смешивается с маслом, однако он токсичен и горюч. Галогенные хладагенты не токсичны, не горючи и обладают хорошими теплообменными свойствами. Взаимодействие галогенных хладагентов с озоном в воздухе привело к постепенному запрещению размещения на рынке и использования истощающих озон веществ и продуктов, а также оборудования, содержащих такие вещества.

Газы, вызывающие парниковый эффект, - это не только диоксид углерода (CO_2). К ним также относятся метан (CH_4), закись азота (N_2O), гидрофторуглероды (ГФУ), перфторуглероды (ПФУ), гексафторид серы (SF6). Сжигание углеводородного топлива, сопровождающееся выделением CO_2, считается основной причиной загрязнения.

Конденсаторы оборудования охлаждения можно разделить на три типа. В конденсаторах с воздушным охлаждением хладагент проходит через ребра, вокруг которых циркулирует воздух для охлаждения. Конденсаторы с водным охлаждением работают с помощью циркуляции воды для охлаждения внутри труб. Благодаря этому хладагент конденсируется на внешней поверхности труб. Конденсатор с водным охлаждением охлаждается по системе однократного использования воды или водой, которая циркулирует в охлаждающей колонне. Наиболее распространенным типом конденсатора с водным охлаждением является трубчатый конденсатор. Наконец, испарительный конденсатор представляет собой комбинацию конденсатора с воздушным охлаждением и охлаждающей колонны. Вода испаряется на поверхность конденсатора.

2.1.9.6 Генерация сжатого воздуха (U6)

2.1.9.6.1 Назначение

Сжатый воздух вырабатывается для работы простых пневматических устройств, например, для пневматической транспортировки или для более сложных задач, таких как работа пневматических средств управления.

2.1.9.6.2 Области применения

Широко используется в производстве продуктов питания, например, для производственных и упаковочных линий.

2.1.9.6.3 Описание технологического процесса, способов. Применяемое оборудование

В производстве продуктов питания применяется сжатый воздух без примеси масел. Используемый воздух должен соответствовать качеству пищевых продуктов.

Подготовка воздуха – один из наиважнейших процессов в работе с компрессорным оборудованием. Сжатый воздух, подаваемый в пневмосистему компрессорным оборудованием (особенно поршневого типа), содержит примеси компрессорного масла, микрочастицы пыли, также пары влаги, которые могут привести к выходу из строя пневмоинструмента или оборудования, работающего на сжатом воздухе, или испортить продукты питания, если он используется в пищевом производстве. Для подготовки сжатого воздуха и для удаления примесей используются многоступенчатые фильтры, позволяющие получить требуемую чистоту сжатого воздуха, вплоть до удаления запахов при помощи активированного угля. Чтобы удалить из воздуха влагу используются осушители сжатого воздуха.

На современном этапе развития промышленных технологий, к системе воздухоподготовки предъявляют серьезные требования, влияющие на выбор компрессорного оборудования. Прежде всего, учитывается количество сжатого воздуха в пневмосистеме, которое потребляется в единицу времени. Необходимость проведения мониторинга за системой подготовки сжатого воздуха и компрессорами

играют немаловажную роль при выборе: чем более автоматизирован процесс, тем предпочтительнее выбор. Также проводится учет рабочего давления и качества сжатого воздуха. При выборе предпочтительной системы воздухоподготовки учитываются факторы загруженности производства и сложность сервисного обслуживание. Качественная воздухоподготовка напрямую зависит от перечисленных факторов.

2.2 Применение отдельных технологических процессов при производстве продуктов питания

Подробное описание каждого процесса, применяемого в производстве продуктов питания, выходит за рамки данного документа, поэтому в предыдущем разделе описаны только наиболее распространенные способы обработки. Использование этих типовых технологических процессов в производстве продуктов питания обобщено в таблице 2.5.

Основные процессы в некоторых отраслях производства продуктов питания описаны ниже. Цель - предоставить общую информацию, а не подробные сведения о процессах.

Таблица 2.5 – Типовые технологические процессы, применяемые при производстве различных продуктов

Технологические процессы	10.1	10.3	10.4	10.81
Перемещение сырья и хранение (A1)	да	да	да	да
Сортировка/ просеивание, классификация по качеству, лущение (обрушивание), удаление плодоножек /отделение гребней и резка (A2)	да	да	да	да
Очистка/разделка (A3)	да	да	да	
Мойка (A4)	да	да		да
Размораживание (A5)	да	да		
Резание, нарезание, шинкование, измельчение, протирание и прессование (B1)	да	да	да	да
Перемешивание/смешивание и гомогенизация (B2)	да	да	да	
Измельчение и дробление (B3)	да	да	да	да
Формования и экструзия (B4)	да		да	
Экстракция/экстрагирование (C1)			да	да
Деионизация (C2)		да		
Центрифугирование и осаждение (C3)			да	да
Фильтрование (C4)		да	да	да
Кристаллизация (C5)				да

Продолжение таблицы 2.5

Технологические процессы	10.1	10.3	10.4	10.81
Удаления свободных жирных кислот путем нейтрализации (щелочная нейтрализация) (C6)			да	
Отбеливание/адсорбционная очистка (C7)			да	
Дезодорация /дистилляционная нейтрализация (C8)			да	
Дистилляция (C9)			да	
Гидратация (C10)			да	
Промывка (C11)			да	
Растворение (D1)	да	да	да	да
Ферментация/брожение (D2)	да	да		
Соление/посол/вяление и маринование (D3)	да	да		
Копчение (D4)	да			
Гидрогенизация/ переэтерификация и фракционирование (D5)			да	
Сульфитация (D6)		да		да
Дефекация/сатурация (D7)				да
Бланширование (E1)		да		
Варка и кипячение (E2)	да	да		
Обжаривание (E3)	да	да		
Жарение (E4)	да	да		
Пастеризация и стерилизация (E5)	да	да		
Влаготепловая обработка мятки (E6)			да	
Тостирование шрота (E7)			да	
Выпаривание/испарение (жидкость – жидкость) (F1)	да	да	да	да
Сушка (F2)	да	да	да	да
Охлаждение (G1)	да			
Замораживание(G2)	да	да	да	
Сублимационная сушка/ лиофилизации (G3)	да	да		
Вымораживание (винтеризация) (G4)			да	
Фасование и упаковка (H1)	да	да	да	да
Заполнение упаковки газами и хранение в газовой упаковке (H2)	да	да		
Очистка и дезинфекция (U1)	да	да	да	да
Производство и потребление энергии (U2)	да	да	да	да
Водоснабжение (U3)	да	да	да	да
Создание вакуума (U4)	да	да	да	да
Холодоснабжение (U5)	да	да	да	
Генерация сжатого воздуха (U6)	да	да	да	да

2.2.1 Переработка и консервирование мяса и мясной пищевой продукции. Производство продукции из мяса убойных животных и мяса птицы

2.2.1.1 Производство соленого, вареного, запеченного, копченого, вяленого и прочего мяса

Эта большая группа мясных изделий общего и специального назначения, многие из которых относят к деликатесным, пользуется традиционным спросом у отечественного потребителя (сюда включаются продукты питания национальной кухни). Продукты питания рассматриваемой группы подразделяются:

• по способу технологической обработки — на выдерживаемые и не выдерживаемые в посоле;

• по способу термической обработки — на вареные, копчено-вареные, копчено-запеченные, запеченные, жареные, сырокопченые и сыросоленые;

• по части туши, из которой получен продукт, — на высший, первый, второй и третий сорта.

Разделка (В1) свиных полутуш на отрубы производится в соответствии с ГОСТ 31778 «Мясо. Разделка свинины на отрубы. Технические условия».

Сырье сортируется в зависимости от величины pH, исходя из «Временной технологической инструкции оценки говядины и свинины по группам свойств в шкале PSE-NOR-DFD», утвержденной 16.12.97.

Посол сырья (D6). В зависимости от сырья и ассортимента изготавливаемой продукции могут применятся различные технологические приемы посола: шприцевание рассолом и массирование, шприцевание и заливка рассолом, заливка рассолом (мокрый способ), натирка специями вручную (сухой способ).

Шприцовочные и заливочные рассолы готовят с соблюдением определенного состава и удельного веса.

В рассол добавляют маринад, нитрит натрия, а также аскорбинат натрия (или аскорбиновую кислоту) из расчета 0,05% от массы используемого сырья и пищевые фосфаты в количестве 0,3 – 0,5 %.

Посол сырья (D6). В зависимости от сырья и ассортимента изготавливаемой продукции могут применяться различные технологические приемы посола: шприцевание рассолом и массирование, шприцевание и заливка рассолом, заливка рассолом (мокрый способ), натирка специями вручную (сухой способ).

Шприцовочные и заливочные рассолы готовят с соблюдением определенного состава и удельного веса.

В рассол добавляют маринад, нитрит натрия, а также аскорбинат натрия (или аскорбиновую кислоту) из расчета 0,05% от массы используемого сырья и пищевые фосфаты в количестве 0,3 – 0,5 %.

Применяются три способа посола:

- шприцевание рассолом (25 % от массы сырья) и массирование;
- шприцевание рассолом (15 % от массы сырья) и заливка рассолом (30– 40% от массы сырья);
- заливка рассолом (50– 60 % от массы сырья).

Выдержка (D1): в рассоле без массирования 5– 7 сут., с массированием – 2– 3 сут., вне рассола – 2– 5 сут.

Формование (B4). Для производства вареных продуктов применяют формы различных конструкций и конфигураций. Сырье предварительно упаковывают в пакеты под вакуумом или выстилают формы пленкой, целлюлозой, пергаментом, накрывая сырье сверху свободными концами упаковочных материалов и подпрессовывая крышкой.

При изготовлении грудинки прессованной и рулета слоеного в формы сначала закладывают шкурку со шпиком (шкуркой вниз), затем мякотную ткань, пересыпанную специями; пустоты заполняют мясными обрезками по рецептуре продукта, а сверху снова накладывают шкурку со шпиком (вверх шкуркой). Сырье для рулетов перед закладкой в формы натирают (пересыпают) специями, если они не были добавлены при массировании.

Если формы отсутствуют, то сырье пластуют, пересыпают специями, сворачивают рулетом, заворачивают в целлюлозу и перевязывают шпагатом продольно-поперечно через каждые 5 см.

Подготовку вареных продуктов в сетке производят следующим образом: зачищают жировую ткань, удаляют излишний слой шпика, разрезают мышечную ткань вдоль волокон на три равные части, натирают специями, сворачивают каждую часть рулетом, набивают в сетки или заворачивают в целлюлозу. Перевязывают шпагатом. Все продукты подпетливают для навешивания.

Варка (E2) острым паром в термокамере или в варочном котле при 85 ± 2 °С в течение 2– 4 ч до достижения температуры в центре продукта 70 ± 2°С.

Копчение (D7) продукта проводя в камерах при 80–100 °С в течение 1 ч или при 30– 50 °С – 2– ч. для окороков и рулетов.

Охлаждение (G1) проводят в камерах при 0–8 °С до достижения температуры в толще продукта не выше 8 °С

Упаковка (H1). Продукцию без оболочки завертывают в пергамент, подпергамент, целлюлозу, другие упаковочные материалы или фасуют на специальном оборудовании в пакеты из различных полимерных материалов, разрешенных Минздравом России для контакта с пищевыми продуктами.

Весь ассортимент вареных продуктов из свинины допускается реализовать в фасованном виде целым куском массой 100, 150, 200, 250, 300 г (порционная нарезка) или ломтиками (сервировочная нарезка). Продукцию упаковывают под вакуумом в прозрачные газонепроницаемые пленки **(H2)**.

В случае упаковки окороков целым куском предварительно удаляют шкуру и кости. Для рулетов допускается упаковка в шкуре, без шкуры, с частично снятой шкурой, без рулек и голяшек.

Вареные, как и другие продукты из свинины, упаковывают в деревянные, алюминиевые, полимерные, а также ящики из гофрированного картона, согласно требованиям нормативных документов на каждый вид многооборотной тары. Ящик должен иметь крышку, быть чистым, сухим, без плесени и посторонних запахов.

Хранение. Допускают к реализации изделие с температурой в его толще 0–8 °С. При указанной температуре и относительной влажности воздуха 75 ± 5 % вареные

продукты из свинины хранят не более 4 сут, в том числе на предприятии-изготовителе — не более 24 ч.

В случае упаковки под вакуумом и сервировочной нарезки хранят продукт при 5–8 °С не более 5 сут, при порционной нарезке — 6 сут, включая хранение на предприятии-изготовителе не более 24 ч.

Общий технологический процесс показан на рисунке 2.11.

2.2.1.2 Производство колбасных изделий

Колбасное производство является важной частью мясной промышленности. Колбасное производство – это процесс изготовления колбасных изделий, начинается с сортировки, зачистки, промывки мяса и других мясопродуктов, используемых в качестве сырья (мороженые мясо и субпродукты предварительно размораживают).

Производство колбасных изделий основано на принципе консервирования – анабиозе, и его следует рассматривать как термохимический способ консервирования мяса, проводимый с применением высокой температуры и химических веществ. Колбасные изделия — это готовый высококалорийный мясной продукт, обладающий специфическим вкусом и ароматом. Продукт предназначен для употребления в пищу без дополнительной термической обработки. Действие высокой температуры и добавляемых химических веществ в процессе изготовления способствует инактивации микрофлоры и сохранности готового продукта. Продолжительность сроков реализации колбас зависит от ряда технологических приемов при их изготовлении.

Колбасное производство предусматривает выпуск следующих групп изделий: вареные, полукопченые, варено-копченые, сырокопченые, фаршированные, ливерные, диетические, кровяные, мясорастительные, с добавлением сыра, мясные хлеба, зельцы, студни, паштеты.

Особую группу составляют колбасные изделия из конины, мяса оленей и верблюдов. Их подразделяют на стойкие и нестойкие. К стойким относят сырокопченые и полукопченые колбасы, они сохраняются длительное время. В последнее время с применением искусственной оболочки и вареные колбасы сохраняются до 30 суток.

Для каждого вида колбасных изделий определен процесс изготовления, утверждены технологические инструкции, рецепты. В зависимости от применяемого сырья, колбасы подразделяют на высший, 1 и 2 сорта. Соблюдение рецептур, технологических инструкций и санитарного режима по ходу технологического процесса — это необходимые условия для получения высококачественных колбасных изделий.

К группе вареных колбас относятся любительская, докторская, отдельная, ветчинно-рубленая, чайная, закусочная, диабетическая и др.

Основным сырьем для данной группы колбас является говядина и свинина.

Принципиальная технологическая схема производства вареных колбас приведена на рисунке 2.12.

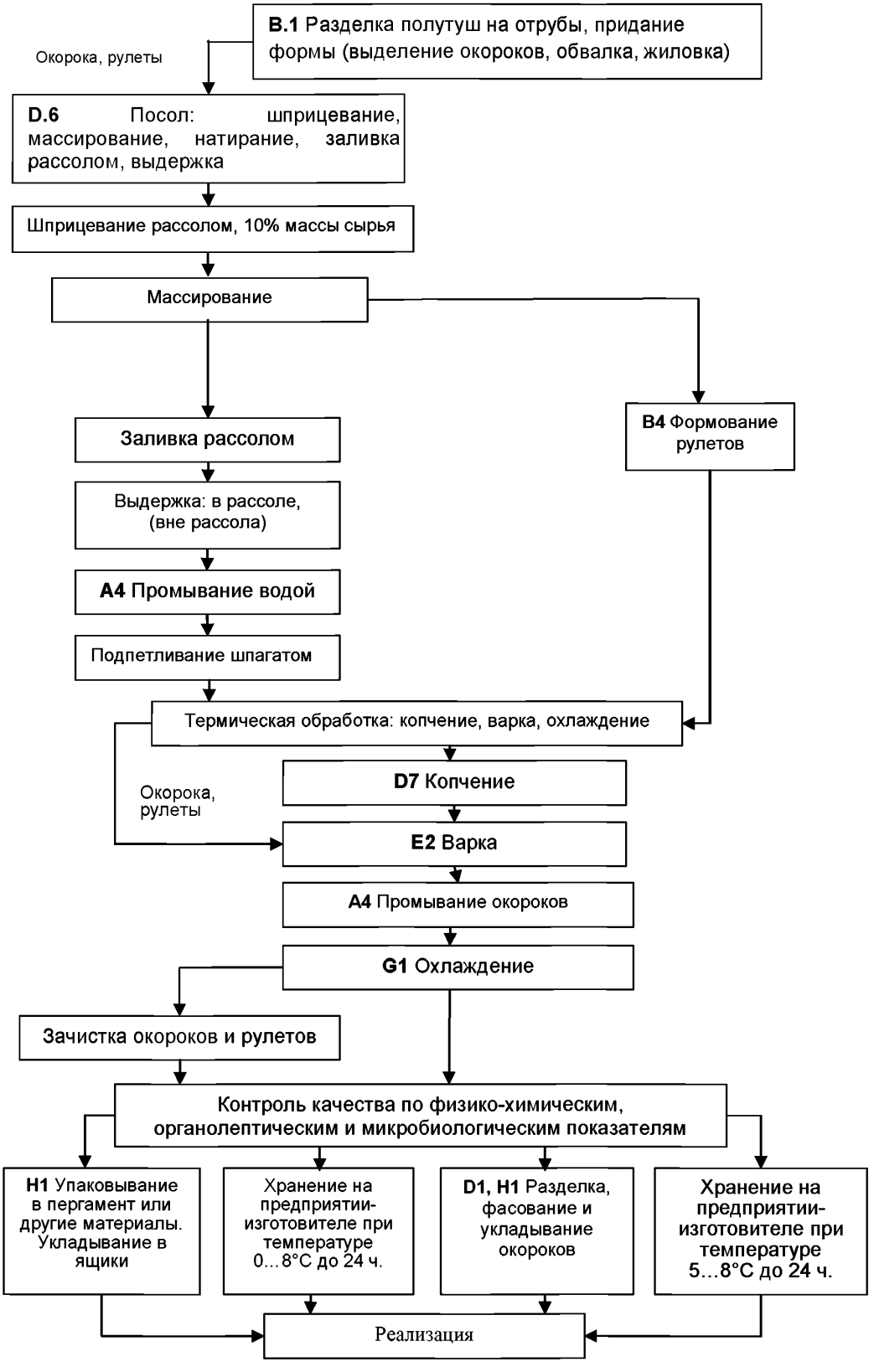

Рисунок 2.11 – Технологическая схема производства вареного окорока и копчено - вареного рулета

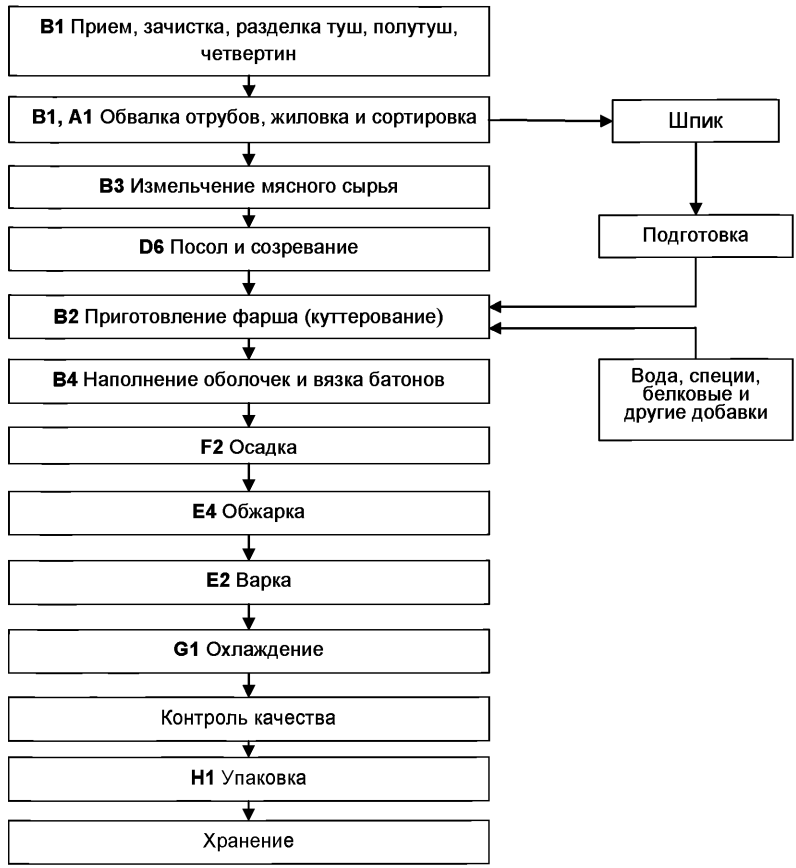

Рисунок 2.12 – Технологическая схема производства вареных колбас

Разделка (B1) полутуш для производства колбас соответствует общепринятым схемам разделки, обвалка мяса — это отделение мяса (мягких тканей) от костей, жиловка — отделение от обваленного мяса мелких костей, хрящей, грубой соединительной и жировой тканей, кровяных сгустков, абсцессов, загрязнений. В процессе жиловки мясо сортируют исходя из процентного содержания в нем жировой и соединительной ткани.

Сортировка (A2). Говядину, буйволятину, конину сортируют на высший, первый и второй сорта: высший сорт не содержит видимой соединительной и жировой тканей; первый — содержит 6 % этих тканей от общей массы куска; второй включает их не более 20%.

Свинину подразделяют на нежирную, полужирную и жирную: нежирная содержит не более 10 % межмышечного жира; полужирная — 30-50 % жировой ткани; жирная — 50-80 % жировой ткани.

При жиловке баранины выделяют один сорт.

Измельчение мясного сырья (B3). Осуществляют с целью подготовки его к дальнейшей технологической переработке, в частности, к посолу. Мясо нарезают на куски массой от 150 до 1000 г или измельчают на волчке с диаметром отверстий решетки от 2 до 25 мм.

Посол (D6). Предназначен для консервирования сырья, стабилизации цвета мяса, формирования специфических вкуса и аромата. Производится с применением сухой поваренной соли или ее раствора с добавлением нитрита натрия, сахара, глюкозы, пряностей, фосфатов, других ингредиентов, в зависимости от цели посола и вида колбасного изделия.

Для посола используют концентрированный раствор поваренной соли плотностью 1,201 г/см^3 при 15-16 °С с содержанием 26 % хлорида натрия.

При изготовлении вареных и фаршированных колбас, сосисок, сарделек и мясных хлебов на 100 кг мяса вносят 1,75-2,9 кг соли. Мелкоизмельченное мясо перемешивают с рассолом в мешалке в течение 2-5 мин, с сухой поваренной солью — 4-5 мин, в кусках или в виде шрота — 3-4 мин. Посоленное мясо выдерживают для созревания в помещениях при температуре 0-4 °С в специальных емкостях (тазиках, тележках, ковшах) или созревателях. Температура мяса в емкостях до 150 кг должна быть не более 12 °С, свыше 150 кг — не более 8 °С. Продолжительность выдержки мяса, измельченного на волчке с диаметром отверстий решетки 2-6 мм, при посоле концентрированным рассолом — 6-24 ч, сухой солью — 12—24 ч. При измельчении мяса до 8—12 мм — 12—24 ч, до 16-25 мм (шрота) — 24—48 ч, в случае кусков мяса до 1 кг — 48-72 ч.

Приготовление фарша (B2). Процедура включает дополнительное измельчение сырья составление и перемешивание компонентов рецептуры. Степень измельчения и продолжительность перемешивания зависят от вида, сорта колбасных изделий.

Приготовление фарша осуществляют в куттере, мешалке, других машинах периодического действия. При использовании мяса в виде кусков или шрота его предварительно измельчают на волчке с диаметром отверстий решетки 2–3 мм.

Приготовление фарша в куттере начинается с загрузки нежирного мясного сырья Добавляют холодную воду, чешуйчатый лед (снег) до 10 % от общего количества воды, немясные компоненты и специи. После перемешивания вносят более жирное сырье, оставшуюся воду, шпик, крахмал или муку. Общее количество добавляемой воды составляет 10–40 % от массы сырья и зависит от его влагосвязывающих свойств. Продолжительность куттерования — 8—12 мин, в зависимости от вида оборудования и рецептуры колбасного изделия.

По окончании куттерования температура фарша должна находиться в пределах 4-12 °С. Если фарш дополнительно обрабатывается на микрокуттере, эмульситаторе, коллоидной мельнице, дезинтеграторе, других машинах тонкого измельчения непрерывного действия, то температура фарша после куттерования не должна превышать 14°С, а сама обработка на куттере сокращается на 3—5 мин.

Процесс куттерования используется, как правило, при изготовлении колбас с однородной структурой. Для приготовления фарша может быть использован высокоскоростной вакуумный куттер.

Вареные колбасные изделия с неоднородной структурой производят в мешалках, перемешивая тонкоизмельченный фарш со шпиком, языком, другими компонентами рецептуры.

Формовка (B4) включает наполнение колбасных оболочек или форм фаршем, вязку батонов, накладывание скрепок на их концы.

Используют натуральные кишечные или искусственные колбасные оболочки различного диаметра и цвета. Наполнение оболочек фаршем производят на пневматических, гидравлических или механических вакуумных шприцах.

Вязку батонов осуществляют с целью маркировки и идентификации, согласно действующему нормативному документу. При наличии специального оборудования концы формованных батонов закрепляют металлическими скрепками.

Каждому виду колбас подбирают соответствующую оболочку, с учетом их свойств и технологических параметров производства продукции.

При формовке сосисок и сарделек используют шприцы-дозаторы и агрегаты, которые обеспечивают дозирование и автоматическое перекручивание батончиков. Важно соблюдать равномерность и плотность набивки колбасных оболочек, исключать попадание в фарш воздуха. Формование фаршированных колбас осуществляется вручную.

Осадка (F2) имеет важное значение для вторичного структурообразования, а также для обеспечения коагуляционной структуры фарша и химических превращений нитрита натрия, связанных с формированием и стабилизацией окраски колбас. Во время осадки подсушивается поверхность батонов, что улучшает условия последующей тепловой обработки.

Правильно проведенная осадка обеспечивает селективный характер развития микрофлоры, направленное развитие других процессов в последующих периодах копчения и сушки, что формирует аромат, вкус, санитарное благополучие, положительно сказывается на других свойствах готовой продукции.

Осадку применяют для колбасных изделий в натуральной оболочке, нашприцованных без применения вакуума. Колбасные батоны, сосиски и сардельки выдерживают в подвешенном состоянии 2 ч при 0–4°С и относительной влажности 85–90%. За это время происходит подсушивание оболочки, уплотнение фарша, а также протекают реакции, обеспечивающие необходимый товарный вид готовым колбасным изделиям.

Обжарку (E4) батонов в стационарных камерах проводят при 90–100°С в течение 60–140 мин, в зависимости от вида камеры, диаметра и состава оболочки. Дым для обжарки получают путем «тления» опилок или при воздействии силы трения дров лиственных пород (фрикционные дымогенераторы). Окончанием процесса обжарки считают достижение в центре батона температуры 40–50 °С.

После этого батоны направляют на **варку**, которую осуществляют паром при 75–85 °С от 40 до 180 мин, до достижения в центре батона температуры не выше 70 ± 1 °С.

Охлаждение (G1) осуществляют холодной водой под душем в течение 10 мин, затем в холодной камере с температурой не выше 8 °С и относительной влажностью 95% или в туннелях интенсивного охлаждения при минус 5–7 °С до достижения температуры в центре батона не выше 15 °С.

Упаковка (Н1). Вареные колбасные изделия, как и другие виды колбас, разрешается упаковывать в ящики: деревянные многооборотные, дощатые, из гофрированного картона, полимерные многооборотные, алюминиевые. Допускается тара из других материалов, разрешенных Минздравом России, включая спецконтейнеры и тару–оборудование.

Тара должна быть чистой, сухой, без плесени и постороннего запаха. Многооборотная тара должна иметь крышку, для местной реализации допускается накрывать тару оберточной бумагой, пергаментом (подпергаментом). Масса брутто не должна превышать 30 кг.

Сосиски без оболочки реализуют в розничной торговле упакованными под вакуумом по 4, 5, 8, 10 штук массой нетто 200, 250 ± 6, 400 ± 8, 500 ± 10 г и массой нетто не более 550 г.

Хранение. С предприятия продукты выпускают с температурой в толще батона 0–15 °С.

В торговой сети и на предприятиях мясной промышленности хранят колбасные изделия в подвешенном состоянии, а мясные хлебы, вареные колбасы в искусственной оболочке диаметром свыше 80 мм — разложенными на стеллажах в один ряд при температуре 0–8 °С. Сроки хранения и реализации вареных колбасных изделий определяются с момента окончания технологического процесса и зависят от сорта, упаковки и температуры.

К полукопченым колбасам относятся полтавская, краковская, польская, украинская и некоторые другие колбасы. Сырье для таких колбас то же, что и для вареных, с той лишь разницей, что парное мясо не используют. Технология изготовления колбас до шприцевания в основном та же, что и при изготовлении вареных изделий. Набивку проводят более плотно. После набивки батоны направляют на осадку, которая продолжается 4 часа при температуре 10–12°С. В дальнейшем батоны подвергают обжарке, а затем варке с последующим остыванием. Следующей операцией является копчение горячим дымом. На этом завершается изготовление полукопченых колбас для местной реализации. Колбасы, отправляемые для дальней реализации, дополнительно подсушивают в течение 2–4 суток при температуре не выше 12 °С.

Выход готовых полукопченых колбас составляет 60–80 %.

К варено-копченым колбасам относят деликатесную, сервелат, ростовскую, московскую и др. В технологии по производству варено-копченых колбас имеются некоторые отличия (рисунок 2.13). Так, осадка продолжается 24–48 часов, первичное копчение — 60–120 минут при температуре 50–60 °С, а после варки вторичное копчение. После вторичного копчения производится сушка в течение 3–7 суток при температуре 12 °С, относительной влажности 75–78 %. Выход составляет 65 %.

К сырокопченым колбасам относят московскую, угличскую, тамбовскую, майкопскую, свиную, столичную, зернистую и др. Для изготовления сырокопченых колбас используют сырье только высшего сорта. К сырокопченым колбасным изделиям относят колбасы, выработанные из сырого мяса и жира, подготовленные к употреблению в пищу длительной ферментацией и обезвоживанием мяса. Сырокопченые и сыровяленые колбасы не подвергаются варке. Процесс изготовления длительный и составляет примерно 30–50 дней. Мясо после тщательной жиловки подвергают посолу в кусках массой 400 г.

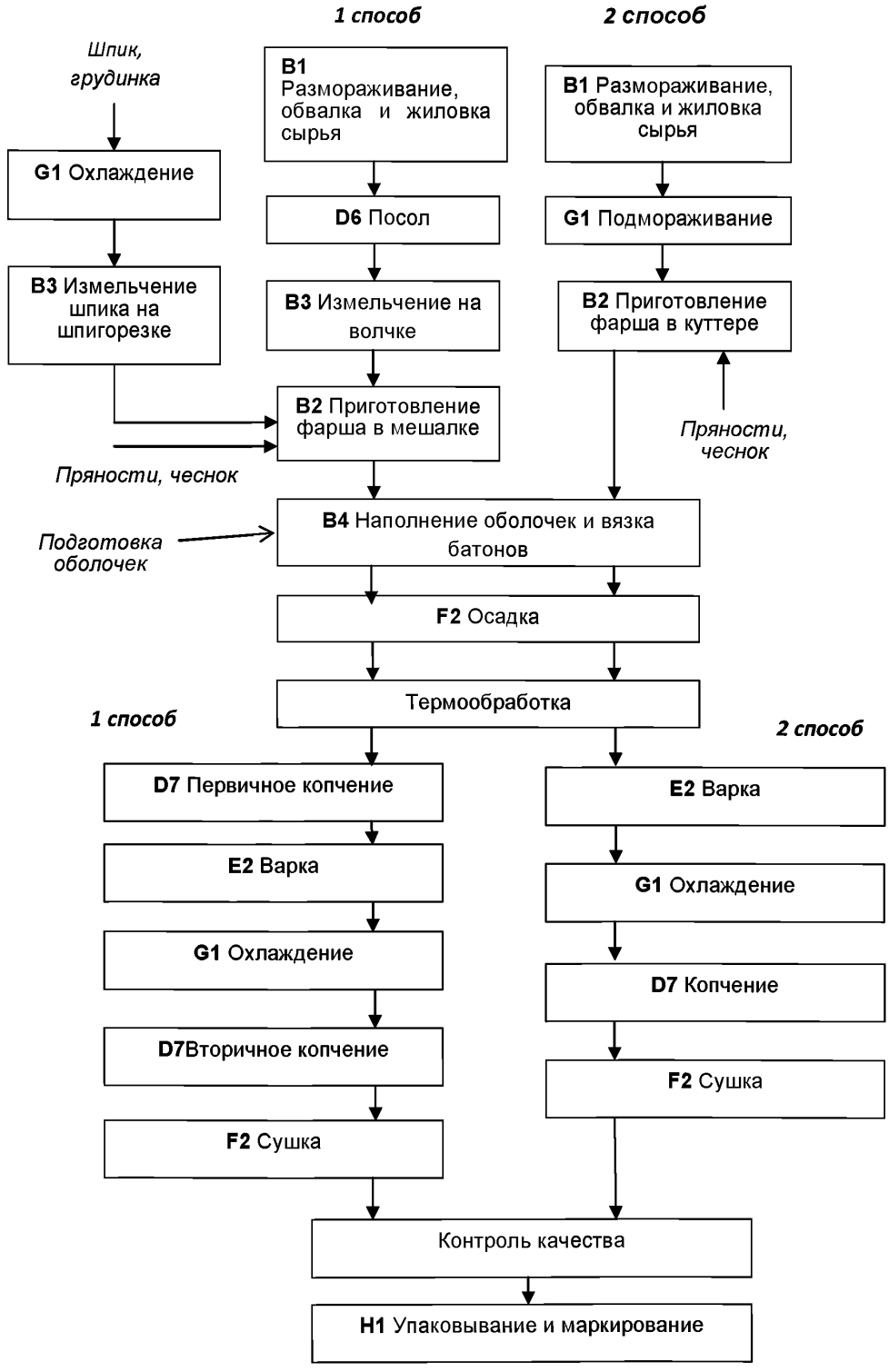

Рисунок 2.13 – Технологическая схема производства варено-копченых колбас

После посола мясо выдерживают 5–7 суток при температуре 2–3 °С.

Для сокращения срока выдержки в 2 раза мясо измельчают в волчках через решетку диаметром 16–24 мм, а затем вторично измельчают уже с отверстиями диаметром 2–3 мм и перемешивают со всеми составными частями, предусмотренными рецептурой. Воду в фарш не добавляют. Фарш выдерживают при температуре 3–4 °С в течение 24 часов. Затем фарш шприцуют в оболочку медленно и очень плотно под давлением 10–13 атм. Батоны плотно обвязывают шпагатом, делая частые петли. После обвязки батоны навешивают на рамы и перевозят в осадочное отделение. Осадка батонов длится 5–7 суток. После осадки батоны обрабатывают 5–7 суток в коптильных камерах дымом несмолистых пород деревьев с температурой 18–22 °С.

После копчения колбасу сушат при температуре 12°С в течение 25–30 суток. Выход готовых колбасных изделий составляет 55–70 %.

2.2.1.3 Производство мясных (мясосодержащих) консервов

Под группой мясных консервов подразумевают мясо или мясопродукты, герметически закупоренные в банку и подвергнутые стерилизации или пастеризации при высокой температуре.

Все мясные консервы подразделяют на несколько групп.

По виду сырья: мясные (из говядины, свинины, баранины, конины, мяса птицы и др.); субпродуктовые (из языков, печени, почек, рубца, смеси субпродуктов и др.); из мясных продуктов (сосисок, колбасного фарша, свинокопченостей и др.); мясорастительные (из мясного сырья или субпродуктов в сочетании с крупами, бобовыми, овощами, другим растительным сырьем), жиробобовые (из свиного жира топленого, шпика в сочетании с фасолью, чечевицей, горохом).

По составу: консервы в натуральном соку (с добавлением только соли и пряностей); с соусами (томатным, белым и др.); в желе (в желирующем соусе).

По режиму тепловой обработки: стерилизованные (температура обработки выше 100 °С); пастеризованные (температура ниже 100 °С, в центре банки 65-75 °С).

По назначению: закусочные (деликатесные); обеденные (для первых и вторых блюд); специального назначения (диетические, лечебно-профилактические, для детского питания, для питания спортсменов и др.).

По продолжительности хранения: длительного хранения (3–5 лет); с ограниченным сроком хранения.

Наряду с общими технологическими этапами для всех мясных консервов каждый их вид отличается специфическими операциями, в зависимости от рецептуры, вида тары, назначения продукта. К особенностям можно отнести посол, степень измельчения сырья и приготовление фарша для фаршевых консервов, тепловую обработку (бланширование, варка, обжаривание), подготовку бобовых, круп, другого растительного сырья – для мясорастительных консервов, обогащение или исключение из рецептуры отдельных нутриентов — для консервов специального назначения, и др.

Общая схема производства мясных консервов приведена на рисунке 2.14.

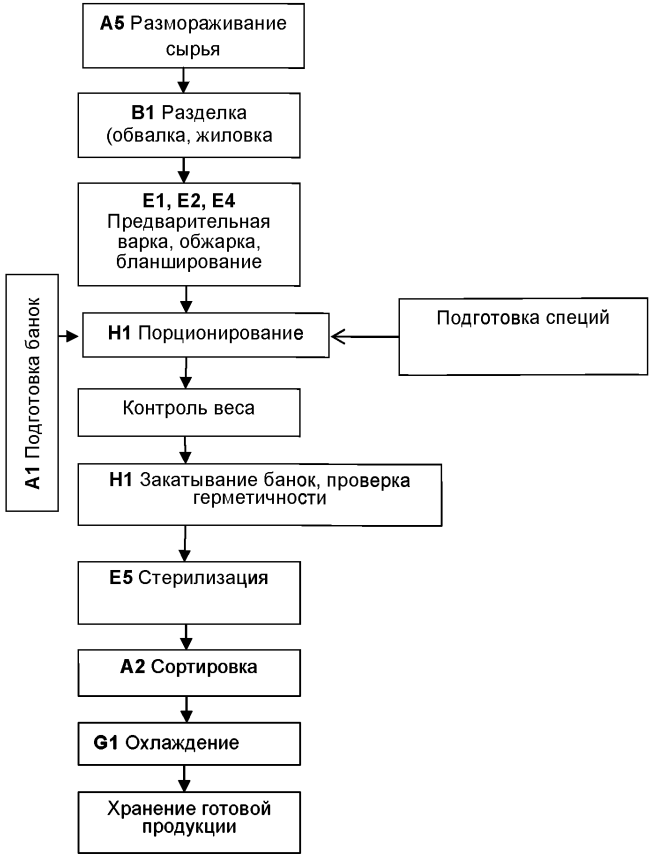

Рисунок 2.14 – Технологическая схема производства мясных консервов

Размораживание (А5) мясного сырья. Применяют два способа: медленный и быстрый. Медленное размораживание мяса производят в холодильных камерах с постепенным повышением температуры от 0 до 6–8 °С при относительной влажности 90–95 %. Продолжительность размораживания составляет 3–5 суток. Медленное размораживание применяют, как правило, на крупных заготовочных предприятиях, где имеется большой запас мяса (не менее трехсуточного) и три и более холодильных камеры с регулированием температуры и влажности воздуха. Мясо считается размороженным, когда температура в толще мышц достигла 0–1 °С.

Быстрое размораживание мяса осуществляется в специальных камерах при температуре 20–25 °С и относительной влажности 85–95 %, которые обеспечиваются подачей в нее подогретого и увлажненного воздуха. При таких условиях мясо размораживается в течение 12–24 ч.

Размораживание считается законченным при достижении температуры в толще мышц – 1,5–0,5 °С. Однако для снижения потерь сока при последующей обработке

мясо следует выдержать в течение 24 ч. в камере с температурой 0–2 °С эффективным является обсушивание при помощи хлопчатобумажной ткани или циркулирующего воздуха с температурой 1–6 °С.

Подготовка тары (А1). Подготовленные к фасованию банки не должны иметь: загрязнений, остатков флюса от пайки, смазки, металлической пыли, мелких опилок, наплывов припоя, размягченных и деформированных покрытий на внутренней поверхности, негерметичных соединительных швов.

Тара, независимо от ее вида, проходит санитарную обработку для максимального снижения обсемененности микробами. Обработка стеклянных и жестяных банок осуществляется на специальных машинах, обеспечивающих мойку (замачивание), шпарку, ополаскивание и подсушивание. Для мойки стеклянных банок используют 2–3 %-ный раствор каустической соды (гидроксида натрия), фосфат натрия и др.; шпарку проводят острым паром и горячей водой (95–98 °С), металлические крышки ошпаривают кипящей водой в течение 2-3 мин.

Порционирование, фасование и закатка банок (Н1). Производят вручную или на поточно-механизированных линиях различной конструкции исходя из специфики сырья (целые куски, колбасный фарш, паштетная масса и др.).

Наполненные банки направляют на контрольное взвешивание, используя циферблатные весы или инспекционные автоматы, не допуская, таким образом, закатки незаполненных или переполненных банок; 1—3 раза за смену взвешивают партию из 100 пустых банок, устанавливая среднюю массу одной банки.

Закатку (Н1) осуществляют на закаточных машинах различного типа, предварительно или одновременно вакуумируя содержимое банок. Присутствие воздуха укоряет окислительные процессы в продукте, особенно его жировых компонентов, что приводит к повышению пероксидного и кислотного чисел, pH, к разрушению витаминов, других питательных веществ, к ухудшению органолептических показателей качества. Кроме этого, кислород воздуха создает благоприятные условия для развития аэробных микроорганизмов, приводящих к порче продукта. Наличие в банке воздуха может привести во время тепловой обработки к деформации и разрыву банки.

Крышки и донышки банки маркируют путем штамповки на маркировочных машинах или с помощью типографской печати.

Проверку герметичности осуществляют: визуально, непосредственно на конвейере, осматривая закатанный шов, — таким способом выявляется только явный брак; в контрольной ванне, наполненной горячей водой (80-90 °С): воздух в банках при нагревании расширяется, и при нарушенной герметичности в ванне появляются пузырьки; применением вертикальных или горизонтальных воздушных и воздушно-водяных тестеров.

При выявлении негерметичных банок их содержимое перекладывают в другую тару и вновь проводят закатку.

После фасования и проверки герметичности продукцию направляют на тепловую обработку. Временной промежуток не должен при этом превышать 30 мин (во избежание развития микрофлоры).

Тепловая обработка (стерилизация) (Е5). Этот процесс направлен на уничтожение в продукте (полное или частичное) микроорганизмов, обеспечение

безопасности и доброкачественности продукта. Режимы тепловой обработки определяются температурой и продолжительностью воздействия.

В зависимости от вида продукта, тары и температуры – применяют следующие способы стерилизации консервов: в жестяной таре паром; в жестяной и стеклянной таре с противодавлением; в полуавтоматах–стерилизаторах и аппаратах непрерывного действия.

Сортировка (А2). После термообработки нормальные, герметичные жестяные банки должны иметь вспученные крышку и донышко. Негерметичные банки не вспучиваются, что служит поводом к отбраковке.

Охлаждение (G1) производят водой до температуры 40 °С. Процесс охлаждения целесообразно проводить быстро для исключения развития оставшихся после стерилизации термофильных бактерий.

Хранение. Мясные, мясорастительные консервы в жестяных нелакированных сборных и стеклянных банках, стерилизованные при температуре выше 100 °С, хранят при 0–2 °С и относительной влажности воздуха 75 %. Консервы в штампованных банках хранятся не более 1 года, в сборных – 1,5 года, в стеклянных – не более 3 лет со дня выработки.

Процесс изготовления мясных консервов для детского питания в целом аналогичен общепринятому в консервном производстве, однако есть отличия.

При производстве консервов детского питания из-за низкой пищевой ценности не используют говядину и конину от зареза, передней и задней голяшек, жирное мясо от грудной части и пашины, межреберное мясо в случае упитанных животных. Эти части туши направляют на изготовление колбас, других видов мясопродуктов. Не допускается для изготовления консервов мясо с высокой микробной обсемененностью.

2.2.1.4 Производство мясных (мясосодержащих) полуфабрикатов

Производство мясных полуфабрикатов представляет в настоящее время крупную специализированную отрасль, имеющую перспективную программу развития в нашей стране.

Мясные полуфабрикаты – это продукты, приготовленные из различных видов мяса, прошедшие механическую кулинарную обработку и подготовленные к тепловой обработке.

Мясные полуфабрикаты подразделяют на следующие основные группы: фасованное мясо и субпродукты; крупнокусковые полуфабрикаты (бескостные и мясокостные); порционные и мелкокусковые полуфабрикаты (мякотные, бескостные, мясокостные); рубленые полуфабрикаты: фарши; полуфабрикаты в тесте; быстрозамороженные готовые блюда; мясные полуфабрикаты специального назначения: для детского, диетического, лечебно-профилактического питания и т. д.

Крупнокусковые полуфабрикаты производят из обваленного мяса различных сельскохозяйственных животных, выделяя из определенных частей туш и полутуш в виде крупных кусков мякоти и пластов мяса. Грубые поверхностные пленки и сухожилия удаляют, межмышечную соединительную и жировую ткань сохраняют.

Процесс изготовления мясных полуфабрикатов включает три последовательных этапа: подготовку сырья, разделку туш и выделение сырья для полуфабрикатов, изготовление полуфабрикатов (рисунок 2.15).

При **подготовке сырья (А1)** удаляют механические загрязнения, кровяные сгустки, оттиски ветеринарных клейм.

Разделка (В1) полутуш осуществляется в соответствии с «Технологической инструкцией по универсальной схеме разделки, обвалки и жиловки говядины (свинины) для производства полуфабрикатов, копченостей и колбасных изделий».

Крупнокусковые полуфабрикаты допускается вырабатывать в посоленном и обсыпанном виде: из говядины – говядину Юбилейную, для запекания, по-домашнему; из свинины – все наименования, за исключением вырезки Экстра и свинины для поджарки.

Для приготовления рассола применяют пищевые фосфаты, соль и капсулированную соль. Допускается приготовление рассола без сахара, при этом количество воды увеличивается на 2 кг.

Посол (D6) производят шприцеванием с дальнейшим массированием в массажерах. При отсутствии массажеров применяют мешалки, где процесс массирования продолжается 20–30 мин, до придания кускам мяса липкой поверхности. Температура шприцовочного рассола не должна быть выше 4 °С.

Бескостные полуфабрикаты – говядину Юбилейную, говядину для запекания и говядину по-домашнему – допускается вырабатывать в посоленном виде, при этом массовая доля хлористого натрия (поваренной соли) в полуфабрикате должна быть не более 3 %, общего фосфора (в пересчете не P_2O_5) – не более 0,4 %.

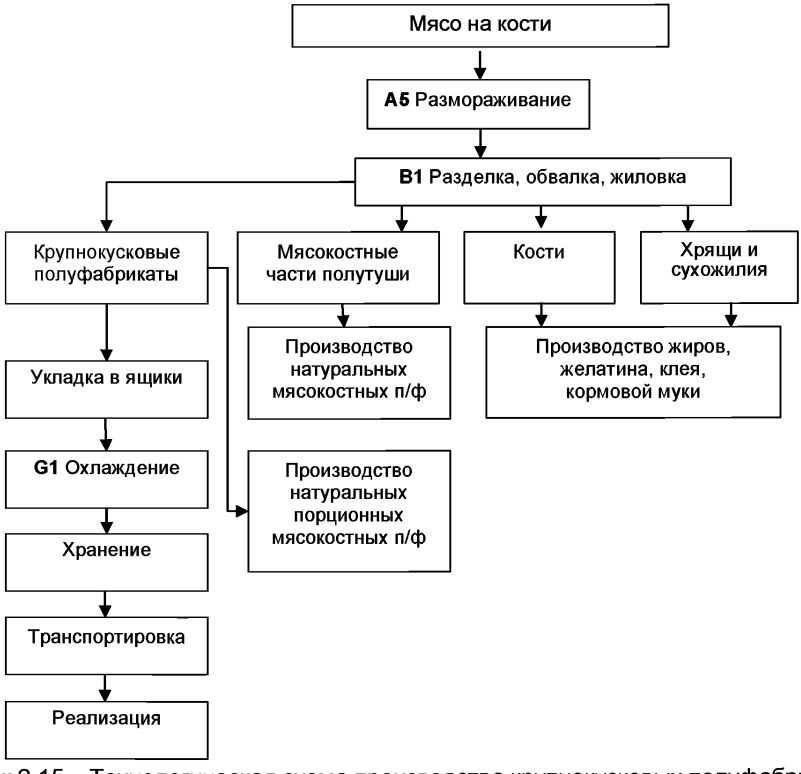

Рисунок 2.15 – Технологическая схема производства крупнокусковых полуфабрикатов

Крупнокусковые полуфабрикаты – свинину Экстра, корейку, шейку, шейку Домашнюю, свинину для запекания и тушения, грудинку – допускается вырабатывать в посоленном и обсыпанном виде, при этом массовая доля хлористого натрия (поваренной соли) в полуфабрикате должна быть не более 1,5 %, общего фосфора (в пересчете на P_2O_5) – не более 4 %.

При обсыпке посоленных полуфабрикатов применяются различные смеси пряностей.

Упаковка и маркировка (Н1, Н2). Крупнокусковые полуфабрикаты фасуют порциями массой от 500 до 5000 г. В качестве упаковки используют пергамент, подпергамент, фольгу алюминиевую кэшированную, пленку целлюлозную и полиэтиленовую, оболочку, салфетки из пленочных материалов. Применяют пакеты из полимерных пленочных материалов, которые термосваривают либо закрепляют металлическими скобами, липкой лентой или резиновыми обхватками.

В настоящее время широко используются различные упаковочные поточно-механизированные линии, вакуум-упаковочные машины, вакуум-упаковочные термоформовочные автоматы, другое оборудование, позволяющее упаковывать мясные полуфабрикаты, как в обычных условиях, так и в среде газовых атмосфер. Последнее осуществляется в соответствии с технологическими инструкциями, утвержденными для таких видов работ.

В качестве транспортной тары традиционно используют ящики из гофрированного картона или многооборотные — деревянные дощатые, алюминиевые, полимерные, а также контейнеры или тару-оборудование.

Мясные полуфабрикаты транспортируют рефрижераторами или автомобилями-фургонами с изотермическим кузовом, согласно правилам перевозок скоропортящихся грузов на данном виде транспорта.

Готовая продукция перед отправкой с предприятия-изготовителя должна иметь температуру внутри продукта 0 – 8 °С в охлажденном состоянии и не выше –10 °С– в замороженном.

2.2.2 Переработка и консервирование фруктов и овощей

На рынке консервированной продукции овощные и плодово-ягодные консервы примерно равны по объемам продаж. При этом в овощном сегменте почти 40% приходится на долю зернобобовых культур (зеленый горошек, кукуруза, фасоль, бобы). Второе место (почти 20 %) занимают различные маринады: маринованные огурцы, томаты, перец, ассорти. Третье место с долей в 15 % занимают салаты, икры из овощей (кабачков), закуски. А на последнем месте находятся консервированные продукты из грибов (всего 4-5 % по различным оценкам).

Чипсы из фруктов и картофеля являются наиболее крупной категорией рынка снеков, их доля составляет около 26 % рынка в натуральном выражении [69].

2.2.2.1 Прочие виды переработки и консервирования фруктов и овощей

2.2.2.1.1 Производство сушеных фруктов и овощей

Сушеные плоды, ягоды и овощи содержат незначительное количество влаги (8–25 %), что обеспечивает их длительное хранение без значительных потерь качества и питательных веществ.

Для производства сухофруктов применяется несложная технология. Она заключается в том, что продукт подвергается процессу обезвоживания при помощи циркуляции теплых потоков воздуха. Это самый простой и дешевый способ сохранения продуктов.

Технология производства исключает использование химии и консервантов, таким образом, продукты полностью натуральные.

Фрукты и овощи для сушки проходят предварительную обработку: сортировку (A2), калибровку (A2), мойку (A4), резку (яблоки, корнеплоды) (B1); очистку (картофель) (A3), обработку (SO_2) сернистым ангидридом (виноград, абрикосы, персики) (D6).

Фрукты и овощи подвергаются бланшированию (E1), обсушиванию и передаче на сушку (F2).

Сушка осуществляется на солнце и в специальных аппаратах (сушилках: ленточных, туннельных и др.). Сушильным агентом является воздух.

Высушенные фрукты, ягоды, овощи расфасовывают (H1) в мелкую и крупную тару и отправляют потребителю.

В некоторых случаях после сбора урожая фрукты обрызгивают или окунают в эмульсию масла в растворе карбоната калия. Масло в эмульсии может быть различным, например, некоторые производители используют оливковое масло, другие могут использовать смеси этиловых эфиров жирных кислот и свободную олеиновую кислоту.

Для производства сухофруктов существует разнообразное оборудование: это и небольшие комбайны, позволяющие открыть небольшое домашнее производство, и целые комплексы, предназначенные для крупного производства. На рынке присутствуют оборудования различных ценовых категорий, как зарубежных производителей, так и отечественных.

Однако, применяют в основном два вида сушилок: инфракрасные и конвективные.

Принцип работы конвективных сушилок основывается на обычных электронагревателях. Сырье помещается на специальный поддон, где подвергается обработке разогретым воздухом, вследствие чего влага, содержащаяся в исходном продукте, испаряется.

В инфракрасных сушилках продукт подвергается инфракрасному излучению, благодаря чему удаляется влага. Эффективная глубина проникновения инфракрасного излучения – 6-8 мм, поэтому фрукты лучше нарезать дольками толщиной 10-12 мм. При этом способе нагревается не сушильная камера, а сам продукт, что значительно экономит электроэнергию. Данное оборудование позволяет сушить различные виды фруктов: шиповник, яблоки, сливы, абрикосы и т.д.

Природные источники энергии также актуальны в сушке продуктов. Для этого изготавливаются специальные лотки для сушки на открытом воздухе. Для этих конструкций используются рейки с сечением 2х3 см с основой из строительной штукатурной сетки. Мякоть к ней практически не прилипает. В данном случае производство сухофруктов может осуществляться без применения специальной техники [69,77].

2.2.2.1.2 Производство замороженных фруктов и овощей

Замораживание фруктов по праву является основным современным методом консервирования и широко используется в технологиях переработки фруктов и овощей.

Фрукты, предназначенные для замораживания, обычно моют и осматривают перед индивидуальным скоростным замораживанием, затем помещают в сироп (если предусмотрено технологией).

Типичными методами скоростного замораживания предусмотрено использование прямого контакта с охлажденной поверхностью, например, ленточными или барабанными морозильными аппаратами, прямой контакт с охлажденным воздухом или другими газообразными смесями, например, воздушной струей, кипящим слоем и спиральными морозильными аппаратами, прямое погружение в охлажденную жидкость, например, рассольные морозильные аппараты или низкотемпературные (криогенные) морозильные аппараты.

Процесс скоростного замораживания фруктов и овощей показан на рисунке 2.16.

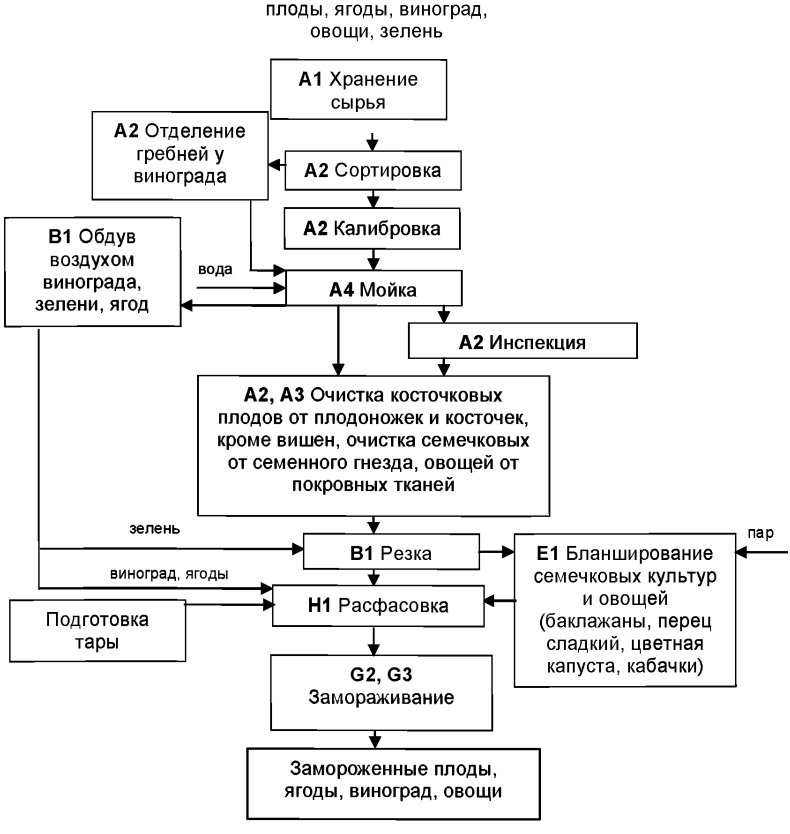

Рисунок 2.16 – Технология производства замороженных плодов и овощей

Сырьем для производства замороженных фруктов и овощей являются: фрукты – семечковые, косточковые, ягоды, виноград. Замороженные фрукты и овощи содержат витаминов в большей степени, чем сушеные плоды.

Плоды и овощи подвергаются сортировке и калибровке (А2) у винограда отделяют гребни; моют (А4) и инспектируют (А2). Ягоды винограда и зелень обдувают теплым воздухом для удаления излишней влаги. Ягоды и косточковые плоды отделяют от плодоножек и косточек (А2; А3), кроме вишен, семечковые от семенного гнезда, овощи от покровных тканей, у лука удаляют чешую, у крупных косточковых плодов – косточку.

Семечковые плоды и крупные косточковые отправляют на резание (В1). Резание осуществляют на кубики, половинки; томаты мелкие замораживают целиком, крупные режут на кубики или ломтики; стручковую фасоль режут на кусочки; огурцы режут на кружочки или дольки; перец для фарширования замораживают после удаления семяносцев целиком или кубиками и полосками; брокколи и цветную капусту разделяют на соцветия; тыкву, кабачки и патиссоны режут кубиками, удаляя семена; белокочанную капусту шинкуют; зелень режут на кусочки.

Семечковые фрукты, кабачки, патиссоны, баклажаны, цветную капусту бланшируют.

Расфасовывают (Н1) подготовленное сырье в пакеты, заполняя $^{2}/_{3}$ объема, либо пластиковые контейнеры, упаковывают и отправляют в морозильную камеру или шоковое замораживание (G2; G3) [52, 54, 69, 77].

2.2.2.1.3 Производство плодоовощных маринадов

Овощные маринады представляют собой продукты из овощей с добавлением пряностей и заливки, в которую входят уксусная кислота, сахар и поваренная соль.

Поскольку уксусная кислота влияет на вкус консервов, ее применяют в концентрации не более 0,9 %. Маринады фасуют в герметическую тару и стерилизуют. Для маринования используют уксусную кислоту.

В зависимости от содержания уксусной кислоты различают маринады слабокислые (0,4 – 0,6 %) и кислые (0,61 – 0,9 %).

Для выработки овощных маринадов используют следующее сырье: огурцы свежие с недоразвитыми семенами, правильной формы, с плотной упругой мякотью и соленые; патиссоны мелкоплодные с недоразвитыми семенами; кабачки с плотной мякотью без пустот с недоразвитыми семенами длиной до 110 мм, диаметром до 60 мм; баклажаны с недоразвитыми семенами цилиндрической формы; томаты красные, бурые или зеленые; перец красный сладкий толстостенный; цветную капусту, белую и краснокочанную с плотными кочанами; морковь столовую с мякотью оранжево-красного цвета без волокнистой середины; свеклу столовую с мякотью темно-красного цвета без светлых колец; зеленый горошек быстрозамороженный или консервированный.

Для изготовления маринадов применяют также фасоль стручковую, укроп, лук, чеснок, хрен, сельдерей, петрушку (зелень), перец стручковый горький, лавровый лист, мяту. В основном вырабатывают слабокислые овощные маринады. Маринады, состоящие из смеси разнообразных овощей, называют ассорти.

Просеянные сахар и соль в соответствии с рецептурой растворяют в воде, кипятят в котлах из нержавеющей стали 5...10 мин, затем фильтруют, добавляют вытяжку из пряностей, уксусную кислоту и воду. Вытяжку из пряностей готовят настаиванием в воде или в 20 %-ном растворе уксусной кислоты. Пряности (перец черный и душистый) инспектируют, фасуют в банки, закатывают и стерилизуют.

Плодовые и ягодные маринады готовят из свежих плодов или ягод одного вида или из смеси различных плодов и ягод.

В зависимости от содержания уксусной кислоты и способа приготовления плодово-ягодные маринады подразделяются на виды: слабокислые маринады из винограда, вишни, кизила, крыжовника, слив и смородины (белой, красной и черной) с содержанием уксусной кислоты 0,2—0,4 %; слабокислые маринады из груш, черешни, яблок с содержанием уксусной кислоты 0,4—0,6 %; кислые маринады из винограда и слив с содержанием уксусной кислоты 0,6—0,8 %.

Технология производства кислых и средних плодоовощных маринадов заключается в следующем.

Овощи и фрукты доставляют (А1), сортируют (А2), калибруют (А2), моют (А4). Затем расфасовывают (Н1) в тару и заливают маринадной заливкой (D3), содержащей соль, сахар, уксусную кислоту и настой пряностей. После чего укупоривают (Н1) и пастеризуют (Е5). Готовые маринады выдерживают не менее двух недель на складе.

Слабокислые овощные маринады, изготовленные с зеленью, перцем красным горьким, лавровым листом, перцем черным горьким и чесноком готовят аналогично. Эти маринады готовят из огурцов, кабачков и патиссонов. В тару предварительно закладывается чеснок, зелень, перец горький и лавровый лист, затем основное сырье, после чего наполняют банку заливой, содержащей соль и уксусную кислоту [18].

2.2.2.1.4 Производство солено-квашенной плодоовощной продукции

Для производства соленых или моченых продуктов подготовленное сырье заливают рассолом (раствор соли) или раствором (соль, сахар, раствор солода). После чего сырье проходит ферментацию (D2) (соленые овощи до накопления 0,6–0,7 % молочной кислоты, квашенные до 0,5 % молочной кислоты).

По окончании процесса продукты охлаждают и хранят до реализации.

Подготовку сырья для получения квашеной капусты проводят следующим образом: после сортировки (А2) и калибровки (А2) проводят зачистку (А3) от покровных листьев, высверливание кочерыги и шинкование (В1).

Подготовленное сырье смешивают с компонентами (В2), добавляя чистую культуру дрожжей, уплотняют для удаления воздуха и повергают ферментации (D2) до накопления молочной кислоты 0,7 %. Далее проводят заключительные операции [18].

2.2.2.1.5 Производство салатов

Салат представляет собой смесь нарезанных свежих, соленых или квашеных овощей, консервированного или замороженного зеленого горошка, свежих яблок и др. с добавлением растительного масла, уксусной кислоты (или без нее), соли, сахара и пряностей.

Для производства салатов сырье проходит следующую подготовку: сортировку (А2), калибровку (А2), мойку (А4), у яблок удаляют семенное гнездо, у перца сладкого семяносцы с семенами, у капусты зачищают покровные листья и удаляют кочерыгу (А2), затем передают на шинкование (В1). Яблоки, огурцы, томаты, сладкий перец режут (В.1) кружочками или дольками и передают на смешивание (В2).

Свеклу, картофель, морковь, лук подвергают очистке (А3); свеклу, картофель, морковь обрабатывают острым паром (Е1) (120 ºС, 10–15 мин), затем ополаскивают (А4) холодной водой и на щеточной моечной машине удаляют кожицу. Лук чистят (А3), проводят доочистку (А3), ополаскивание (А4) и передают на резку (В1), также как и свеклу, картофель, морковь.

После резки (В1) овощи направляют на посол, после чего на смешивание (В2) и наполнение тары (Н1), затем на добавление заливы, укупорку (Н1) и стерилизацию (Е5). Перед наполнением в банку укладывают лавровый лист и пряности.

В заливочную жидкость вносят уксусную кислоту, сок, выделившийся из овощей во время посола, а также сахар, соль, перец черный молотый, перец красный жгучий и растительное масло.

2.2.2.1.6 Производство компотов

Компоты готовят заливкой подготовленных фруктов и ягод сахарным сиропом. Повышенное содержание сахара и использование свежего высококачественного сырья для приготовления компотов делают их ценными в пищевом отношении. Поэтому производство компотов распространено очень широко. Компоты вырабатывают почти из всех видов фруктов и ягод. Особенно высокими пищевыми качествами обладают абрикосовый, алычовый, виноградный, сливовый, вишневый, малиновый, персиковый и грушевый компоты. Для детского и диетического питания компоты из плодов косточковых культур вырабатывают без косточек, а из плодов семечковых – без семенного гнезда с кожицей или без кожицы. Из смеси плодов и ягод, целых и нарезанных половинками, дольками или кубиками, вырабатывают различные компоты-ассорти.

Для компотов широко используют не только культурное, но и дикорастущее сырье: бруснику, ежевику, клюкву, морошку, черноплодную рябину, терн, чернику.

Плоды и ягоды проходят предварительную обработку: сортировку (А2), калибровку (А2), мойку (А4), резку (В1) (для семечковых плодов), удаление косточки (А2) и резку (В1) на половинки (для крупных косточковых плодов).

После чего бланшируют семечковые плоды, а также цельноплодные косточковые: сливы, абрикосы. Опушенные персики очищают раствором каустической соды и промывают проточной водой.

Параллельно готовят сахарный сироп. Сахар просеивают и подвергают магнитной сепарации, растворяют в воде, кипятят, фильтруют и передают на линию на заполнение сиропом.

Затем сырье расфасовывают (Н1) в тару, заливают сахарным сиропом разной концентрации, укупоривают (Н1) и передают на пастеризацию (Е5) и охлаждают [46].

2.2.2.1.7 Производство плодового пюре и повидла

Плоды и ягоды после краткосрочного хранения подвергают сортировке (А2), мойке (А4), инспекции (А2).

Перед протиранием плоды и ягоды (В1) кроме голубики, ежевики, земляники и малины размягчают пропариванием или бланшированием (Е1). Бруснику, кизил, клюкву, красную и черную смородину, крыжовник, бланшируют в воде (10–15 % от массы ягод) при температуре 90–100 °С в течение 3–8 мин.

Плоды разваривают в шпарителях или дигестерах при температуре 100–110°С в течение 10–15 мин. Размягченное сырье протирают на двойной протирочной машине, либо дополнительно финишируют.

Готовое пюре отправляют на хранение в асептических условиях, либо на расфасовку и укупорку (Н1) и стерилизацию (Е5). Перед фасованием проводят подогрев до 85 °С.

Повидло готовят из одного вида плодово-ягодного пюре или смеси плодов и ягод.

Хранящееся пюре финишируют (В1) и передают на варку (Е2), смешивая (В2) в вакуум-аппарате с необходимым количеством сахара. Готовое повидло должно содержать 67–70 % сухих веществ.

Для создания желирующей консистенции в конце варки добавляют пектиновый раствор, который готовят заранее из расчета до 8 кг на единицу готового продукта, в зависимости от содержания пектина в сырье. Готовое повидло доводят до 100 °С и передают на расфасовку и укупорку (Н1), далее на пастеризацию (Е8). Возможна расфасовка в фанерные ящики с целлофановым вкладышем.

В производстве плодового пюре и повидла для мойки фруктов и овощей в технологических линиях, особенно для мойки клубники, вишни, сливы применяется эффект барботирования, который позволяет ускорить процесс и улучшить качество мойки.

Для удаления косточек (персики, сливы, абрикосы, вишня) используют оборудование, состоящих из специальных косточковыбивных барабанов большого диаметра и большой глубины. Большие отсек барабанов позволяет также перерабатывать твердые и крупные плоды без серьезных потерь в выходе.

Величина протирки зависит от величины отверстий на встроенном сите, и может выбираться от 0,6 мм и больше, по потребности.

Для стерилизации и асептической фасовки пюре применяют комплект оборудования, в котором возможна реализация стерилизация вязких пищевых жидкостей (фруктовые и овощные пюре, повидло, джем и др.) в закрытом потоке, охлаждение их после выдержки и подача на розлив на асептический наполнитель в упаковку типа «Bag in Box» (стерильные мешки, вложенные в ящики – бочки Евростандарт) с объемами от 1 до 220 л [46].

2.2.2.1.8 Производство джемов, варенья, конфитюров и желе

Пищевая промышленность вырабатывает большое количество продуктов, консервированных сахаром: варенье, джем, повидло, желе, конфитюры, цукаты, плоды или ягоды, протертые или дробленные с сахаром.

Производство этих консервов основано на использовании высоких концентраций сахара. Растворы с массовой долей сахара 60–65% имеют высокое осмотическое давление. Микроорганизмы, находящиеся в таком растворе, обезвоживаются и не

могут развиваться. Если консервы содержат 65–70% сухих веществ, то они могут длительное время храниться без пастеризации и герметизации. Однако в производственных условиях без пастеризации вырабатывают только повидло. При хранении не пастеризованного и не укупоренного варенья, джема и других консервов с сахаром в помещении с высокой влажностью воздуха в верхнем слое продукции накапливается вода из воздуха, концентрация сахарного сиропа снижается и начинается брожение продукции.

При массовой доле в варенье или джеме 65–70 % сахара и хранении при температуре ниже 5 °С сахароза кристаллизуется и продукция засахаривается. При варке варенья и джема из кислого или некислого сырья с добавлением лимонной кислоты сахароза частично гидролизуется (до 30–40 % ее превращается в глюкозу и фруктозу) и продукт уже не засахаривается. Предотвратить засахаривание можно заменой части сахара патокой, содержащей глюкозу. Варенье и джем с концентрацией сухих веществ в сиропе 60 % также не засахариваются, а чтобы они не забродили, их пастеризуют и герметично укупоривают.

Джем, конфитюры, повидло в отличие от варенья должны иметь желеобразную консистенцию. Желирование продукции происходит за счет пектина в присутствии кислот. Добавление сахара способствует желированию. Способность образовывать желе в высокой степени зависит от желирующих свойств самого пектина. Желирующие свойства пектина большинства плодов и ягод высокие. Если они недостаточны, к сырью добавляют раствор чистого пектина, получаемый специально для этого из выжимок яблок или другого сырья [21].

Длительное нагревание разрушает пектин и ослабляет его способность образовывать желе. Перемешивание продукции нарушает структуру студня, но при нагревании и прекращении перемешивания она восстанавливается. Если продукция перемешана после нагревания, структура студня и желеобразная консистенция консервов разрушаются.

Технологическая схема производства джемов, варенья, конфитюров и желе представлена на рисунке 2.17.

Основными компонентами данной группы консервов являются плоды, ягоды и сахар. Возможна замена сахара подсластителями. При необходимости в продукты добавляют раствор лимонной или винной кислоты. В качестве желирующего агента используют пектин.

Сырье применяют свежее, замороженное или сульфитированное. После предварительных технологических операций – сортировка (А2), калибровка (А2), мойка (А4), чистка (А3), резание (В1), бланширование (Е1) и т.д.

Подготовленное сырье поступает на уваривание (Е2) в вакуум-аппараты. Варка проходит при сниженном давлении и пониженной температуре, что позволяет получить высококачественный продукт. Можно проводить варку и при атмосферном давлении. Готовый продукт расфасовывают и укупоривают (Н1) в тару, подвергают пастеризации (Е5) и отправляют на хранение до реализации.

Получение желе осуществляется следующим образом. Осветленный плодовый сок подвергают фильтрации (С4) и подают на смешивание с сахаром, затем передают на варку (Е2). перед готовностью добавляют раствор пектина и 50 % раствор лимонной

кислоты, и варят до содержания 70% сухих веществ. Готовую массу расфасовывают и укупоривают (Н1), после чего подвергают пастеризации (Е5).

При варке (Е2) джема и конфитюра при недостаточном содержании пектина в сырье в конце варки добавляют раствор пектина [21].

В зависимости от вида плодов и ягод применяют одно- или многократную варку. С учетом этого оборудование может быть одноступенчатым с варкой и охлаждением продукта при вертикальном или горизонтальном варианте исполнения и двухступенчатым.

Расфасовывают джемы и желе в стик-пакет. Для этого используют вертикальную упаковочную машину.

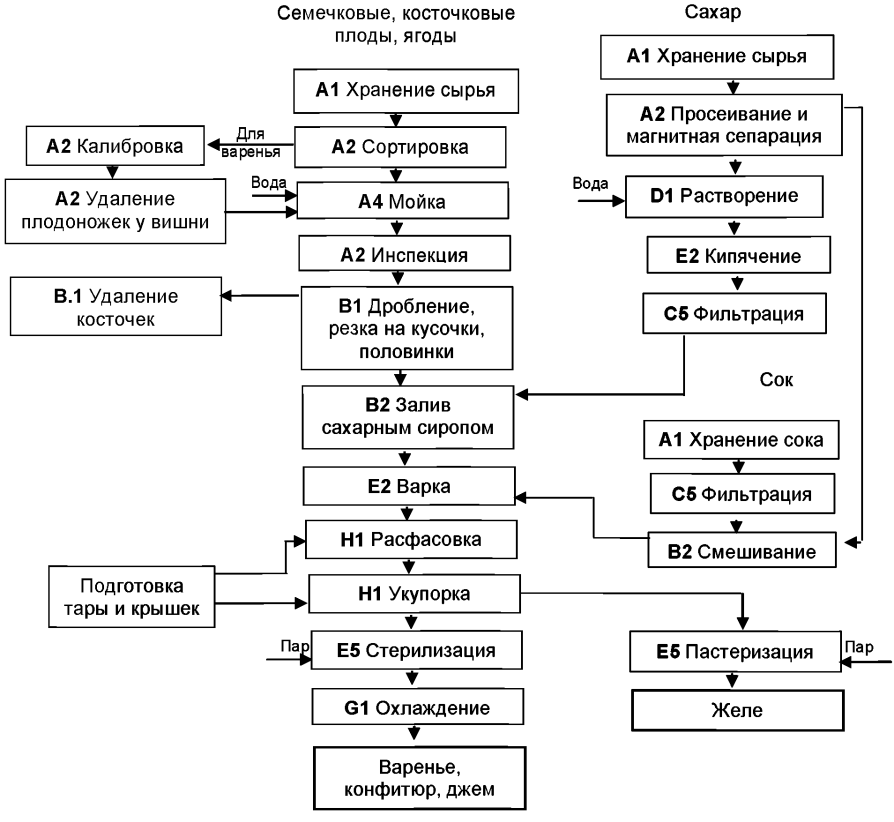

Рисунок 2.17 – Технология производства джемов, варенья, конфитюров и желе

Стик-пак используется в сфере доставки продуктов питания, для расфасовки стандартного питания (для сети пунктов (цехов) подготовки и формирования рационов питания высокой готовности для пассажиров автобусного, железнодорожного и авиационного транспорта). Возможна расфасовка в стеклянные банки, полимерную тару (150–500 мл) [47,50].

2.2.2.1.9 Производство томатопродуктов

К этой группе относятся томат-пюре, томат-паста и соусы, изготовленные с их применением. Производство томатных консервов занимает ведущее место в консервной промышленности как по количеству вырабатываемой продукции (25% ко всем плодоовощным консервам), так и по степени механизации производства.

Томатное сырье подают в цех гидравлическим транспортером, т. е. по желобам с протекающей по ним водой. Одновременно томаты и промываются. Иногда для подачи томатов применяют ленточные транспортеры. В цехе томаты дополнительно моют в вентиляторных или других машинах и тщательно инспектируют на инспекционных конвейерах, удаляя все некондиционные плоды. На новейших томатных линиях для этой цели установлены роликовые транспортеры, обеспечивающие переворачивание плодов во время их прохождения. После инспекции томаты подогревают в трубчатых или шнековых шпарителях для того, чтобы в дальнейшем облегчить отделение мякоти от кожицы и семян на протирочных машинах. Подогрев ведется 20-30 с при температуре 85 °С. Затем плоды дробят на дробилках.

Протирание ведут на универсальной протирочной машине или на строенной протирочной установке (триплекс), в которой одна под другой установлены три барабанные протирочные машины. Каждая из них представляет собой горизонтальный сетчатый металлический барабан, внутри которого на валу с большой скоростью вращаются бичи (лопасти), прижимая попадающую внутрь барабана томатную массу к стенкам барабана. При этом мякоть проходит через отверстия сит, а кожица, семена и другие твердые частицы выводятся из барабана. Диаметр сит верхнего барабана 4-5 мм, среднего 1,5 мм, нижнего 0,75-0,8 мм. В новых установках применяют и более мелкие сита [50].

Технологический процесс переработки томатов показан на рисунке 2.18.

2.2.2.1.10 Производство готовых пищевых продуктов

К данной группе относят продукты питания, обработанные для хранения как в замороженном, так и консервированном виде, упакованные и предназначенные для потребления без предварительных операций. Эта группировка включает: продукты из мяса или мяса птицы, рыбные блюда, включая рыбные чипсы, овощные консервы – закусочные, натуральные, обеденные и т.д.

Закусочные овощные консервы — консервы, приготовленные из целых, нарезанных, измельченных или протертых овощей с добавлением томатных продуктов, пищевого растительного масла, пряностей, зелени или без них.

Овощные консервы закусочного типа вырабатывают в отличие от натуральных, применяя кулинарную обработку сырья — обжаривание в масле и фарширование. Они содержат большое количество жира, имеют повышенную калорийность, хорошие вкусовые качества и полностью готовы к использованию в пищу.

В зависимости от сырья, способа, характера его предварительной обработки и рецептуры различают следующие виды овощных закусочных консервов: овощи, фаршированные смесью обжаренных корнеплодов и лука и залитые томатным соусом (фаршированные перец, баклажаны, томаты, голубцы из капусты); овощи нарезанные

кружками и обжаренные (баклажаны или кабачки, консервированные с фаршем или без фарша в томатном соусе); овощи, нарезанные кусочками, дольками, полосками (в зависимости от вида сырья); овощная икра (из баклажанов, кабачков или патиссонов и тыквы, зеленых томатов в виде смеси измельченного обжаренного сырья).

Натуральные овощные консервы — консервы, приготовленные из одного или нескольких видов овощей, залитых водой или овощным соком с добавлением поваренной соли, сахара, пряностей, зелени, пищевых кислот или без них.

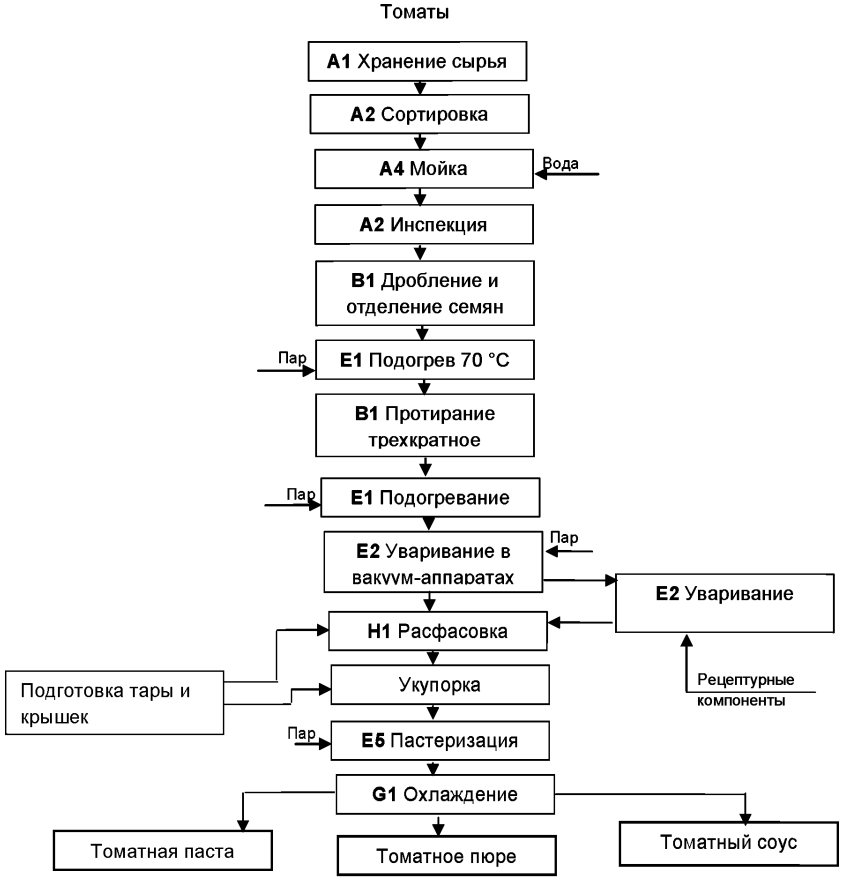

Рисунок 2.18 – Технологическая схема производства томатопродуктов

Эти консервы подвергаются незначительной тепловой обработке, обеспечивающей в основном их устойчивость против порчи при хранении. В них максимально сохранены природные свойства и состав. К натуральным консервам относятся зеленый горошек, сахарная кукуруза, цветная капуста, цельно консервированные томаты, стручковая фасоль, шпинат и щавель, морковь и свекла консервированные и др.

Обеденные консервы по своему составу — это многокомпонентные смеси, приготовленные из обжаренных или пассированных овощей в растительных или животных жирах. В рецептуры этих консервов входят кроме томатной пасты, соли, сахара и пряностей крупы, бобовые, макаронные изделия, грибы, мясо, копчености.

Обеденные консервы подразделяются на первые и вторые обеденные блюда.

К первым консервированным блюдам относятся борщ и щи из свежей и квашеной капусты, свекольник, рассольник, капустник, супы из свежих овощей, круп, бобовых, макаронных изделий, мяса и жира, супы с грибами.

Ко вторым обеденным блюдам относятся овощные и овоще-грибные солянки, солянка из квашеной капусты, овощи с мясом, овощные рагу, солянки из бобовых, круп с добавлением мяса, копченостей и пряностей.

Кроме готовых обеденных блюд консервная промышленность выпускает готовые заправки для первых и вторых блюд. Заправки состоят из обжаренных моркови, лука, белых кореньев, зелени петрушки и укропа, томатной пасты, животного жира, муки, пряностей и соли. Заправки используются при приготовлении бульонов или соусов для вторых блюд.

Обобщенная технологическая схема производства закусочных консервов складывается из следующих процессов. Овощи проходят сортировку (А2), калибровку (А2), мойку (А4), очистку (А3), обрезку концов (А2), баклажаны и кабачки режут (В1) на кружки 20–25 мм и выдерживают 5 мин. в 12 % растворе соли для посола и удаления горечи. Подготовленные овощи затем обжаривают (Е4) в прокаленном растительном масле при температуре 130–140 °С, после чего охлаждают (G1).

Для фарширования у баклажан, кабачков, томатов и перца сладкого удаляют сердцевину, моют (А4) и передают на бланширование (Е1), охлаждение (G1) и фарширование.

Белые коренья (петрушка, сельдерей, пастернак), лук репчатый, зелень петрушки и укропа сортируют (А2), калибруют, удаляют корневые мочки, верхние ростовые части (лук) и корневую часть (зелень) (А2), моют (А4), чистят (А3), вторично моют (А4) и передают на резку (В1), после чего просеивают (А2) для удаления мелочи, используемой при производстве икры овощной. Порезанные овощи обжаривают (Е4) и охлаждают (G1).

Корнеплоды, лук, подготовленную зелень, соль, прокаленное растительное масло смешивают (В2) с помощью фаршемешалок.

Отдельно готовят томатный соус. В котел загружают томат-пюре, обжаренный лук и зелень, сахар, соль и последними добавляют подготовленные пряности.

Расфасовку (Н1) проводят поочередно. Сначала в банку наливают первую порцию соуса, затем до половины банки укладывают обжаренные баклажаны, далее слой фарша и снова обжаренные кружки овощей, после чего добавляют вторую порцию соуса и передают на укупорку и далее на стерилизацию (Е5), охлаждение.

Для икры из обжаренных или бланшированных овощей подготовленные овощи измельчаются, смешиваются и увариваются до определенного содержания сухих веществ, с добавлением зелени, сахара, соли, пряностей и томатного пюре. Затем готовый продукт расфасовывают, укупоривают и передают на стерилизацию.

Сырьем для натуральных овощных консервов являются: зеленый горошек, цветная капуста, фасоль зерновая натуральная, фасоль стручковая, томаты

натуральные целые с кожицей и без кожицы, залитые натуральным томатным соком или заливой, перец сладкий.

Используемое сырье подвергают сортировке (А2), калибровке (А2), мойке (А4), бланшированию (Е1). В зависимости от вида сырья применяют специфичные для него процессы. Так, фасоль зерновую натуральную после сортировки (А1) замачивают (D1) на 2–3 час. при температуре 50 °С. Цветную капусту перед мойкой (А4) разрезают (В1) на части, а после мойки отбеливают в 0,2 % растворе сернистой кислоты. У перца сладкого удаляют плодоножки с семяносцем (А2); томаты очищают (А3) от кожицы, фасоль стручковую после калибровки и обрезки концов (А2) режут (В1) на кусочки 25 мм, просеивают, удаляя мелочь. Подготовленное сырье (зеленый горошек, стручковая фасоль, цветная капуста, фасоль зерновая) замачивают на 2 – 3 часа в воде (t=50 °С). Сладкий перец бланшируют (Е1), охлаждают (В1) проточной водой и режут (В1) на половинки или кусочки. Затем идет расфасовка и наполнение банок (Н1) подготовленной заливой.

В состав заливы входят сахар, соль, лимонная кислота. Для томатов без кожицы и с кожицей заливу готовят на протертой томатной массе (томатном соке), куда добавляют (D1) 0.09 % $CaCl_2$ для предотвращения разваривания при стерилизации. После этого банки укупоривают и подают на пастеризацию (Е5) и охлаждение (G1), согласно требованиям.

Для приготовления обеденных блюд сырье должно соответствовать требованиям существующих нормативных документов.

Растительное и животное сырье, входящее в состав готовой продукции, подвергают предварительной обработке: сортировке (А2), калибровке (А2), мойке (А4), инспекции (А2), очистке (А3), доочистке (А3), повторной мойке (А4), резке (В1) в соответствии с технологическими инструкциями.

После подготовки сырья готовят заправку. Лук, морковь, белые коренья и свеклу пассеруют (Е3) с последующим добавлением томат-пасты.

Смешивание (В2) проводят в соответствии с рецептурой в смесителях с подогревом.

Расфасовку (Н1) проводят следующим образом: на дно укладывают лавровый лист, перец горошком, мясо; далее добавляют основные компоненты и жир, оставшийся от заправки. Банки закатывают, моют и передают на стерилизацию и охлаждение.

Рецептуры консервированных супов многообразны, поэтому и сырье и материалы, входящие в рецептуры супов – многочисленны. В связи с этим для подготовки сырья применяют практически все известные подготовительные процессы: А.1 – А.5, В.1 – В.3, С.5,Е.1 – Е.2.

Мясокостный, костный и куриный бульон готовят из подготовленного к переработке сырья путем варки (Е2) при медленном кипении. Затем бульон отстаивают (С.3) и фильтруют (С.5), получая бульон с требуемым содержанием сухих веществ.

Для получения супов в ассортименте (в каждом случае) в соответствии с рецептурой добавляют (В2) составные части, в зависимости от порядка закладки иногда в банку сначала добавляют мясо или необходимое количество бульона, а затем все остальные составляющие, либо бульон мясной или овощной добавляют в конце закладки. Затем банки укупоривают (Н1) и передают на стерилизацию (Е5) и охлаждение (G1) [46, 59, 70].

2.2.3 Производство растительных масел и жиров

Растительные масла вырабатывают из масличного сырья, извлекая из них масло прессованием или экстрагированием [33,58, 59].

Растительные масла носят наименование масличного сырья, из которых они изготовлены: подсолнечное, льняное, соевое, горчичное, рыжиковое, кукурузное, арахисовое, миндальное, ореховое (из грецких орехов) и другие.

2.2.3.1 Производство нерафинированного соевого масла

В РФ наблюдается хорошая динамика роста объема производства нерафинированного соевого масла. Так, в 2014 году, по отношению к 2013 году, он вырос на 10,9 %.

Такая же динамика наблюдается и по некоторым федеральным округам. Так, в 2014 году объем производства соевого масла в Центральном ФО увеличился на 13,1 тыс. тонн. При этом доля ЦФО в общем объеме производства соевого масла в РФ в 2014 году составила 10,6 %. Северо-Западный ФО лидирует по производству соевого масла в РФ с долей в общем объеме на уровне 69,0 %. Основной производитель соевого масла среди регионов СЗФО – Калининградская область. Перерабатывающие предприятия региона ввиду удаленности от отечественной сырьевой базы, работают в основном на импортном сырье. Объем переработки соевых бобов в регионе сопоставим с общими объемами валовых сборов соевых бобов в целом по РФ. Доля Южного ФО в общем объеме производства соевого масла в РФ в 2014 году составила 4,4 %, объем производства по отношению к 2013 году вырос на 18,2 %. В Северо-Кавказском, Приволжском и Уральском федеральных округах, по официальным данным, соевое масло практически не производят. Однако идут обсуждения о строительстве перерабатывающих сою заводов в Ставропольском крае и Саратовской области. В то же время объем производства соевого масла в Сибирском и Дальневосточном ФО в 2014 году снизился на 3,8 и 6,8 % соответственно. Сокращение показателей во многом произошло из-за дефицита сырьевой базы.

Масло соевое нерафинированное, в основном, вырабатывают способом прямой экстракции на предприятиях большой производительности. На предприятиях малой и средней мощности вырабатывают по схеме двукратного прессования (рисунок 2.19).

После приемки и хранения (А1) семена сои, с влажностью 8,0-9,0 %, подаются на очистку от минеральной примеси (А2). Очищенные семена сои поступают в бункер–накопитель, откуда через магнитный сепаратор передаются на дробление и удаление семенной оболочки (А2). Раздробленные на 4–6 частей и частично освобожденные от оболочки семена сои поступают на сортировочную машину, для отделения из семенной массы соевой оболочки. Оболочку отделяют с помощью рассева и аспирации. После измельчения (В1) (мятка) транспортируются через питатель в сушилку для тепловой обработки (Е6). В сушилке мятка доводится до температуры 100°С и до влажности 6%. Обезжиривание мезги (В1) осуществляется на прессах двойного действия

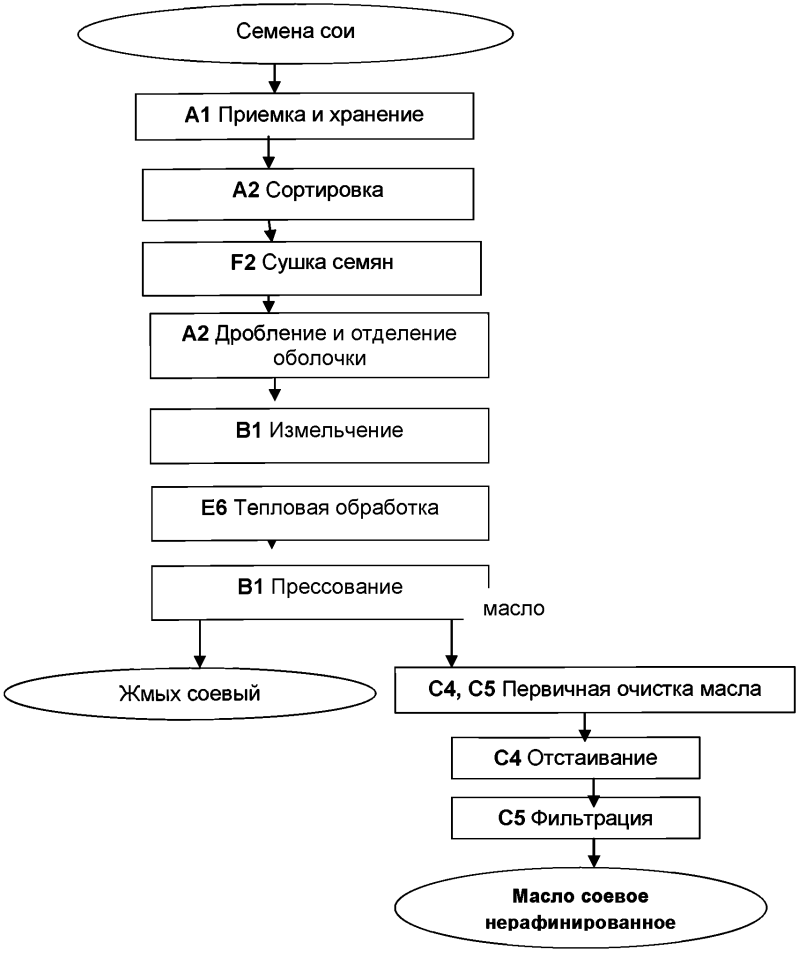

Рисунок 2.19 – Технология производства соевого нерафинированного масла по схеме двукратного прессования

Мезга подвергается первичному выдавливанию в вертикальном зеерном цилиндре, где выход масла достигает 50 %. Затем мезга из вертикального цилиндра поступает в горизонтальный зеерный цилиндр непрерывным потоком под давлением. Из пресса выходит жмых с остаточным содержанием жира до 9 % в зависимости от эксплуатационных условий.

Масло с примесями из пресса поступает для первичной очистки (С4, С5) в двойную механическую гущеловушку. Масличный шлам из емкости попадает на шнековый транспортер, подающий мезгу на пресс, где тщательно смешивается с мезгой и вновь подвергается прессованию. Масло с содержанием нежировых примесей

2–4 % подается на фильтр–пресс для окончательной очистки. Обезжиренный осадок с фильтр-пресса также подается на прессование.

Соевое масло получают также способом прямой экстракции.

Особенность технологии в том, что после очистки, дробления, отделения семенной оболочки и вальцевания соевый лепесток подается на обезжиривание путем экстрагирования (С1). В ходе экстрагирования образуется раствор масла в растворителе (мисцелла), который передается на отделение масла – дистилляцию (С12), и шрот, который подвергается тостированию (Е7) для удаления растворителя и обезвреживания антипитательных веществ.

Полученное в результате дистилляции масло при необходимости может передаваться на первичную очистку, состоящую из отстаивания (С4) и фильтрации (С5). Образовавшийся осадок возвращается на процесс тепловой обработки (Е6) в первый чан жаровни.

Смесь паров растворителя и воды передаются на регенерацию и рекуперацию для отделения растворителя и повторного использования его в производстве.

2.2.3.2 Производство нерафинированного подсолнечного масла

Производство подсолнечного масла в РФ в значительной степени ориентировано на экспортные рынки. В 2014 году на экспорт было отправлено 37,4 % всего масла, произведенного в РФ, в 2015 году показатель несколько снизился – до 33,9 %.

Масло подсолнечное нерафинированное производят, в основном, по схеме двукратного прессования и схеме форпрессование – экстракция.

При переработке по схеме двукратного прессования поступившие на предприятия семена после приемки (А1) и непродолжительного хранения поступают на сортирование и очистку (А2) для максимально возможного удаления масличной, сорной и металлической примеси. Очищенные семена при необходимости высушиваются до влажности, необходимой для безопасного более длительного хранения. При переработке семян с отделением плодовой оболочки влажность сырья при сушке необходимо снизить до 5,5-6,5 %.

Для кожурного сырья осуществляется отделение плодовой оболочки обрушивание (А2) с последующим разделением образующегося продукта (рушанки) и выделением ядра и сечки, которые передаются на последующее измельчение (В1).

Необрушенные и частично обрушенные семена после разделения отправляют на повторное обрушивание. Выделенная плодовая оболочка удаляется из производства и может использоваться как топливо, в качестве разрыхляющего и мульчирующего почву материала, сырья для гидролиза с получением кормовых дрожжей и других продуктов, а после обработки и гидролиза как компонент корма или основа для выращивания грибов.

Измельченные ядро и сечка с добавлением фракции масличная пыль, обозначенные как мятка, передаются на влаготепловую обработку (Е6) и, после придания мезге соответствующей структуры и изменения связи масла с гелевой частью сырья, на прессование (В1).

Образовавшийся при прессовании (В1) жмых передается на окончательное прессование (В1) после измельчения (В3) и влаготепловой обработки (Е6).

Полученное в результате предварительного и окончательного прессования масло передается на первичную очистку, состоящую из отстаивания (С3) и фильтрации (С4). Образовавшийся осадок возвращается на процесс влаготепловой обработки (Е6) в первый чан жаровни.

Технологическая схема производства подсолнечного масла по схеме форпрессование – экстракция приведена на рисунке 2.20.

Особенностью схемы является то, что образовавшийся при прессовании (В1) жмых передается на окончательное обезжиривание путем экстрагирования (С1) после измельчения (В3).

2.2.3.3 Производство нерафинированного рапсового, сурепного и горчичного масла

Рапсовое масло, извлекаемое из семян рапса, по жирнокислотному составу наиболее сбалансировано. В тоже время особенностью рапсового масла является наличие эруковой кислоты, которая отрицательно влияет на сердечно-сосудистую систему и плохо усваивается, поэтому его применяют в основном в мыловаренной, текстильной, кожевенной промышленности, а также для производства олиф. Но в последние десятилетия, благодаря успешной селекции в мире и в России, выращивают низкоэруковые и безэруковые сорта семян рапса. После рафинации и гидрогенизации низкоэруковое рапсовое масло используется в маргариновой промышленности и для бытового употребления. Важно, что в составе рапсового масла содержится до 15 % альфа-линоленовой кислоты семейства омега-3, которая, превращаясь в полиненасыщенные жирные кислоты, способствует предупреждению развития атеросклероза.

Сурепное масло производится из сурепицы (сурепки), многолетнего травянистого растения семейства капустные. Семена сурепки содержат около 42% масла, близкого по своему составу к рапсовому.

Перспективность использования масел крестоцветных (рыжиковое, рапсовое, сурепное) в сбалансированном жировом рационе обеспечивается их ареалом произрастания – в климатических поясах с пониженными температурами.

Семена рапса, сурепицы и рыжика перерабатывают как бескожурное сырье без отделения оболочки.

Измельченные семена крестоцветных культур (мятка), передаются на влаготепловую обработку (Е9) и, после придания мезге соответствующей структуры и изменения связи масла с гелевой частью сырья, на прессование (В1).

Особенностью семян данных культур является возможность выделения в ходе влаготепловой обработки вместе с водяными парами серосодержащих веществ. При подготовке мятки к прессованию в жаровнях по общепринятому технологическому режиму глюкозид рапса глюконопин под влиянием ферментов миросульфитазы и тиоглюкозидазы и воды при температуре 35–60°С расщепляется на глюкозу, кротониловое масло, бисульфат калия и другие вещества, содержащие серу.

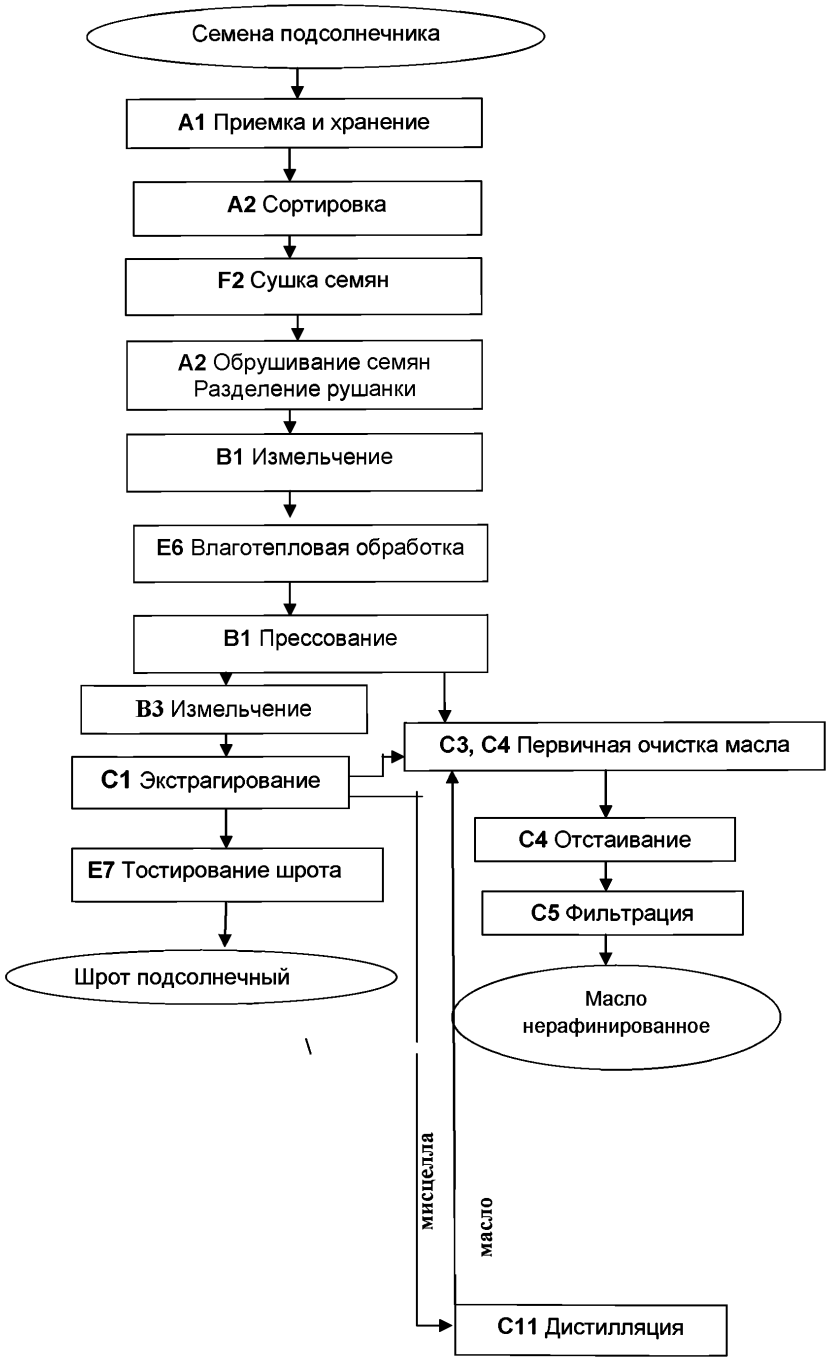

Рисунок 2.20 – Технология производства подсолнечного нерафинированного масла по схеме форпрессование – экстракция

Вследствие этого, технологический режим жарения мятки из семян рапса рекомендуется проводить быстро (в течение 30–40 с), с нагреванием мятки и пропаркой острым паром до температуры 85–90°С (стенки или дно первого чана жаровни в этом случае тоже должны быть прогреты паром давлением 4,5–5,0 кг/см3) или применить пропарочный шнек.

Мезгу в последующих чанах жаровни подсушивают в самопропаривающихся слоях высотой 200–250 мм до 5,0–6,0% и подогревают до 100–105°С. При подсушивании мезги отвод пара из чанов жаровни производят с помощью естественной аспирации через вытяжные трубы, не допускается подсоса воздуха в чаны жаровни.

Образовавшийся при прессовании (В1) жмых в зависимости от схемы переработки передается на окончательное прессование (В1) после измельчения (В3) и влаготепловой обработки (Е6).).

Полученное в результате предварительного и окончательного прессования масло передается на первичную очистку, состоящую из отстаивания (С4) и фильтрации (С5). Образовавшийся осадок возвращается на процесс влаготепловой обработки (Е6).

Процесс получения масла из семян горчицы состоит из следующих основных операций: очистки (А2), сушки (F2), калибровки семян по размерам (А.2), обрушивания-(надкола и отвеивания шелухи)(А2), влаготепловой обработки пищевой крупы и прессования ее, измельчения технической крупы (В1), жарения и прессования ее с прессовой осыпью и масляным отстоем (В1), первичная очистка масла (С4, С5).

Семена горчицы очищают от посторонних примесей, минерального и органического сора и металлопримесей. Влажность семян, поступающих в производство, должна быть 5,8—6,5 %. Семена в процессе сушки не должны нагреваться выше 50°С. После сушки и охлаждения семена направляются в склад для отлеживания в течение 6—7 суток с целью выравнивания влажности семян.

В целях улучшения надкола семян и съема шелухи семена после очистки калибруются по величине на ситах сепараторов на три фракции: крупные, средние и мелкие. Крупные и средние фракции семян перерабатываются раздельно на пищевую крупу, а мелкие, размером менее 1 мм — вместе с технической крупой.

Процесс полного обрушивания семян ведется так, чтобы получалось максимальное количество крупной шелухи и минимальное количества мелкого ядра — мучели. В результате полного обрушивания семян и окончательного отвеивания шелухи от ядра получается пищевая крупа с содержанием шелухи не более 4%, целых семян до 5,0 %, мучели 15—20 % и мелкие отходы — техническая крупа с содержанием шелухи выше 4 %.

При переработке пищевой крупы получается пищевой жмых, идущий на выработку горчичного порошка. При переработке технической крупы с мелкими семенами получается полукормовой жмых. Масло в том и другом случаях получается пищевым и поступает в общий сборник.

Переработку пищевой крупы производят по схеме однократного прессования мезги. Пищевую крупу перед подготовкой к прессованию не измельчают. Приготовление мезги из пищевой крупы производят без увлажнения. Все масло, отжатое в экспеллерах, для предварительной очистки подают на отстаивание и фильтрование.

Переработка технической крупы производится совместно с мелкими семенами, высевками, осыпью из-под шнек-прессов и фильтр-прессовым шламом по схеме двукратного прессования.

Для нормальной подготовки материала к прессованию и уменьшения потерь масла в жмыхе техническую крупу и семена размерами менее 1,0 мм (мелкая фракция) перед жарением подвергают интенсивному с достижением глубины измельчения не менее 80 % (проход через одномиллиметровое сито).

В семенах горчицы содержится фермент мирозиназа (смесь миросульфатазы и тиоглюкозидазы) и тиоглюкозид синигрин, в состав которого входит остаток аллилгорчичного масла. При увлажнении и сравнительно медленном нагревании мятки до 65—70 °С глюкозид синигрин расщепляется на аллилгорчичное масло и другие серосодержащие продукты гидролиза синигрина. Аллилгорчичное масло, в процессе прессования частично переходят из гелевой части мятки в масло и, будучи ядовитыми, ухудшают пищевые достоинства масла, затрудняют рафинацию.

При переработке технической крупы при подготовке мятки к прессованию, её быстро нагревают острым паром до температуры 80—85 °С и затем в чанах жаровни высушивают до влажности 5,0—6,0 % с доведением температуры мезги до 115—120 °С, после чего подвергают форпрессованию. Измельченный форпрессовый жмых поступает в первый чан жаровни, где подвергается пропариванию острым паром том с доведением влажности до 8 %. В последующих чанах происходит высушивание мезги в самопропаривающемся слое до влажности 3—3,2 % с доведением температуры до 115—120 °С, после чего жмых передается на окончательное прессование в экспеллере.

Все масло, отжатое в прессах, для предварительной очистки подают на отстаивание и фильтрацию.

2.2.3.4 Производство нерафинированного кукурузного масла

Кукурузное масло производят прессовым и экстракционным способом из кукурузных зародышей, которые составляют около 10 % от веса кукурузного зерна.

Кукурузные зародыши, являются побочным продуктом переработки кукурузного зерна в мукомольно-крупяном, пищеконцентратном и крахмало-паточном производствах. Присутствие кукурузных зародышей в продуктах этих производств является нежелательным, так как масло, содержащееся в нём, гидролизуется и окисляется, что вызывает ухудшение качества готовой продукции: муки, крахмала, патоки, глюкозы, кукурузных кормов и т. д.

Ботаническая масличность кукурузных зародышей колеблется от 32 до 37 %, кроме того кукурузный зародыш содержит около 18 % белков, 8 % крахмала, 10 % сахара, 10 % минеральных веществ. В кукурузных зародышах сконцентрировано более 80 % жира, содержащегося в кукурузном зерне, около 20 % белков и около 74 % минеральных веществ.

В промышленности отделение кукурузных зародышей от зерна осуществляется двумя способами: сухим, применяемым на мельнично-крупяных и пищеконцентратных предприятиях, и мокрым, распространенным на крахмалопаточных заводах. Недостатком мокрого способа является более низкое качество масла, содержащегося

в зародышах, по сравнению с маслом зародышей, полученных сухим способом. Отрицательной чертой зародышей полученных сухим способом, является высокое содержание в них крахмала, наличие которого в отдельных случаях осложняет процессы жарения мезги перед прессованием, а также при малой масличности зародышей и высоком содержании в них крахмала вообще невозможно получить из них масло прессовым способом.

Технологические способы и схемы переработки кукурузных зародышей определяются качеством и свойствами самих зародышей.

Для переработки зародышей мокрого способа получения целесообразной является схема форпрессование — непрерывная экстракция (рис. 2.21).

Технологический процесс переработки кукурузных зародышей по схеме форпрессование — экстракция складывается из следующих операций:

- очистка зародышей от сора;
- измельчение на вальцовых станках;
- жарение мятки;
- прессование на шнековых прессах;
- первичная очистка форпрессового масла
- подготовка форпрессового жмыха к экстракции;
- экстракция крупки или лепестка в экстракторах

Поступившие на предприятия зародыши после приемки (А1) и непродолжительного хранения поступают на сортирование и очистку (А2) для максимально возможного удаления примесей. Очищенные зародыши при необходимости высушиваются (F2) до влажности, необходимой для безопасного более длительного хранения.

Измельченные зародыши, обозначенные как мятка, передаются на влаготепловую обработку (Е6) и, после придания мезге соответствующей структуры и изменения связи масла с гелевой частью сырья, на прессование (В1).

Образовавшийся при прессовании (В1) жмых передается на окончательное обезжириванием путем экстракции (С1) после измельчения (В3). В ходе экстракции образуется раствор масла в растворителе – мисцелла, которая передается на отделение масла – дистилляцию (С9) и шрот, который подвергается тостированию (Е7) для удаления растворителя и обезвреживания антипитательных веществ.

Полученное в результате предварительного прессования и дистилляции масло передается на первичную очистку, состоящую из отстаивания (С3) и фильтрации (С4). Образовавшийся осадок возвращается на процесс влаготепловой обработки (Е6) в первый чан жаровни.

Смесь паров растворителя и воды передаются на регенерацию и рекуперацию для отделения растворителя и повторного использования его в производстве.

Для переработки кукурузных зародышей сухого способа получения наиболее эффективной является технологическая схема гранулирование — непрерывная экстракция.

Технологический процесс по этой схеме складывается из тех же самых подготовительных операций, которые производятся в описанной выше схеме форпрессование — экстракция, включая измельчение зародышей.

Дальнейшая обработка зародышей включает: влаготепловую обработку мятки перед гранулированием в чанной жаровне; гранулирование мезги; экстракцию гранул в экстракторе; очистку экстракционного масла.

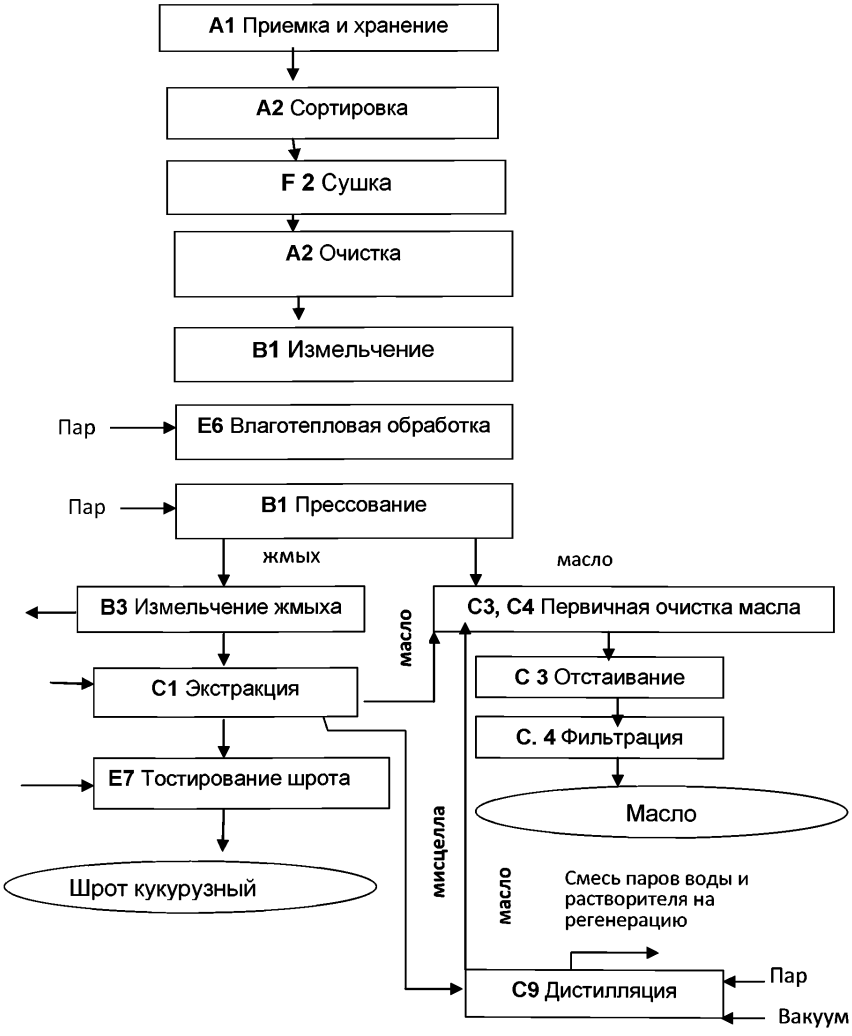

Рисунок 2.21 – Технология производства кукурузного масла по схеме форпрессование — непрерывная экстракция

2.2.3.5 Производство прочих нерафинированных растительных масел

Рыжик как и рапс относится к семейству крестоцветных. В России эта культура имеет практику возделывания более 100 лет, но с большим перерывом во второй

половине прошлого века. Интерес к этой культуре стал возрождаться 10-15 лет назад сначала в Сибири, затем на юге России (г. Волгоград). Масло получают из семян рыжика. Жирные кислоты представлены, главным образом, линолевой и альфа-линоленовой. Кроме того, масло содержит олеиновую, эйкозеновую, пальмитиновую кислоты. Состав жирных кислот более сбалансирован по физиологическим требованиям к человеческому организму, в том числе наиболее оптимальное соотношение линолевой и альфа-линоленовой кислот. Оно отличается также полным набором изомерных форм токоферолов, обеспечивающих их стабильность к воздействию кислорода при низких и высоких температурах.

Рыжиковое масло можно использовать для производства миксов с горчичным низкоэруковым маслом, другими растительными маслами и получать высокоценное масло для диетического и лечебного питания функционального назначения. Кроме того, это масло можно использовать в косметологии, а также для переработки на биокеросин для нужд авиации, позволяя снизить выбросы углекислого газа в атмосферу.

Семена тыквы можно перерабатывать по схемам двукратного прессования, форпрессования- экстракция или прямая экстракция.

Возможна переработка семян с отделением оболочки (как для семян подсолнечника), так и без отделения (как рапс).

2.2.3.6 Производство рафинированных растительных масел

2.2.3.6.1 Производство рафинированного соевого масла

Масло соевое нерафинированное после первичной очистки (С4, С5) направляются на гидратацию (С10). Соевое масло, полученное методом прямой экстракции, поступает на гидратацию (С11) сразу после дистилляции (С9). В процессе гидратации масло обрабатывают гидратирующим агентом в смесителе. Смесь направляют в коагулятор с мешалкой при температуре 65-70^{0}С. Из коагулятора выходит масло, содержащее крупные, сформированные хлопья фосфолипидов. Отделенный гидратационный осадок отправляют на получение пищевых или кормовых фосфатидов.

Щелочная рафинация (С6) проводится с целью нейтрализации свободных жирных кислот с образованием нерастворимых в масле солей (мыла). В гидратированное масло вводят раствор щелочи и концентрацией в зависимости от кислотного числа масла.

Промывку, сушку, отбеливание, фильтрацию, дезодорацию, винтеризацию) производят способами, широко применяемыми в производстве растительных масел..

2.2.3.6.2 Производство рафинированного подсолнечного масла

При производстве растительного подсолнечного масла применяют несколько ступеней рафинации (рисунок 2.22).

Первая ступень рафинации – удаление фосфатидов или гидратация.

Масло подсолнечное нерафинированное после первичной очистки (С4, С5) направляется на гидратацию (С10). В процессе гидратации масло обрабатывают гидратирующим агентом в смесителе при температуре 45-50 ^{0}С. Смесь направляют в коагулятор с мешалкой. Из коагулятора выходит масло, содержащее крупные, сформированные хлопья фосфолипидов. Отделенный гидратационный осадок отправляют на получение пищевых или кормовых фосфатидов.

Такая обработка делает растительное масло прозрачным, после чего оно называется товарным гидратированным.

Вторая ступень рафинации проводится с целью нейтрализации свободных жирных кислот с образованием нерастворимых в масле солей (мыла). При избыточном содержании данных кислот у растительного масла появляется неприятный вкус. Щелочную рафинацию проводят растворами щелочи при температуре 45-50 ^{0}С с различной концентрацией в зависимости от кислотного числа масла. При этом количество щелочи должно превышать теоретически необходимое на 10-20 %. Масло отстаивают до 6 часов.

Затем оно поступает на промывку (С11) и сушку (F1) в сушильно-деаэрационный аппарат, где распыляется с помощью форсунок в вакууме при температуре 90-95 °С.

Прошедшее эти два этапа растительное масло называется уже рафинированным недезодорированным.

Возможно совмещение 1-й и 2-й ступени рафинации: кислотная гидратация, совмещенная с щелочной нейтрализацией.

Третья ступень рафинации осуществляется путем обработки масла адсорбентами. После отбеливания в масле не остается пигментов, в том числе каротиноидов, и оно становится светло-соломенным

Отбеливание/адсорбционная рафинация (С7) проводится при температуре 90-110 °С. Затем масло отправляют на фильтрацию (С5) для отделения адсорбента.

Четвертая ступень рафинации заключается в дезодорации (С9) – удалении ароматических и частично вкусовых веществ. В основе процесса лежит отгонка ароматических веществ с водяным паром в специальных аппаратах-дезодораторах. Масло подогревают до 60 °С и подают в деаэратор, где оно распыляется в вакууме и подогревается в тонкой пленке на поверхности змеевиков до 130-180 °С. После масло нагревают до 220–250 °С и подают в дезодоратор.

Пятая ступень рафинации осуществляется путем процесса вымораживания – удаление восков. Воском покрыты все семена, это своеобразная защита от природных факторов. Воски придают маслу мутность, особенно при продаже на улице в холодный период года и тем самым портят его товарный вид.

Винтеризация (G4) масла начинается с его охлаждения до 10-12 °С. Затем масло направляют в экспозитор с рамной мешалкой. Здесь в течение 4 ч происходит кристаллизация восков, растворенных в масле. Затем масло подогревают до температуры 18–20 °С и отправляют на фильтрацию (С4), где отделяют воски.

Температурные режимы и аппаратурное оформление технологических линий может отличаться.

Рафинация жиров осуществляется непрерывным или периодическим способами. Возможно их комбинирование в зависимости от решаемых задач.

Непрерывный способ рафинации характеризуется вводом реагентов, их смешением и проведением реакций в аппаратах непрерывного действия, с последующим разделением фаз в центробежном или гравитационном полях.

Последний этап производства масла — это его розлив в бутылки и упаковка с помощью упаковочных лент.

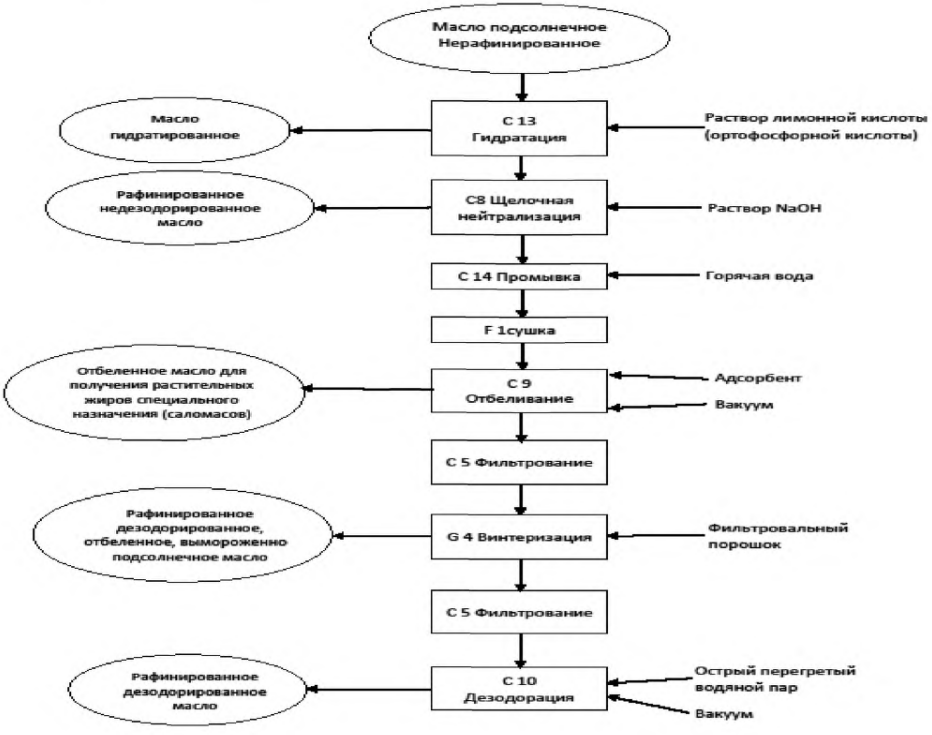

Рисунок 2.18 – Технологическая схема рафинации масла подсолнечного

2.2.3.6.3 Производство рафинированного кукурузного масла

Масло кукурузное нерафинированное после первичной очистки (С3, С4) направляются на гидратацию (С10). В процессе гидратации масло обрабатывают гидратирующим агентом в струйном смесителе. Смесь направляют в коагулятор с мешалкой при температуре 60-65 ^{0}С. Из коагулятора выходит масло, содержащее крупные, сформированные хлопья фосфолипидов, отделяемые в отстойнике непрерывного действия. Гидратационный осадок отправляют на получение кормовых или технических фосфатидов.

Щелочная рафинация (С6) проводится с целью нейтрализации свободных жирных кислот с образованием нерастворимых в масле солей (мыла). При плохом отделении соапстока в масло вводят 8-10 %-ный раствор соли. Нейтрализованное масло отстаивают не менее 6-8 часов.

Промывку (С11), сушку (F1), отбеливание (С7), фильтрацию (С4), дезодорацию (С8) и винтеризацию (G4) производят аналогично описанию в пп. 2.2.4.2.1 – 2.2.4.2.4.

Рафинированное масло, предназначенное для пищевых целей отбеливанию (С7) не подвергают.

2.2.3.6.4 Производство рафинированного рапсового, сурепного и горчичного масла

Нерафинированные масла после первичной очистки (С4, С5) направляются также на гидратацию (С10) с последующей щелочной рафинацией. В процессе гидратации масло обрабатывают гидратирующим агентом в струйном смесителе.

Промывку (С11), сушку (F1), отбеливание (С7), фильтрацию (С5), дезодорацию (С9) и винтеризацию (G4) производят аналогично как описано в пп. 2.1.3.5, 2.1.3.9, 2.1.3.10.

Осветление рапсового масло, предназначенное для получения пищевых гидрогенизированных жиров, достигается обработкой масла концентрированной серной кислотой.

Масло, подвергаемое обработке серной кислотой, не гидратируют. Оно должно содержать не более 0,5 % влаги, а при большем содержании влаги должно быть обезвожено. В масло при температуре 25–30 ^{0}С при интенсивном перемешивании мешалкой через распылители вводят концентрированную серную кислоту (удельный вес 1,82–1,84) в количестве 1,25–1,00 от массы масла. Перемешивание масла с серной кислотой производят до изменения окраски масла в темно зеленый цвет (не более одного часа). Нейтрализацию (С8), промывку (С11), обезвоживание (F1), отбеливание (С7), фильтрацию (С5), дезодорацию (С9) и винтеризацию (G4) производят описано по пп. 2.2.4.2.1, 2.2.4.2.2.

2.2.3.6.5 Производство прочих рафинированных растительных масел

В производстве прочих рафинированных масел таких как льняное, тыквенное, рыжиковое, пальмовое, кокосовое и других применяют традиционные способы очистки с целью удаления сопутствующих веществ и примесей: фосфатидов, пигментов, свободных жирных кислот, пахучих веществ, примесей в виде обрывков тканей масличного материала.

Различают следующие методы рафинации: физические – отстаивание, центрифугирование, фильтрация; химические – нейтрализация; физико-химические – гидратация, дезодорация, отбеливание, вымораживание восков.

Для рафинационных цехов большой производительности применяют непрерывный метод рафинации с применением сепараторов по схеме: обработка концентрированной фосфорной кислотой или лимонной кислотой в количестве 0,05–0,1 % от веса масла при температуре 25 ^{0}С с последующими щелочной рафинацией (С8), промыванием (С11), сушкой (F1), отбеливанием (С7), фильтрованием (С5), дезодорацией (С9) и винтеризацией (G4).

2.2.3.7 Производство маргариновой продукции

В структуре российского рынка маргариновой продукции более 50 % в натуральном выражении приходится на жиры специального назначения.

Доля маргарина снизилась с 2011-го по 2015 год на 4,3 %, а доли жиров и топленых смесей /спредов, напротив, выросли – соответственно на 2 и 2,5 %.

Объемы производства маргарина в 2015 году превысили 508 тысяч тонн, увеличившись на 9,1 % к 2014 году. При этом в производстве мягкого маргарина наблюдается спад. Однако наблюдается постепенный рост производства жидкого маргарина. По итогам прошлого года, производство жидкого маргарина выросло еще на 34,8 %. Объем производства жиров специального назначения в 2015 году увеличился примерно на 10,9 % и составил более 730 тыс. т. Объемы поставок маргариновой продукции за рубеж увеличиваются на протяжении нескольких лет. Совокупный объем экспорта маргариновой продукции и жиров специального назначения, без учета оборота со странами таможенного Союза, в 2014 году вырос на 15,1 % (более 95 тысяч тонн).

В структуре импорта в Россию среди жиров специального назначения ведущее положение занимает кондитерский жир (включая альтернативы какао-масла). В частности, в 2014 году ввоз кондитерского жира составил более 70% совокупного объема импорта. В сегменте маргарина основная доля приходится на продукцию для промышленной переработки.

Маргарин – эмульсионный жировой продукт с массовой долей жира не менее 20 %, состоящий из немодифицированных и/или модифицированных растительных масел с/или без животными жирами, с/или без жирами рыб и морских млекопитающих, воды с добавлением или без добавления молока и (или) продуктов его переработки, пищевых добавок и других пищевых ингредиентов.

Принципиальная технологическая схема производства маргарина приведена на рисунке 2.23

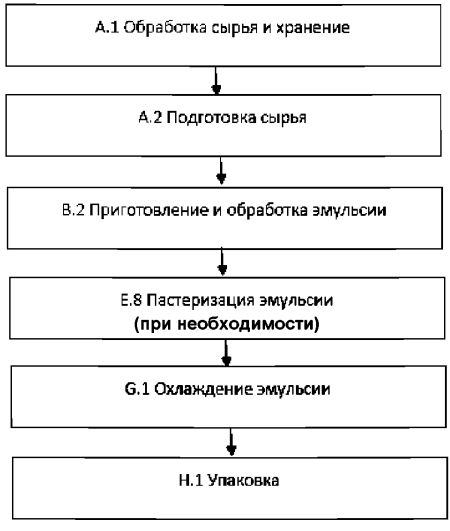

Рисунок 2.23 – Технологическая схема производства маргарина

Прием сырья осуществляется в соответствии с требованиями нормативно-технических документов, после чего сырье передается на хранение. Поступившее на предприятие основное и дополнительное сырье подвергается обработке и непродолжительному хранению (А1).

Сыпучие компоненты (сахар, соль, консерванты) перед использованием просеиваются на вибрационных ситах, после чего готовят их растворы (А.2). Для лучшего распределения в жире жирорастворимых добавок и повышения эффективности их действия, а также с учетом их относительно высокой температуры плавления, целесообразно применять их масляные растворы. Водопроводную или артезианскую воду подвергают кондиционированию (водоподготовке).

При использовании в рецептуре сливочного масла его нарезают на мелкие куски и подвергают растапливанию. Жировую и водную фазы нагревают до температуры 60-65°С и направляют в смесители, в которых проводится тщательное перемешивание и эмульгирование (В2), а затем пастеризация эмульсии (Е5) (при необходимости) в потоке с помощью пастеризаторов трубчатого типа.

Поочередно из смесителей эмульсия поступает в уравнительный бачок, где автоматически поддерживается заданный уровень эмульсии при помощи поплавкового клапана.

Далее эмульсия подвергается термомеханической обработке: из уравнительного бачка насосом высокого давления подается на охлаждение (G1) и механическую обработку в переохладитель. При таком тепловом режиме температура эмульсии на выходе из переохладителя колеблется от 17 до 20°С.

Упаковка маргаринов (Н1) осуществляется в потребительскую или транспортную тару. Возможен выпуск жидких маргаринов в нефасованном виде - наливом (железнодорожные цистерны, автоцистерны, еврокубы и др.).

По окончании работы проводится мойка оборудования для фасовки.

Мойка проводится в ручном режиме, либо в автоматическом. Сточные воды при фасовке маргариновой продукции, жиров специального назначения, содержат воды от мойки оборудования, полов и содержат жировые вещества. Жиросодержащая вода после мойки оборудования, полов направляется в цеховую жироловушку без предварительной обработки.

Затем производится перекачивание сточных вод из цеховой жироловушки на локальные или заводские очистные сооружения. При этом качественные показатели не должны превышать: температура —40 ºС (измеряется термометром); содержание жира, % -3,0; pH баланс –6,5-12). Проводят контроль полноты ополаскивания оборудования и трубопроводов от остатков моющих средств (на остаточную щелочность).

Контроль полноты ополаскивания оборудования и трубопроводов от остатков моющих средств (на остаточную щелочность) проводят с помощью универсальной индикаторной бумаги.

2.2.3.8 Производство переэтерифицированных и фракционированных растительных жиров и масел

Модификация растительных масел и (или) жиров (за исключением генно-инженерной модификации) – химическое или биохимическое, или физическое преобразование растительных масел и (или) жиров путем гидрогенизации, переэтерификации, фракционирования или их комбинаций.

Переэтерификация позволяет изменить триглицеридный состав жира или смеси жиров, не изменяя их жирнокислотный состав. Она применяется для модификации растительных масел при производстве заменителей молочного жира, жиров специального назначения, спредов и других пищевых жиров.

Процесс переэтерификации – каталитический. В качестве катализатора используются в основном щелочные металлы или их алкоголяты, а также ферменты.

На процесс переэтерификации жиры и масла подаются после предварительных стадий рафинации – гидратации, нейтрализации и отбелки. При необходимости, кроме указанных стадий, проводится дезодорация.

Для предотвращения дезактивации катализатора проводится нейтрализация свободных жирных кислот, содержащихся в исходном сырье и сушка масла (удаление влаги) перед процессом переэтерификации. Переэтерификации подвергают смеси высокоплавких жиров (пальмовое масло, пальмовый стеарин) с жидкими растительными маслами.

Смеси приготавливаются в буферной емкости. Буферная емкость оборудована тензометрическими весами для точного отмеривания смешиваемых компонентов, датчиком верхнего уровня, датчиком температуры, паровым змеевиком, смотровым фонарем и перемешивающим устройством.

С помощью насоса через фильтр грубой очистки смесь подается в пластинчатый теплообменник и нагревается до температуры 105 – 110 °С паром низкого давления (Р=3,0 кг/см2).

Во время перекачки смеси из буферной емкости в реактор-переэтерификатор подается 15%-ный раствор щелочи для нейтрализации свободных жирных кислот, способных дезактивировать катализатор. Насос дозатор дозирует необходимое количество щелочи из емкости.

В реакторе-переэтерификаторе масло циркулирует и распыляется форсунками при помощи насоса. При распылении происходит сушка масла. Реактор работает в условиях глубокого вакуума, создаваемого вакуумной установкой и вакуумным насосом. В высушенное масло вносится катализатор.

Дозирующее устройство обеспечивает правильную и безопасную дозировку катализатора в поток масла для подачи в реактор. Реакция переэтерификации длится в течение 30 минут. В ходе реакции цвет масла меняется - оно темнеет.

Для более тщательного перемешивания и сокращения времени реакции масла с раствором щелочи и катализатором в емкости установлено перемешивающее устройство.

По завершении реакции переэтерифицированное масло должно пройти обработку для дезактивации катализатора и удаления мыла, образующегося в ходе реакции. Переэтерифицированный жир перекачивается насосом из реактора в реактор-отбеливатель.

По окончанию перекачки, жир при помощи насоса циркулирует через статический смеситель, в который в этот момент подается 20 % раствор лимонной кислоты насосом

дозатором из емкости для дезактивации катализатора и удаления мыл образовавшихся в результате реакции переэтерификации. Для более тщательного перемешивания и сокращения времени реакции масла с 20%-ным раствором лимонной кислоты в емкости установлено перемешивающее устройство. После реакции масло/кислота, в реакторе создается вакуум для сушки масла.

В отбеливателе масло входит в контакт с отбельной глиной, которая находится в бункере и подается в отбеливатель дозирующим устройством. После смешивания масла с отбельной глиной из отбеливателя масло перекачивается через фильтры грубой очистки насосом в вертикальный фильтр.

После фильтрации на вертикальном фильтре масло поступает в промежуточную емкость. Откуда насосом подается на контрольный фильтр картриджного типа. Затем производиться контрольная фильтрация на полировочном фильтре с селективностью фильтровального рукава 5 мкм.

Далее переэтерифицированный жир охлаждается до температуры хранения в пластинчатом теплообменнике и направляется в емкости для хранения.

Фракционирование применяется для модификации растительных масел и жиров при производстве заменителей масла какао, твердых кондитерских жиров, маргаринов, спредов, глазурей, шоколадных масс и других пищевых продуктов при обжарке.

Назначение процесса – разделение масел и жиров на фракции, которые обеспечивают получение продукта с заданными свойствами. В процессе фракционирования не образуются трансизомеры.

Различают фракционирование сухое и фракционирование с растворителем.

Сухое фракционирование – это процесс термомеханической сепарации, при которой триглицериды с разными температурами плавления разделяются путем кристаллизации и фильтрации. Фракционирование относят к разряду полностью обратимых процессов.

Сырье через полировочный фильтр и теплообменник подается в буферную емкость, из которой автоматически загружается кристаллизатор. Кристаллизатор представляет собой изолированную емкость с водяной рубашкой и мешалкой. Кристаллизация масла протекает по заданным температурным параметрам и постоянном перемешивании в течение заданного времени. По завершении процесса кристаллизации масло подается на фильтрацию.

В ходе фильтрации происходит отделение жидкой фракции (олеина) от твердой (стеарина). После фильтрации происходит сжатие и удержание сжатия фильтра для дальнейшего разделения фракций. Отделившийся олеин и стеарин поступают в разные накопительные емкости.

Из емкостей сырье для производства специализированных жиров отправляется в секцию дезодорации, где в зависимости от рецептуры происходит смешивание масел и жиров в буферной емкости. Дезодорация жировых продуктов происходит при высокой температуре и наличии глубокого вакуума.

Фракционирование с растворителем – фракционная кристаллизация из разбавленного раствора приводит к более эффективному разделению с высоким выходом, менее длительной обработке и повышенной чистоте продуктов, чем при фракционировании без растворителя. Типичная технологическая схема процесса

фракционирования с растворителем обычно начинается со стадии нагревания исходного сырья до температуры выше точки полного расплавления жиров и смешивания с растворителем в определенном соотношении. Затем раствор охлаждают для образования кристаллов твердых фракций. Суспензию кристаллов разделяют фильтрованием или декантацией. После удаления растворителя из фильтрата получают другую фракцию. Дальнейшее фракционирование может осуществляться путем растворения любой фракции в растворителе и повторением процесса.

2.2.3.9 Производство заменителей молочного жира, жиров специального назначения, заменителей, улучшителей и эквивалентов масла какао

Заменитель молочного жира – продукт с массовой долей жира не менее 99%, предназначенный для замещения молочного жира в пищевых продуктах, произведенный из немодифицированных и (или) модифицированных растительных масел с добавлением или без добавления пищевых добавок, с температурой плавления не более 36 °С, содержащий не более 5 % массовой доли твердых триглицеридов при 35 °С, не более 65 % массовой доли насыщенных кислот от суммы жирных кислот, в том числе не более 38 % массовой доли пальмитиновой кислоты от суммы жирных кислот.

Жиры специального назначения, в том числе жиры кулинарные, кондитерские, хлебопекарные – жировые продукты с массовой долей жира не менее 98%, изготавливаемые для различных отраслей промышленности из немодифицированных и (или) модифицированных растительных масел с добавлением или без добавления животных жиров и их смесей, с добавлением или без добавления пищевых добавок и других пищевых ингредиентов.

Эквиваленты масла какао – продукты с массовой долей жира не менее 99 %, обладающие совместимостью с маслом какао в любых соотношениях, нуждающиеся в темперировании, имеющие сходные с маслом какао физико-химические свойства и состав жирных кислот, содержащие не более 1 % массовой доли лауриновой кислоты, не менее 50 % массовой доли 2-олеодинасыщенных триглицеридов, изготавливаемые из немодифицированных масел растительных (эллипе, борнео, пальмового, сал, ши, кокум, из ядер манго) и их фракций с добавлением или без добавления пищевых добавок и других пищевых ингредиентов;

Улучшители масла какао SOS-типа (SOS указывает на наличие в продукте 2-олеодистеарина) – продукты с массовой долей жира не менее 99 %, обладающие высокой совместимостью с маслом какао в любых соотношениях, нуждающиеся в темперировании, основным компонентом которых является 2-олеодистеарин (до 70 %), содержащие не более 1 % массовой доли лауриновой кислоты, изготавливаемые из немодифицированных масел растительных (эллипе, борнео, пальмового, сал, ши, кокум, из ядер манго) и их фракций с добавлением или без добавления пищевых добавок и других пищевых ингредиентов;

Заменители масла какао POP-типа (POP указывает на наличие в продукте 2-олеодипальмитина) – продукты с массовой долей жира не менее 99 %, обладающие частичной совместимостью с маслом какао (не менее 25 %), нуждающиеся в темперировании, основным компонентом которых является 2-олеодипальмитин (более 50 %), содержащие не более 1 % массовой доли лауриновой кислоты,

изготавливаемые из немодифицированных масел растительных и фракций растительных масел и (или) модифицированных растительных масел с добавлением или без добавления пищевых добавок и других пищевых ингредиентов;

Заменители масла какао нетемперируемые нелауринового типа – продукты с массовой долей жира не менее 99 %, не нуждающиеся в темперировании, изготавливаемые на основе модифицированных растительных масел, содержащие не более 1 % массовой доли лауриновой кислоты, с добавлением или без добавления пищевых добавок и других пищевых ингредиентов;

Заменители масла какао нетемперируемые лауринового типа - продукты с массовой долей жира не менее 99 %, не нуждающиеся в темперировании, изготавливаемые на основе модифицированных растительных масел, содержащие не менее 40 % массовой доли лауриновой кислоты, с добавлением или без добавления пищевых добавок и других пищевых ингредиентов;

Применяемая технология производства заменителей молочного жира и жиров специального назначения, заменителей, эквивалентов и улучшителей масла какао приведена на рисунке 2.24.

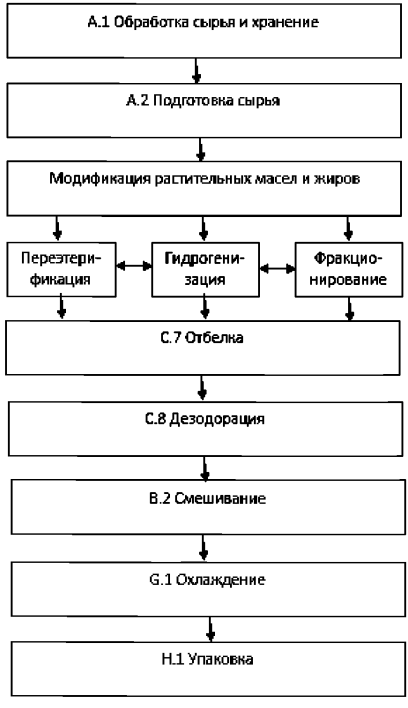

Рисунок 2.24 – Принципиальная технологическая схема производства заменителей молочного жира и жиров специального назначения, заменителей, эквивалентов и улучшителей масла какао

Прием сырья осуществляется по массе и качеству в соответствии с нормативной документацией, после чего сырье передается на хранение. Поступившее на

предприятие основное и дополнительное сырье подвергается обработке и непродолжительному хранению (A1).

В зависимости рецептурного состава жировое сырье может быть подвергнуто процессам модификации (гидрогенизации и/ или переэтерификации D5), а также при необходимости щелочной нейтрализации (C6), отбелке (C7), дезодорации (C8).

Затем готовят масляный раствор жирорастворимых добавок (антиокислителей, эмульгаторов, пеногасителя, красителей, ароматизаторов и других добавок в зависимости от применения жира, которые разрешены к использованию на территории Российской Федерации в установленном порядке), производят его смешивание (B2) с дезодорированным жировым сырьем.

Смесь жиров из уравнительного бачка насосом высокого давления подается на охлаждение (G1) и механическую обработку в переохладитель. При таком тепловом режиме температура продукта на выходе из переохладителя колеблется от 17 до 20°C.

Упаковка готового продукта (H1) осуществляется в гофрокороба. После короба с продуктом направляются на склад готовой продукции. Возможен выпуск заменителей молочного жира, жиров специального назначения, заменителей, улучшителей эквивалентов масла какао в нефасованном виде - наливом (железнодорожные цистерны, автоцистерны, еврокубы и др.).

2.2.3.10 Производство спредов

Спред – эмульсионный жировой продукт с массовой долей общего жира не менее 39 %, имеющий пластичную консистенцию, с температурой плавления жировой фазы не выше 36 °C, изготавливаемый из молочного жира, и (или) сливок, и (или) сливочного масла и немодифицированных и (или) модифицированных растительных масел или только из немодифицированных и (или) модифицированных растительных масел с добавлением или без добавления пищевых добавок и других пищевых ингредиентов.

Принципиальная технологическая схема производства спредов приведена на рисунке 2.25.

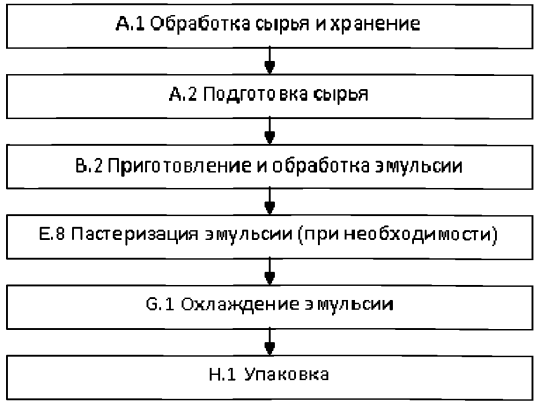

Рисунок 2.25 – Принципиальная технологическая схема производства спредов

Прием сырья осуществляется по массе и качеству, после чего сырье передается на хранение. Поступившее на предприятие основное и дополнительное сырье подвергается обработке и непродолжительному хранению (А1).

Сыпучие компоненты (сахар, соль, консерванты) перед использованием просеиваются на вибрационных ситах, после чего готовят их растворы (А2). Для лучшего распределения в жире жирорастворимых добавок и повышения эффективности их действия, а также с учетом их относительно высокой температуры плавления, целесообразно применять их масляные растворы. Водопроводную или артезианскую воду подвергают кондиционированию (водоподготовке). При использовании в рецептуре сливочного масла его нарезают на мелкие куски и подвергают растапливанию. Жировую и водную фазы нагревают до температуры 60-65°С и направляют в смесители, в которых проводится тщательное перемешивание и эмульгирование (В2). При необходимости возможна пастеризация отдельно как водной фазы, так и всей готовой эмульсии в зависимости от комплектации технологической линии и технологического процесса. Поочередно из смесителей эмульсия поступает в уравнительный бачок, где автоматически поддерживается заданный уровень эмульсии при помощи поплавкового клапана.

Далее эмульсия подвергается термомеханической обработке: из уравнительного бачка насосом высокого давления подается на охлаждение (G1) и механическую обработку в переохладитель. При таком тепловом режиме температура эмульсии на выходе из переохладителя колеблется от 17 до 20 °С.

Упаковка спредов (Н1) осуществляется в потребительскую или транспортную тару.

2.2.4 Производство прочих пищевых продуктов

2.2.4.1 Производство сахара

Сахарная промышленность России выпускает белый сахар 4 категорий:

- белый сахар категории экстра – очищенная и кристаллизованная сахароза с массовой долей не менее 99,80 % и цветностью не более 45,0 ед. опт. пл. (ICUMCA);
- белый сахар категории ТС1 – очищенная и кристаллизованная сахароза с массовой долей не менее 99,70 % и цветностью не более 60,0 ед. опт. пл. (ICUMCA);
- белый сахар категории ТС2 – очищенная и кристаллизованная сахароза с массовой долей не менее 99,70 % и цветностью не более 104,0 ед. опт. пл. (ICUMCA);
- белый сахар категории ТС3 – очищенная и кристаллизованная сахароза с массовой долей не менее 99,50 % и цветностью не более 195,0 ед. опт. пл. (ICUMCA);

В зависимости от вида используемого сырья вырабатывают белый сахар свекловичный и из тростникового сахара-сырца. В зависимости от способа производства получают белый сахар кристаллический с размерами кристаллов от 0,2 до 2,5 мм, сахарную пудру с размерами кристаллов не более 0,2 мм и кусковой, изготовленный в виде отдельных кусочков определенных форм и размеров путем прессования кристаллического сахара.

Современный свеклосахарный завод – крупное промышленное предприятие с развитой инфраструктурой, включающее технологическую линию производства сахара; технологические линии вспомогательных производств (производства извести и сатурационного газа, ТЭЦ); технологические линии побочных производств (сушки жома, обессахаривания мелассы); хранилища сахарной свеклы, сахара, мелассы, жома; водное хозяйство (источник свежей воды, оборотные системы, очистные сооружения); автомобильные и железнодорожные подъездные пути и др., оснащенное современным технологическим оборудованием с использованием автоматизации и компьютерной техники. Общая площадь под объектами и инженерными коммуникациями завода составляет около 200 га, из них под зданиями и сооружениями около 40 га. Ввиду большой потребности в воде, свеклосахарные заводы располагаются вблизи водного источника – реки, пруда, имеют артезианские скважины. Свеклосахарный завод – предприятие с сезонным циклом работы, сроки начала производственного сезона переработки сахарной свеклы в зависимости от климатической зоны расположения завода наступают в июле-августе и заканчиваются январе-марте в зависимости от количества принятой сахарной свеклы; длительность производственного сезона в последние годы составляет 120 суток в среднем по стране. При некоторой перекомпоновке технологической схемы свеклосахарный завод в межсезонный период может перерабатывать тростниковый сахар-сырец.

2.2.4.1.1 Производство сахара из сахарной свеклы

Производство кристаллического белого сахара из сахарной свеклы основано на последовательно выполняемых основных технологических операциях и включает следующие этапы: подготовка сахарной свеклы; получение диффузионного сока; очистка диффузионного сока; сгущение очищенного сока; кристаллизация сахарозы; сушка и упаковка сахара. Кроме того, используются вспомогательные потоки получения известкового молока и сатурационного газа, очистки сточных вод.

Структурная блок-схема производства сахара из сахарной свеклы приведена на рисунке 2.26.

Подготовка сахарной свеклы включает следующие технологические подпроцессы: подачу сахарной свеклы в переработку, отделение от свеклы примесей, отмывание корнеплодов.

Структурная блок-схема процесса подготовки сахарной свеклы приведена на рисунке 2.27.

Основная информация о технологическом процессе подготовки сахарной свеклы представлена в таблице 2.6.

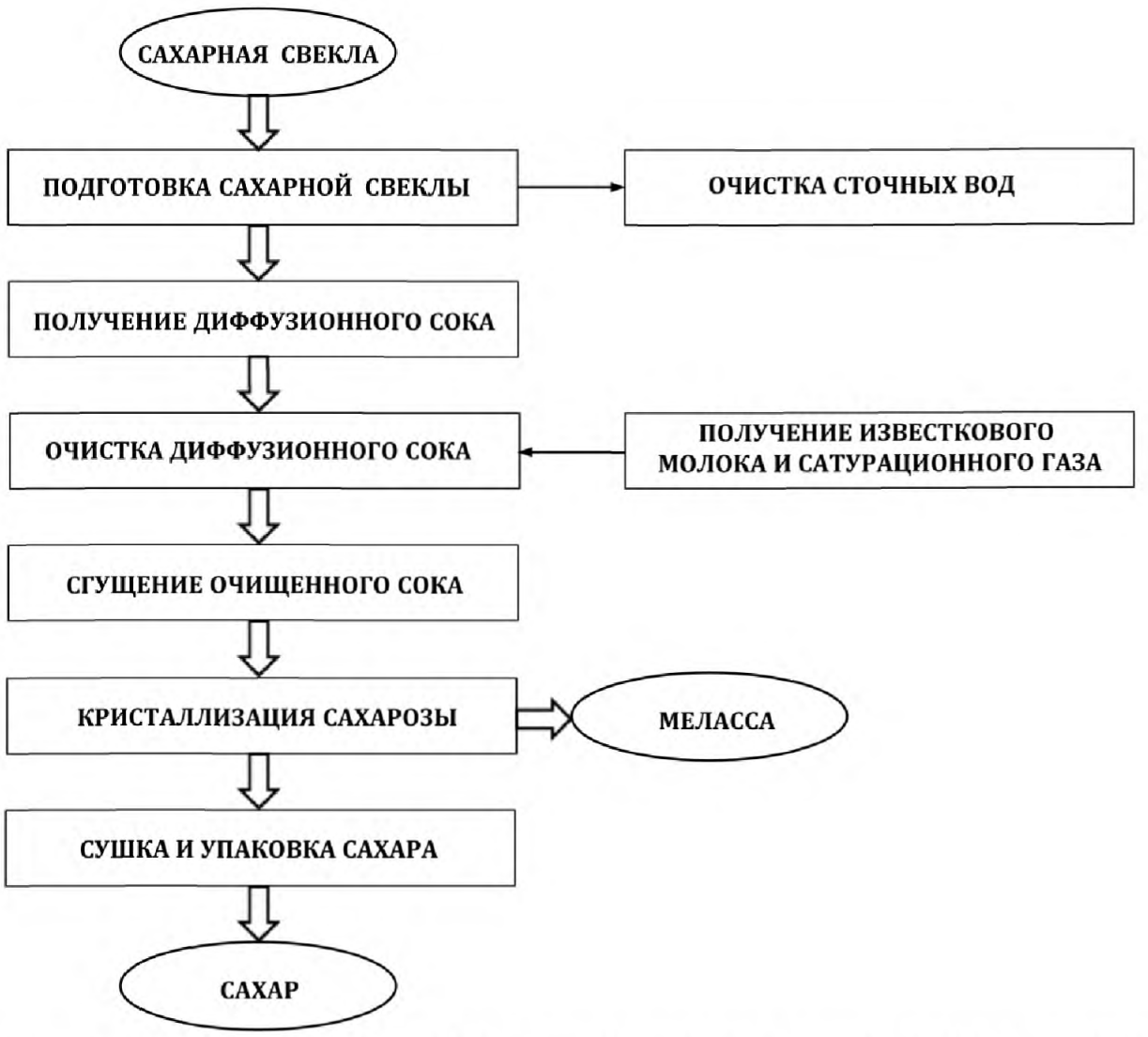

Рисунок 2.26 – Структурная блок-схема производства сахара из сахарной свеклы

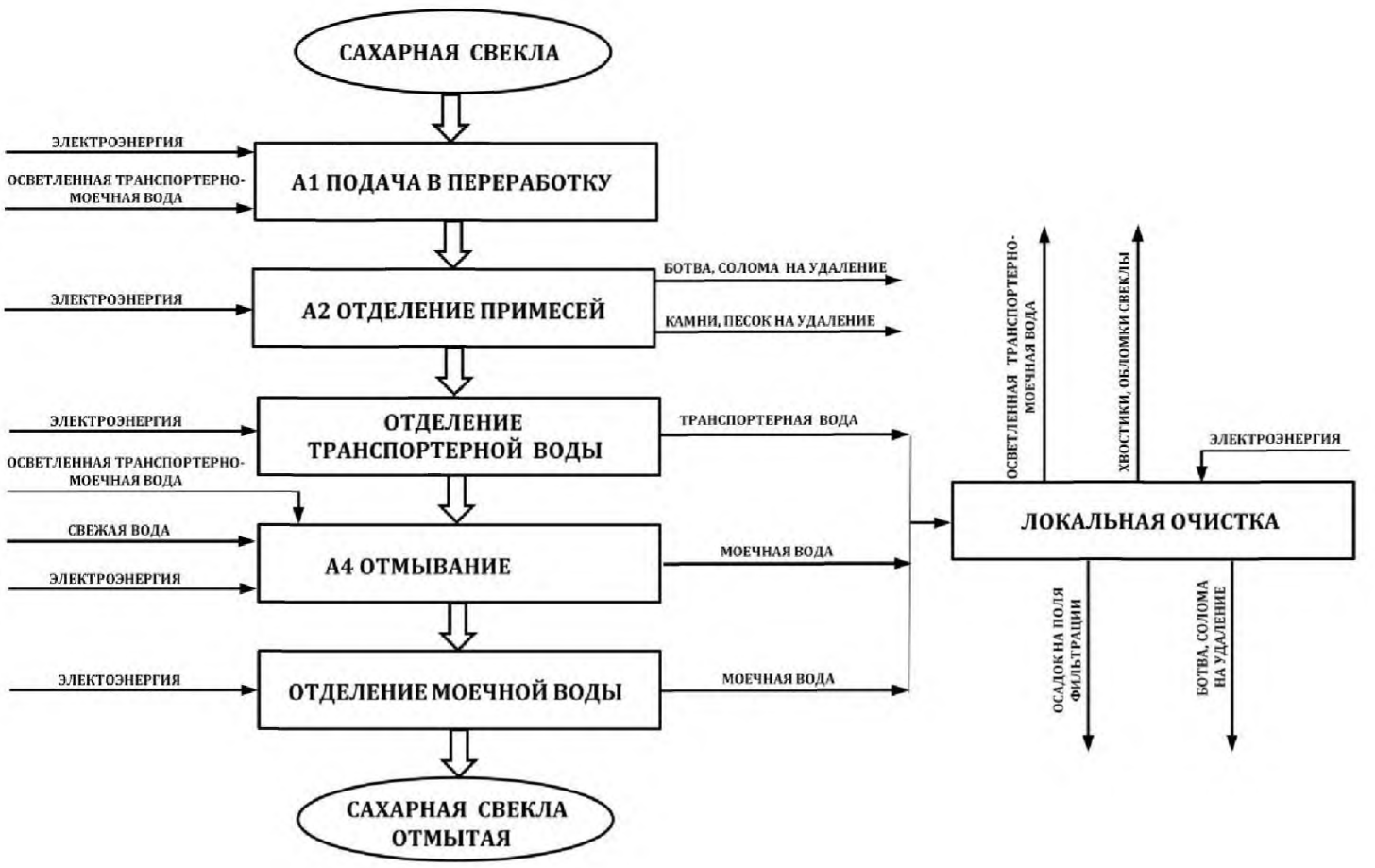

Рисунок 2.27 – Структурная блок-схема процесса подготовки сахарной свеклы

Таблица 2.6 – Информация о технологическом процессе подготовки сахарной свеклы

Входной поток	Этап процесса (подпроцесс)	Выходной поток	Основное технологическое оборудование	Эмиссии
1	2	3	4	5
Подача сахарной свеклы гидротранспортом				
- сахарная свекла; - осветленная транспортерно-моечная вода; - электроэнергия	А1 Подача в переработку	- свекловодяная смесь	- гидротранспортер; - свеклонасос	- шум от работающего оборудования
- свекловодяная смесь; - электроэнергия	А2 Отделение примесей	- сахарная свекла; - транспортерная вода	- соломоловушка; - камнеловушка; - водоотделитель	- ботва, солома; - камни, песок; - сбросы в сточные воды (взвешенные вещества, ХПК, БПК); - шум от работающего оборудования
- сахарная свекла; - осветленная транспортерно-моечная вода; - свежая вода; - электроэнергия	А4 Отмывание свеклы	- сахарная свекла отмытая; - моечная вода	- свекломойка; - водоотделитель	- ботва, солома; - камни, песок; - сбросы в сточные воды (взвешенные вещества, ХПК, БПК); - шум от работающего оборудования
Подача сахарной свеклы системой конвейеров				
- сахарная свекла; - электроэнергия	А1 Подача в переработку	- сахарная свекла	- конвейеры	- шум от работающего оборудования
- сахарная свекла; - осветленная транспортерно-моечная вода; - электроэнергия	А2 Отделение примесей	- сахарная свекла; - транспортерная вода	- соломоловушка: - камнеловушка; - водоотделитель	- ботва, солома; - камни, песок; - сбросы в сточные воды (взвешенные вещества, ХПК, БПК); - шум от работающего оборудования
- сахарная свекла; - осветленная транспортерно-моечная вода; - свежая вода; - электроэнергия	А4 Отмывание свеклы	- сахарная свекла отмытая; - моечная вода	- свекломойка; - водоотделитель	- ботва, солома; - камни, песок; - сбросы в сточные воды (взвешенные вещества, ХПК, БПК); - шум от работающего оборудования

Подача сахарной свеклы в переработку (А1). Сахарная свекла, доставленная на завод автотранспортом, направляется непосредственно в переработку или на хранение на призаводском свеклопункте в кагатах, бурачных и на сплавных площадках.

Подача сахарной свеклы в технологическую линию производства сахара заключается в доставке ее на верхнюю точку корпуса завода (высота 18-20 м) и осуществляется гидротранспортом (водой) или системой конвейеров.

Подача сахарной свеклы гидротранспортом осуществляется по желобу гидротранспортера в виде свекловодяной смеси с долей воды 700-800 % к массе свеклы, в качестве воды используется оборотная из оборотной системы транспортерно-моечной воды с температурой не выше 25°С. Гидротранспортер включает нижний и верхний участки, подача свекловодяной смеси в верхний участок гидротранспортера осуществляется свеклонасосом. При движении свекловодяной смеси коэффициент заполнения желоба гидротранспортера свекловодяной смесью составляет 0,50-0,75, скорость – не менее 1,5 м/с. Потери сахарозы в воде составляют 0,16-0,20 % к массе свеклы.

Подача сахарной свеклы системой конвейеров осуществляется последовательным транспортированием свеклы наклонными и горизонтальными ленточными конвейерами. Данный способ позволяет исключить расход воды на подачу свеклы и потери сахарозы в транспортерной воде, снизить расход электроэнергии.

Отделение примесей (А2). Сахарная свекла, поступающая в переработку, загрязнена землей, ботвой, песком, камнями, а также содержит собственные обломки, общее количество примесей может достигать более 10 % к массе свеклы. Отделение примесей от свеклы происходит при гидротранспортировании в водяном потоке по принципу разности плотностей по отношению к воде: легкие примеси отделяются при всплывании, тяжелые – при оседании. Легкие плавающие примеси отделяются соломоловушками, установленными в гидротранспортере, в местах с равномерным потоком свекловодяной смеси скоростью 0,8 м/с за счет расширения желоба гидротранспортера. Для отделения легких примесей используются грабельные соломоловушки двух типов: цепные и ротационные.

Отделение тяжелых примесей осуществляется камнеловушками с постоянно поддерживаемым внутри камнеловушки уровнем не менее 700 мм от дна гидротранспортера и скоростью свекловодяной смеси не менее 1 м/с. Для отделения тяжелых примесей используются камнеловушки различного типа: карманные, ротационно-ковшовые, элеваторные, вибрационные.

Отделенные от свеклы легкие и тяжелые примеси собираются для последующего транспортирования на объекты размещения отходов.

После отделения примесей свекла освобождается на дисковых водоотделителях от транспортерной воды, которая поступает в оборотную систему транспортерно-моечной воды. В оборотной системе вода осветляется в радиальных или вертикальных отстойниках, затем вновь поступает в оборотную систему для использования при гидротранспортировании и мойке свеклы.

Отмывание свеклы (А4). После отделения примесей сахарная свекла поступает для отмывания прилипшей земли, окончательного отделения легких и тяжелых примесей. Отмывание свеклы организовано в два этапа: при интенсивном трении корнеплодов друг о друга, с удалением прилипшей к ним земли в условиях ограниченного объема воды; финишном отмывании корнеплодов с отделением остатков тяжелых и легких примесей в условиях ламинарного потока воды. Отмывание корнеплодов осуществляется осветленной транспортерно-моечной водой расходом 50-

60 % к массе свеклы, финишное – свежей водой с расходом 30-40 % к массе свеклы. Для отмывания свеклы используются мойки различного типа: корытные, барабанные, форсуночно-роликовые.

При подаче сахарной свеклы в переработку системой конвейеров предусматривается многоступенчатое отмывание свеклы: предварительное отмывание в барабанной свекломойке с расходом осветленной транспортерно-моечной воды 70-80 % к массе свеклы; основное отмывание в корытной свекломойке комбинированного типа с расходом осветленной транспортерно-моечной воды 50-60 % к массе свеклы; окончательное отмывание корнеплодов от остаточной земли и ополаскивание струями воды под давлением до 10 атм. в форсуночно-роликовой свекломойке с расходом свежей воды 96-98 % к массе свеклы.

После отмывания свекла освобождается от воды на дисковых водоотделителях, которая поступает в оборотную систему транспортерно-моечной воды. В оборотной системе вода осветляется в радиальных или вертикальных отстойниках, затем вновь поступает в оборотную систему для использования при гидротранспортировании и мойке свеклы.

Основное оборудование технологического процесса подготовки сахарной свеклы представлено в таблице 2.7.

Таблица 2.7 – Характеристика основного оборудования технологического процесса подготовки сахарной свеклы

Наименование оборудования	**Назначение оборудования**	**Существенные характеристики технологического оборудования[1)]**
Подача сахарной свеклы гидротранспортом		
Гидротранспортер	Транспортирование свеклы в переработку	Ширина желоба – 800 мм; глубина – 1200 мм
Свеклонасос	Подъем свекловодяной смеси на высоту	Напор – 16-22 м; установленная мощность – 75-320 кВт
Соломоловушка ротационная	Отделение от свеклы ботвы, соломы	Установленная мощность – 2,2-3,0 кВт
Камнеловушка ротационная	Отделение от свеклы камней, песка	Установленная мощность – 3,0-4,0 кВт
Водоотделитель дисковый	Отделение от свеклы воды	Производительность по свекле 3000-6000 т/сут.; установленная мощность – 3,0-6,0 кВт
Свекломойка корытная	Отмывание свеклы	Производительность по свекле 2000-6000 т/сут.; установленная мощность – 42,0-90,0 кВт
Водоотделитель дисковый	Отделение от свеклы воды	Производительность по свекле 3000-6000 т/сут.; установленная мощность – 3,0-6,0 кВт

Продолжение таблицы 2.7

Наименование оборудования	Назначение оборудования	Существенные характеристики технологического оборудования[1)]
Подача сахарной свеклы системой конвейеров		
Конвейеры ленточные	Транспортирование свеклы в переработку	Угол наклонной части – 0…45°; скорость движения – 0,27 м/с; ширина ленты 1600 мм; длина – 75 м; установленная мощность – 90 кВт
Соломоловушка ротационная	Отделение от свеклы ботвы, соломы	Установленная мощность – 2,2-3,0 кВт
Камнеловушка ротационная	Отделение от свеклы камней, песка	Установленная мощность – 3,0-4,0 кВт
Водоотделитель дисковый	Отделение от свеклы воды	Производительность по свекле 3000-6000 т/сут.; установленная мощность – 3,0-6,0 кВт
Свекломойка корытная	Предварительное отмывание свеклы	Производительность по свекле 2000-6000 т/сут.; установленная мощность – 42,0-90,0 кВт
Свекломойка барабанная	Основное отмывание свеклы	Производительность по свекле 3000-6000 т/сут.; установленная мощность – 55-100,0 кВт
Свекломойка форсуночно-роликовая	Окончательное отмывание свеклы	Производительность по свекле 6000 т/сут.; длина 6000 мм, ширина 3000 мм; установленная мощность – 44,0 кВт
Водоотделитель дисковый	Отделение от свеклы воды	Производительность по свекле 3000-6000 т/сут.; установленная мощность – 3,0-6,0 кВт
Отстойник радиальный	Осветление транспортерно-моечных вод	Эффект осветления воды – 55 %
[1)] Существенные характеристики технологического оборудования зависят от требуемой производительности линии и типа оборудования		

Получение диффузионного сока основано на массообменном процессе извлечения сахарозы из клеточного сока ткани измельченной сахарной свеклы в экстрагирующую жидкость.

Процесс получения диффузионного сока включает следующие технологические подпроцессы: изрезывание свеклы в стружку, подготовку экстрагента, экстрагирование сахарозы, отжатие жома.

Структурная блок-схема процесса получения диффузионного сока приведена на рисунке 2.28.

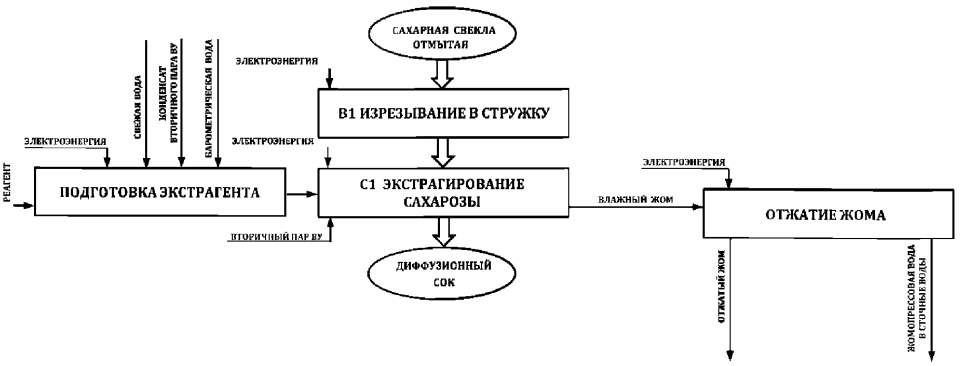

Рисунок 2.28 – Структурная блок-схема процесса получения диффузионного сока

Основная информация о технологическом процессе получения диффузионного сока представлена в таблице 2.8.

Таблица 2.8 – Информация о технологическом процессе получения диффузионного сока

Входной поток	Этап процесса (подпроцесс)	Выходной поток	Основное технологическое оборудование	Эмиссии
1	2	3	4	5
- сахарная свекла отмытая; - электроэнергия	В1 Изрезывание в стружку	- стружка сахарной свеклы	- свеклорезка	- шум от работающего оборудования
- стружка сахарной свеклы; - экстрагент; - вторичный пар выпарной установки; - электроэнергия	С1 Экстрагирование сахарозы	- диффузионный сок; - свежий жом	- ошпариватель; - диффузионный аппарат	- шум от работающего оборудования
- свежая вода; - жомопрессовая вода; - конденсаты вторичных паров выпарной установки; - барометрическая вода; - реагенты: диоксид серы (SO_2) , сульфат алюминия ($Al_2(SO_4)_3$), ортофосфорная кислота (H_3PO_4); фосфат кальция ($Ca_3(PO_4)_2$)	Подготовка экстрагента	- экстрагент	- аппарат сульфитации	- в атмосферу: диоксид серы (SO_2)
- свежий жом; - электроэнергия	Отжатие жома	- отжатый жом; - жомопрессовая вода	- пресс отжима жома	- шум от работающего оборудования

Изрезывание в стружку (В1). Отмытая сахарная свекла изрезывается режущими устройствами со специальными ножами в стружку желобчатой или пластинчатой формы толщиной 0,7-1,0 мм, длиной 9-12 м 100 г ее массы. Для изрезывания свеклы в стружку используются свеклорезки с неподвижными или подвижными режущими устройствами: центробежные или дисковые и барабанные.

Экстрагирование сахарозы (С1) осуществляется при температуре 65-75 °С в противотоке движущихся свекловичной стружки и экстрагента при соотношении стружка:вода – 1:1. В результате образуются обессахаренная свекловичная стружка, содержащая около 8 % сухих веществ – жом, количество которого составляет 80-85 % к массе свеклы, и диффузионный сок – многокомпонентный раствор сахарозы с содержанием сухих веществ 12-14 % и чистотой 87-90 %, количество которого составляет 110-120 % к массе свеклы, температура 40-50 °С. Для экстрагирования сахарозы используются колонные, ротационные и наклонные диффузионные аппараты. Наклонный диффузионный аппарат оборудуется специальными греющими камерами с вторичным паром выпарной установки (ВУ) в качестве теплоносителя. Колонный диффузионный аппарат компонуется с ошпаривателем для предварительной обработки свекловичной стружки подогретым до температуры 80 °С диффузионным соком и образования сокостружечной смеси с заданной температурой, поступающей в диффузионный аппарат. Компоновка колонного диффузионного аппарата и ошпаривателя образует диффузионную установку.

Подготовка экстрагента. В качестве экстрагента используется специально подготовленная подогретая до температуры 65-75 °С вода, которая может включать в своем составе как свежую природную воду, так и воду, отработавшую на других участках технологического потока: жомопрессовую воду, конденсаты вторичных паров выпарной установки, барометрическую воду. Подготовка воды к экстрагированию заключается в ее обработке реагентами для доведения до pH_{20} 5,5-6,0: диоксидом серы, сульфатом алюминия, ортофосфорной кислотой или фосфатом кальция. Для подготовки экстрагента с использованием диоксида серы применяются жидкостно-струйные аппараты сульфитации. Подпроцесс подготовки экстрагента сопровождается выбросами в атмосферу отработавшего газа, содержащего диоксид серы.

Отжатие жома. Выходящий из диффузионного аппарата жом механически обезвоживается на прессах до содержания сухих веществ 13-18 %. Образующаяся жомопрессовая вода в количестве до 40 % к массе свеклы, содержащая до 0,4 % сахарозы к массе свеклы, сбрасывается в сточные воды. Обезвоженный жом направляется на хранение в жомохранилища или подается на сушку и гранулирование. Для отжатия жома используются вертикальные и горизонтальные одно- или двухшнековые прессы.

Основное оборудование технологического процесса получения диффузионного сока представлено в таблице 2.9.

Таблица 2.9 – Характеристика основного оборудования технологического процесса получения диффузионного сока

Наименование оборудования	Назначение оборудования	Существенные характеристики технологического оборудования[1)]
Свеклорезка барабанная	Изрезывание корнеплодов сахарной свеклы в стружку	Производительность по свекле 1500-6000 т/сут.; установленная мощность – 75-140 кВт
Аппарат сульфитации жидкостно-струйный	Доведение pH экстрагента до 5,5-6,0	Производительность по свекле 3000-6000 т/сут.
Ошпариватель	Нагрев свекловичной стружки перед поступлением ее в диффузионный аппарат	Производительность по свекле 1500-6000 т/сут.; установленная мощность – 32-75 кВт
Колонный диффузионный аппарат	Экстрагирование сахарозы из свекловичной стружки	Производительность по свекле 1500-6000 т/сут.; установленная мощность – 92-300 кВт
Пресс отжима жома горизонтальный двухшнековый	Механическое обезвоживание свежего свекловичного жома	Производительность по свекле 1500-3400 т/сут.; установленная мощность – 250-500 кВт
[1)] Существенные характеристики технологического оборудования зависят от требуемой производительности линии и типа оборудования		

Очистка диффузионного сока основана на многократной последовательной обработке диффузионного сока известью и диоксидом углерода с выводом образующегося осадка несахаров и включает совокупность специальных технологических подпроцессов, проводимых в определенной последовательности: предварительную дефекацию, основную дефекацию, первую ступень сатурации, дефекацию перед второй ступенью сатурации, вторую ступень сатурации, сульфитацию, фильтрование соков [57].

Структурная блок-схема процесса очистки диффузионного сока приведена на рисунке 2.29.

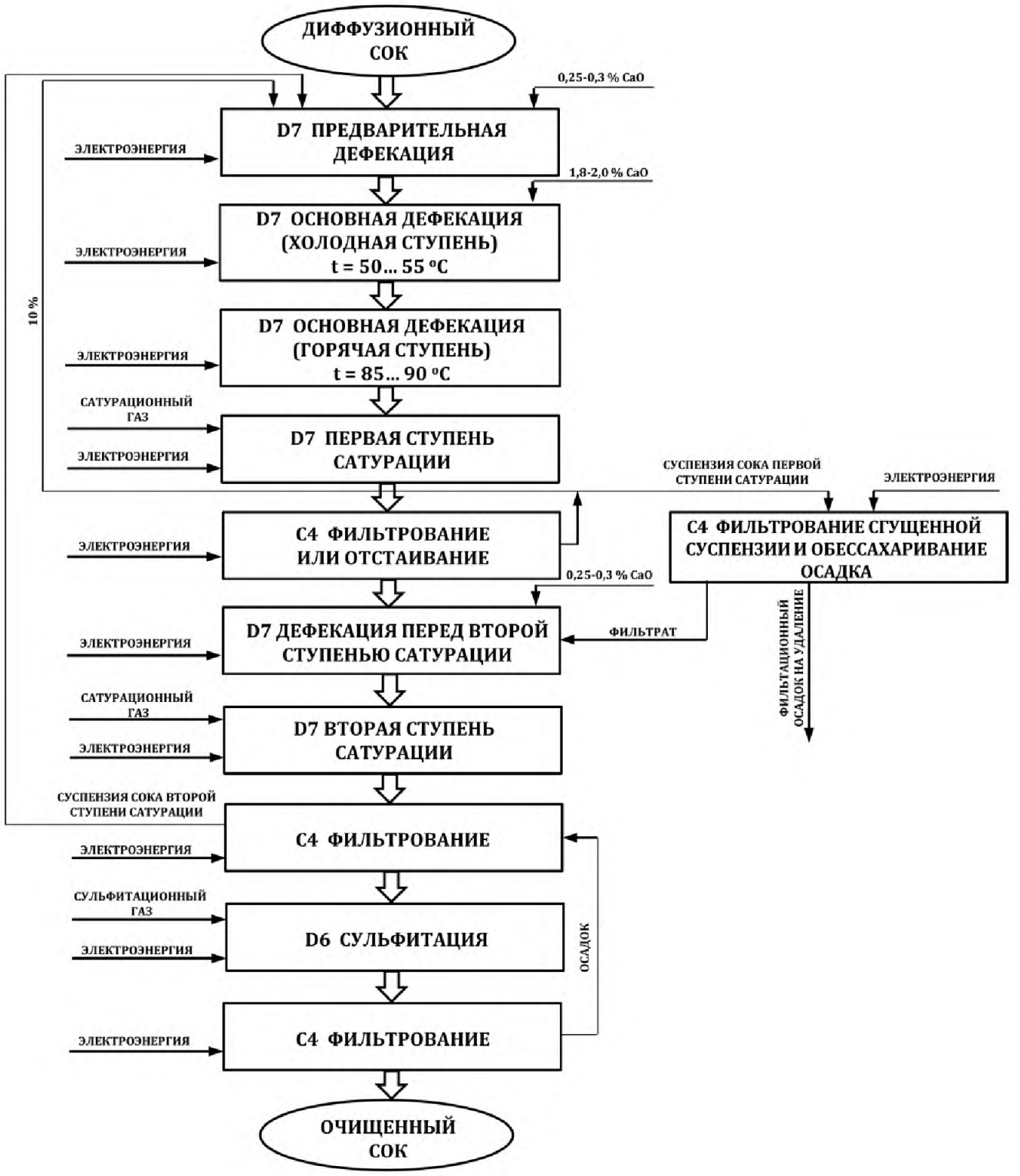

Рисунок 2.29 – Структурная блок-схема процесса очистки диффузионного сока

Основная информация о технологическом процессе очистки диффузионного сока представлена в таблице 2.10.

Таблица 2.10 – Информация о технологическом процессе очистки диффузионного сока

Входной поток	Этап процесса (подпроцесс)	Выходной поток	Основное технологическое оборудование	Эмиссии
1	2	3	4	5
- диффузионный сок; - реагент: известковое молоко ($Ca(OH)_2$); - сгущенная суспензия сока первой или второй ступеней сатурации; - электроэнергия	D7 Предварительная дефекация	- преддефекованный сок	- аппарат предварительной дефекации	- шум от работающего оборудования
- преддефекованный сок; - реагент: известковое молоко ($Ca(OH)_2$); - электроэнергия	D7 Основная дефекации	- дефекованный сок	- аппарат дефекации	- шум от работающего оборудования
- дефекованный сок; - реагент: диоксид углерода (CO_2); - электроэнергия	D7 Первая ступень сатурации	- сок первой ступени сатурации	- аппарат сатурации	- в атмосферу: диоксид углерода (CO_2), оксид углерода (CO); - шум от работающего оборудования
- сок первой ступени сатурации; - электроэнергия	C4 Фильтрование сока первой ступени сатурации	- фильтрованный сок первой ступени сатурации; - суспензия сока первой ступени сатурации	- фильтр	- шум от работающего оборудования
- суспензия сока первой ступени сатурации; - электроэнергия	C4 Фильтрование сгущенной суспензии и обессахаривание осадка	- фильтрованный сок первой ступени сатурации; - фильтрационный осадок	- фильтр	- фильтрационный осадок; - шум от работающего оборудования
- фильтрованный сок первой ступени сатурации; - реагент: известковое молоко ($Ca(OH)_2$); - электроэнергия	D7 Дефекация перед второй ступенью сатурации	- дефекованный сок первой ступени сатурации	- аппарат дефекации	- шум от работающего оборудования
- дефекованный сок первой ступени сатурации; - реагент: диоксид углерода (CO_2); - электроэнергия	D7 Вторая ступень сатурации	- сок второй ступени сатурации	- аппарат сатурации	- в атмосферу: диоксид углерода (CO_2), оксид углерода (CO); - шум от работающего оборудования

Продолжение таблицы 2.10

Входной поток	Этап процесса (подпроцесс)	Выходной поток	Основное технологическое оборудование	Эмиссии
1	2	3	4	5
сок второй ступени сатурации; электроэнергия	C4 Фильтрование сока второй ступени сатурации	фильтрованный сок второй ступени сатурации; суспензия сока второй ступени сатурации	фильтр	шум от работающего оборудования
фильтрованный сок второй ступени сатурации; реагент: диоксид серы (SO_2); электроэнергия	D6 Сульфитация	сульфитированный сок	аппарат сульфитации	в атмосферу: диоксид серы (SO_2)
сульфитированный сок; электроэнергия	C4 Фильтрование сульфитированного сока	очищенный сок; осадок	фильтр	шум от работающего оборудования

Предварительная дефекация (D7) (преддефекация) осуществляется добавлением в диффузионный сок извести в виде известкового молока плотностью 1,18-1,20 г/см^3 в количестве 0,25-0,30% CaO к массе свеклы для коагуляции высокомолекулярных соединений в виде нерастворимых комплексов, осаждения солей кальция органических и неорганических кислот, пектиновых веществ. Преддефекация проводится при pH_{20} 10,8-11,4 и температуре: холодная – 35-50°С в течение 30-40 мин.; теплая – 50-65°С в течение 12-15 мин.; горячая – 85-88°С в течение 5-7 мин. Преддефекация осуществляется при равномерном движении сокового потока и его перемешивании с постепенным плавным нарастанием щелочности сока при организации противоточного движения сока и щелочного реагента с введением центров коагуляции в виде частиц $CaCO_3$ путем рециркуляции нефильтрованного сока первой сатурации, сгущенной суспензии сока первой или второй сатурации. Для предварительной дефекации используются непрерывно действующие горизонтальные секционные и вертикальные бессекционные аппараты.

Основная дефекация (D7) проводится после предварительной дефекации известью в количестве 0,9-1,0 % CaO при перемешивании раствора для разложения редуцирующих веществ, амидов кислот, солей аммония, доосаждения анионов кислот, омыления жиров. Основная дефекация осуществляется при pH_{20} 12,2-12,4 в комбинированном режиме – последовательном сочетании холодной (теплой) ступени и горячей, последняя необходима для обеспечения полного разложения редуцирующих веществ. Соответственно, температура холодной ступени дефекации – 40 °С, теплой – 50-65 °С, горячей – 85-90 °С; длительность холодной ступени основной дефекации 20-30 мин., теплой – 10-15 мин., горячей – 5-10 мин. Для основной дефекации используются непрерывно действующие вертикальные аппараты дефекации с мешалками лопастного, турбинного или пропеллерного типа.

Первая ступень сатурации (D7) проводится после основной дефекации сатурационным газом, содержащим 32-36 % CO_2, для образования в растворе осадка карбоната кальция и адсорбции на его поверхности несахаров. Сатурирование осуществляется до pH_{20} 10,8-11,4 при температуре 85-88 °С в течение 10 мин. В процессе сатурирования в растворе образуется кристаллический осадок карбоната кальция, обладающий наибольшей адсорбционной способностью, концентрирующий на себе красящие вещества и коагулят несахаров, образовавшийся на предварительной дефекации. Для первой ступени сатурации используются непрерывно действующие аппараты сатурации различных типов: по направлению движения сока и газа в аппарате – прямоточные, противоточные и смешанные; по способу распределения сока и газа – слоевые, оросительные и комбинированные; по наличию циркуляции – циркуляционные и без циркуляции; по виду циркуляции – с внешней и внутренней циркуляцией; по виду перегородок в аппарате – решетчатые, тарельчатые и др.; по способу подачи газа – барботерные и безбарботерные. Подпроцесс сатурации сопровождается выбросами в атмосферу отработавшего газа, содержащего диоксид углерода, оксид углерода, диоксид серы, оксиды азота, аммиак.

Фильтрование сока первой ступени сатурации (С4). Сок первой ступени сатурации представляет собой разбавленную суспензию, содержащую примерно 5 % твердой фазы, которую отделяют путем фильтрования или отстаивания. Фильтрование сока первой ступени сатурации осуществляется в две ступени: 1 ступень – сгущение осадка до плотности 1,18-1,24 г/см^3, содержащего 400-500 г/дм^3 твердой фазы, затем фильтрование сгущенной суспензии с обессахариванием осадка до остаточного содержания сахарозы в нем около 0,06-0,08 % к массе свеклы. Осадок в виде сгущенной суспензии сока первой ступени сатурации распределяется на два потока: один в количестве 10 % направляется на предварительную дефекацию, остальной – на фильтрование и обессахаривание. Для фильтрования сока первой ступени сатурации используются фильтры-сгустители листовые, патронные фильтры; для отстаивания – отстойники.

Фильтрование сгущенной суспензии и обессахаривание осадка (С4) осуществляется на вакуумных фильтрах или камерных фильтр-прессах. В зависимости от вида фильтрационного оборудования выделенный осадок содержит 50 % сухих веществ (вакуум-фильтры) или 70-75 % СВ (камерные фильтр-прессы), в его состав входит 80 % $CaCO_3$ и 20 % органических и минеральных несахаров. Данный осадок называется фильтрационным осадком, выводится из технологической линии для использования в качестве мелиоранта.

Дефекация перед второй ступенью сатурации (D7) осуществляется в течение 5 мин. с расходом извести в количестве 0,4-0,7 % CaO к массе свеклы с доведением pH_{20} сока до 11,5 для разложения остаточных количеств редуцирующих веществ и амидов. Для дефекации используются непрерывно действующие вертикальные аппараты дефекации с мешалками лопастного, турбинного или пропеллерного типа.

Вторая ступень сатурации (D7) заключается в обработке дефекованного сока сатурационным газом и осуществляется с целью образования осадка карбоната кальция и максимального перевода кальциевых солей в нерастворимые формы. Вторая ступень сатурации осуществляется при температуре 92-94 °С в течение 10 мин. до pH_{20} 9,0-9,5. Для второй ступени сатурации используются непрерывно действующие

аппараты сатурации, по своей конструкции аналогичные аппаратам первой ступени сатурации, отличаясь от них отсутствием расширенной верхней части корпуса и меньшим объемом надсокового пространства. Подпроцесс сатурации сопровождается выбросами в атмосферу отработавшего газа, содержащего диоксид углерода, оксид углерода, диоксид серы, оксиды азота, аммиак.

Фильтрование сока второй ступени сатурации (С4) осуществляется на листовых, патронных фильтрах. Отделенная фильтрованием сгущенная суспензия осадка второй ступени сатурации направляется на предварительную дефекацию.

Сульфитация (D6) отфильтрованного сока второй ступени сатурации осуществляется в жидкостно-струйных аппаратах, где обрабатывается до pH_{20} 8,8-9,2 сульфитационным газом, содержащим диоксид серы SO_2 и воздух в соотношении 1:(7-8), охлажденным до температуры 40-50°С. Подпроцесс сульфитации сопровождается выбросами в атмосферу отработавшего газа, содержащего диоксид серы.

Фильтрование сульфитированного сока (С4) осуществляется на листовых или патронных фильтрах. Отфильтрованный сульфитированный сок называют очищенным соком, его чистота составляет около 92 %. Осадок после фильтрования используют далее в соответствии с технологической схемой завода.

Основное оборудование технологического процесса очистки диффузионного сока представлено в таблице 2.11.

Таблица 2.11 – Характеристика основного оборудования технологического процесса очистки диффузионного сока

Наименование оборудования	**Назначение оборудования**	**Существенные характеристики технологического оборудования[1)]**
Аппарат предварительной дефекации горизонтальный секционный	Протекание реакций коагуляции высокомолекулярных соединений, осаждение солей кальция органических и неорганических кислот, пектиновых веществ	Производительность по свекле 1500-6000 т/сут.; установленная мощность – 10-55 кВт
Аппарат дефекации вертикальный	Протекание реакций разложения амидов кислот, солей аммония, редуцирующих веществ, омыления жиров	Производительность по свекле 1500-6000 т/сут.; установленная мощность – 10-55 кВт
Аппарат барботерный первой ступени сатурации	Протекание реакций образования осадка карбоната кальция и адсорбции на его поверхности несахаров	Производительность по свекле 1500-6000 т/сут.; установленная мощность –0,75-1,0 кВт
Фильтр патронный	Разделение суспензии сока первой ступени сатурации	Площадь поверхности фильтрования 10-20 $м^2$; скорость фильтрования $0,42 \cdot 10^{-3} м^3/(м^2 \cdot с)$

Продолжение таблицы 2.11

Наименование оборудования	Назначение оборудования	Существенные характеристики технологического оборудования[1)]
Камерный фильтр-пресс	Разделение сгущенной суспензии сока первой ступени сатурации	Площадь поверхности фильтрования 40-80 $м^2$; установленная мощность – 8-13 кВт
Аппарат дефекации перед второй ступенью сатурации	Протекание реакций разложения остаточных количеств редуцирующих веществ и амидов	Производительность по свекле 1500-6000 т/сут.; установленная мощность – 10-55 кВт
Аппарат барботерный второй ступени сатурации	Протекание реакций образования осадка карбоната кальция и адсорбции на его поверхности несахаров	Производительность по свекле 1500-6000 т/сут.; установленная мощность –0,75-1,0 кВт
Фильтр патронный	Разделение суспензии сока второй ступени сатурации	Площадь поверхности фильтрования 10-20 $м^2$; скорость фильтрования $0,91 \cdot 10^{-3} м^3/(м^2 \cdot с)$
Аппарат сульфитации жидкостно-струйный	Доведение свободных сульфитов в соке до уровня 0,003-0,005 % SO_2	Производительность по свекле 1500-6000 т/сут.
Фильтр патронный	Разделение суспензии сульфитированного сока	Площадь поверхности фильтрования 10-20 $м^2$; скорость фильтрования $0,91 \cdot 10^{-3} м^3/(м^2 \cdot с)$
[1)] Существенные характеристики технологического оборудования зависят от требуемой производительности линии и типа оборудования		

Сгущение очищенного сока включает следующие технологические подпроцессы: сгущение сока выпариванием, сульфитация сиропа, фильтрование.

Структурная блок-схема процесса сгущения очищенного сока приведена на рисунке 2.30.

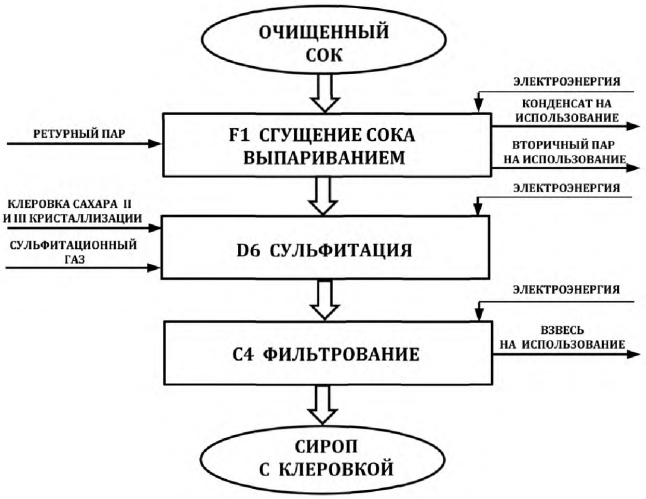

Рисунок 2.30 – Структурная блок-схема процесса сгущения очищенного сока

Основная информация о технологическом процессе сгущения очищенного сока представлена в таблице 2.12.

Таблица 2.12 – Информация о технологическом процессе сгущения очищенного сока

Входной поток	Этап процесса (подпроцесс)	Выходной поток	Основное технологическое оборудование	Эмиссии
1	2	3	4	5
очищенный сок; ретурный пар; электроэнергия	F1 Сгущение сока выпариванием	сироп; конденсат; вторичный пар	выпарной аппарат	в атмосферу: аммиак (NH_3); шум от работающего оборудования
сироп; клеровка сахара II и III кристаллизации; электроэнергия	D6 Сульфитация	сульфитированная смесь сиропа с клеровкой	аппарат сульфитации	в атмосферу: диоксид серы (SO_2)
сульфитированная смесь сиропа с клеровкой; электроэнергия	C4 Фильтрование	фильтрованная смесь сиропа с клеровкой; взвесь	фильтр	шум от работающего оборудования

Сгущение сока выпариванием (F1) до сиропа с содержанием сухих веществ 65-73 % осуществляется в выпарных установках и основано на принципе многократного использования теплоты греющего пара, в качестве которого применяют отработавший в турбине ретурный пар температурой 135 °С; при этом количество выпаренной воды составляет порядка 100 % к массе сахарной свеклы. Ретурный пар

поступает в паровую камеру только первого корпуса выпарной установки, каждый последующий корпус обогревается вторичным паром предшествующего корпуса, часть вторичного пара отбирают на другие технологические нужды для обогрева тепловой аппаратуры. Греющий пар конденсируется в воду и используется в качестве питательной воды паровых котлов ТЭЦ или технологических вод. Выпарная установка состоит из четырех корпусов выпарных аппаратов и концентратора или пяти, шести, семи корпусов выпарных аппаратов. Для сгущения сока используются выпарные аппараты с естественной или искусственной циркуляцией, прямоточно-пленочные. Подпроцесс сгущения сока выпариванием сопровождается выбросами в атмосферу аммиака.

Сульфитация (D6) сиропа в смеси с клеровкой сахаров II и III кристаллизации осуществляется в жидкостно-струйных аппаратах, где обрабатывается до pH_{20} 8,0-8,5 сульфитационным газом. Подпроцесс сульфитации сопровождается выбросами в атмосферу отработавшего газа, содержащего диоксид серы.

Фильтрование сиропа с клеровкой сахара II и III кристаллизации (C4) осуществляется на патронных или мешочных фильтрах – для удаления тонкодисперсных взвесей размером до 0,5-1 мкм. Взвесь после фильтрования используют далее в соответствии с технологической схемой завода.

Основное оборудование технологического процесса сгущения очищенного сока представлено в таблице 2.13.

Таблица 2.13 – Характеристика основного оборудования технологического процесса сгущения очищенного сока

Наименование оборудования	**Назначение оборудования**	**Существенные характеристики технологического оборудования[1)]**
Аппарат выпарной с естественной циркуляцией	Выпаривание воды из сока до содержания сухих веществ 65-73 %	Площадь поверхности нагрева – 1250-4870 $м^2$
Аппарат сульфитации жидкостно-струйный	Доведение pH смеси сиропа с клеровкой до 8,0-8,5	Производительность по свекле 1500-6000 т/сут
Фильтр патронный	Удаление из сиропа тонкодисперсных взвесей размером до 0,5-1 мкм	Площадь поверхности фильтрования 10-20 $м^2$; скорость фильтрования $0{,}26 \cdot 10^{-3} м^3/(м^2 \cdot с)$
Фильтр мешочный	Удаление из сиропа тонкодисперсных взвесей размером до 0,5-1 мкм	Производительность – 12 $м^3/ч$
[1)] Существенные характеристики технологического оборудования зависят от требуемой производительности линии и типа оборудования		

Кристаллизация сахарозы осуществляется в три ступени и включает следующие технологические подпроцессы: уваривание утфеля I кристаллизации, центрифугирование утфеля I кристаллизации, уваривание утфеля II кристаллизации, центрифугирование утфеля II кристаллизации, уваривание утфеля III кристаллизации,

дополнительная кристаллизация утфеля III кристаллизации охлаждением, центрифугирование утфеля III кристаллизации. Отдельные заводы извлекают сахар из мелассы методом ионообменной хроматографии с возвратом сахарного раствора на уваривание утфеля I кристаллизации. Структурная блок-схема процесса кристаллизации сахарозы и обессахаривания мелассы приведена на рисунке 2.31.

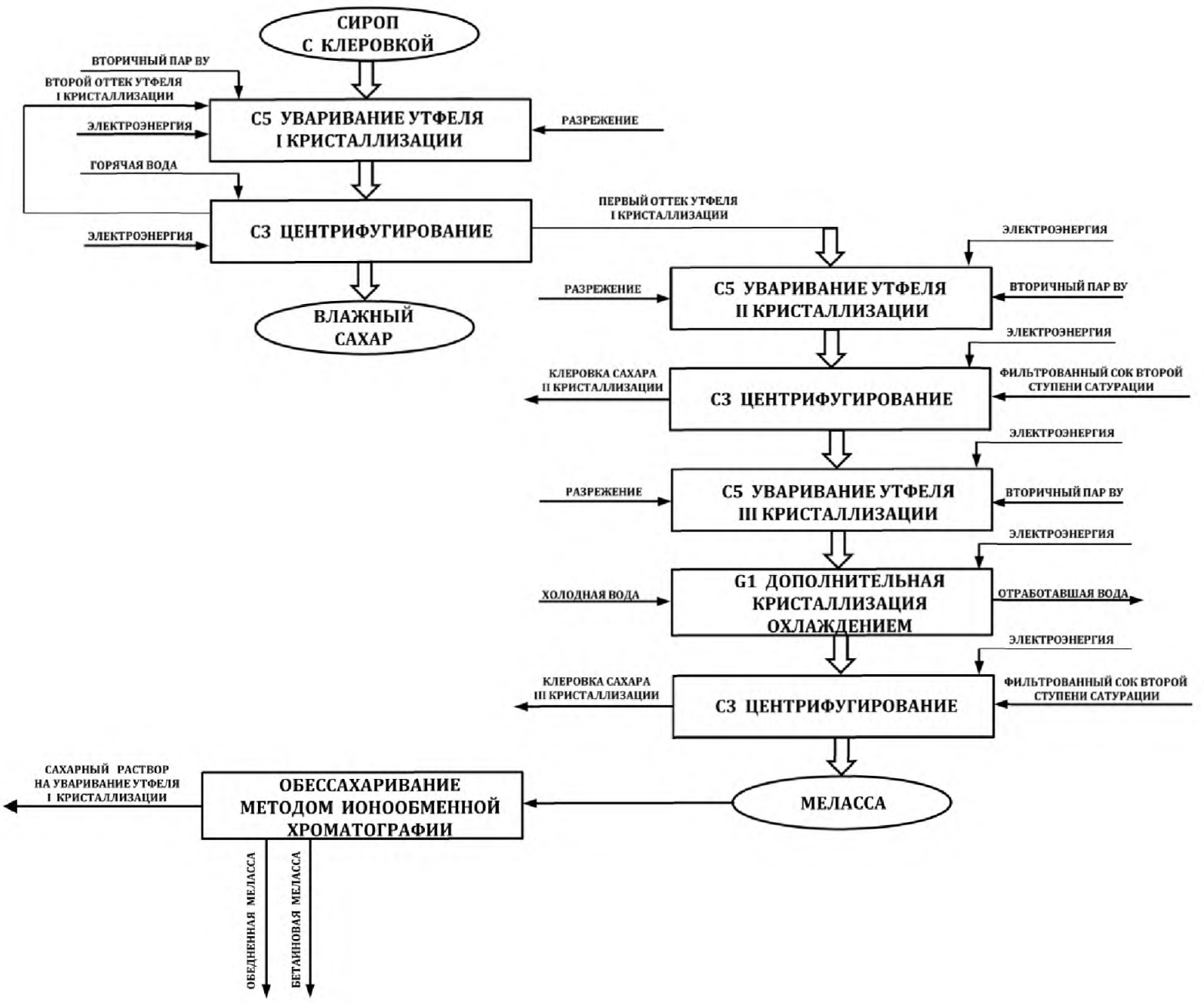

Рисунок 2.31 – Структурная блок-схема процесса кристаллизации сахарозы и обессахаривания мелассы

Основная информация о технологическом процессе кристаллизации сахарозы представлена в таблице 2.14.

Таблица 2.14 – Информация о технологическом процессе кристаллизации сахарозы

Входной поток	Этап процесса (подпроцесс)	Выходной поток	Основное технологическое оборудование	Эмиссии
1	2	3	4	5
- сироп с клеровкой; - второй оттек утфеля I кристаллизации; - вторичный пар выпарной установки; - разрежение; - электроэнергия	C5 Уваривание утфеля I кристалли-зации	- утфель I кристаллизации	- вакуум-аппарат	- шум от работающего оборудования
- утфель I кристаллизации; - горячая вода; - электроэнергия	C3 Центрифуги-рование утфеля I кристалли-зации	- влажный сахар; - первый оттек утфеля I кристаллизации; - второй оттек утфеля I кристаллизации	- центрифуга	- шум от работающего оборудования
- первый оттек утфеля I кристаллизации; - вторичный пар выпарной установки; - разрежение; - электроэнергия	C5 Уваривание утфеля II кристалли-зации	- утфель II кристаллизации	- вакуум-аппарат	- шум от работающего оборудования
- утфель II кристаллизации; - фильтрованный сок второй ступени сатурации; - электроэнергия	C3 Центрифугиро вание утфеля II кристал-лизации	- клеровка сахара II ступени кристаллизации; - оттек утфеля II кристаллизации	- центрифуга	- шум от работающего оборудования
- оттек утфеля II кристаллизации; - вторичный пар выпарной установки; - разрежение; - электроэнергия	C5 Уваривание утфеля III кристаллиза-ции	- утфель III кристаллизации	- вакуум-аппарат	- шум от работающего оборудования
- утфель III кристаллизации; - холодная вода	G1 Дополнитель-ная кристаллизац ия утфеля III кристаллиза-ции охлаждением	- утфель III кристаллизации; - отработавшая вода	- установка кристаллизационн ая	- шум от работающего оборудования
- утфель III кристаллизации; - фильтрованный сок второй ступени сатурации; - электроэнергия	C3 Центрифугиро вание утфеля III кристал-лизации	- клеровка сахара III ступени кристаллизации; - меласса	- центрифуга	- шум от работающего оборудования

Уваривание утфеля I кристаллизации (С5) осуществляется из сиропа и клеровки сахаров II и III кристаллизации, соединенных с сиропом при сульфитации, при температуре 72-78 °С и разрежении 0,08-0,09 МПа до содержания сухих веществ 92,0-92,5 %.

Цикл уваривания включает: сгущение сиропа в течение 20-30 мин. до содержания сухих веществ 82,0 %, что соответствует коэффициенту пересыщения 1,25-1,28; введение затравочного материала для образования центров кристаллизации; наращивание кристаллов сахара путем подачи новых порций сиропа с многократной циркуляцией утфеля в вакуум-аппарате при коэффициенте пересыщения 1,10-1,14; окончательное сгущение утфеля до заданного содержания сухих веществ без доступа в аппарат новых порций сахаросодержащего раствора. Эффект кристаллизации при уваривании утфеля I кристаллизации составляет 12-13 %. Для уваривания утфеля I кристаллизации используются вертикальные вакуум-аппараты периодического действия.

Центрифугирование утфеля I кристаллизации (С3) осуществляется в поле центробежных сил на центрифугах периодического действия с фактором разделения 1500-1600. При центрифугировании выделяются кристаллы сахара и два оттека: первый – в виде межкристального раствора с включением небольшого количества мелких кристаллов, второй – в виде раствора, содержащего часть межкристального раствора и полученного при промывке кристаллов водой или сахаросодержащим раствором.

Уваривание утфеля II кристаллизации С5) осуществляется аналогично из второго и первого оттеков утфеля I ступени кристаллизации при температуре кипения 65-76 °С и разрежении 0,08-0,09 МПа до содержания сухих веществ 92,0-93,0 %, причем введение затравочного материала для образования центров кристаллизации проводится при коэффициенте пересыщения 1,28-1,30, наращивание кристаллов – при коэффициенте пересыщения 1,12-1,15.

Эффект кристаллизации при уваривании утфеля II кристаллизации составляет 5-7 %. Для уваривания утфеля II кристаллизации используются вертикальные вакуум-аппараты периодического действия или непрерывно действующие горизонтальные вакуум-аппараты.

Центрифугирование утфеля II кристаллизации (С3) осуществляется в поле центробежных сил на непрерывно действующих центрифугах с фактором разделения 1500-1600. При центрифугировании выделяются кристаллы сахара II кристаллизации, которые непосредственно в центрифуге растворяются фильтрованным соком второй ступени сатурации до содержания сухих веществ 65,0-70,0 %, и оттек в виде межкристального раствора.

Уваривание утфеля III кристаллизации (С5) осуществляется аналогично из оттека утфеля II ступени кристаллизации при температуре кипения 60-72 °С и разрежении 0,08-0,09 МПа до содержания сухих веществ 94,0-95,0 %, причем введение затравочного материала для образования центров кристаллизации проводится при коэффициенте пересыщения 1,30-1,35, наращивание кристаллов – при коэффициенте пересыщения 1,20-1,25. Эффект кристаллизации при уваривании утфеля III кристаллизации составляет 10-12 %. Для уваривания утфеля I кристаллизации используются вертикальные вакуум-аппараты периодического действия.

Дополнительная кристаллизация утфеля III кристаллизации охлаждением (G1). Дополнительная кристаллизация утфеля III кристаллизации осуществляется при его постоянном перемешивании и охлаждении в течение 36 часов с 65-68 °С до 35-40 °С. Охлаждение утфеля осуществляется за счет присутствия в кристаллизаторах поверхности охлаждения, в которых циркулирует холодная вода, при соблюдении перепада температур между утфелем и охлаждающей водой и поддержании коэффициента пересыщения межкристального раствора не выше 1,25.

Эффект кристаллизации за счет дополнительного выкристаллизовывания сахарозы из межкристального раствора на кристаллах утфеля достигает 3-5 %.

Для дополнительной кристаллизации утфеля III кристаллизации охлаждением используются непрерывно действующие горизонтальные или вертикальные кристаллизационные установки.

Центрифугирование утфеля III кристаллизации (С3) осуществляется в поле центробежных сил на непрерывно действующих центрифугах с фактором разделения 1500-1600. Перед центрифугированием утфель III кристаллизации нагревается на 5-10 °С. При центрифугировании выделяются кристаллы сахара III кристаллизации, которые непосредственно в центрифуге растворяются фильтрованным соком второй ступени сатурации до содержания сухих веществ 65,0-70,0 %, и оттек – меласса. Меласса является товаром, полностью используемым в качестве сырья для пищевой, химической, фармацевтической, комбикормовой промышленностей и для технических целей.

Основное оборудование технологического процесса кристаллизации сахарозы представлено в таблице 2.15.

Таблица 2.15 – Характеристика основного оборудования технологического процесса кристаллизации сахарозы

Наименование оборудования	Назначение оборудования	Существенные характеристики технологического оборудования[1)]
Вертикальный вакуум-аппарат периодического действия	Кристаллизация сахарозы при кипении пересыщенных сахарных растворов под разрежением с образованием утфеля I кристаллизации	Поверхность нагрева – 85-550 м^2; масса сваренного утфеля за один раз – 15-80 т
Центрифуга периодического действия	Отделение кристаллов сахара от межкристального раствора утфеля I кристал-лизации под действием центробежных сил	Производительность по утфелю – 17-37,5 т/ч; установленная мощность –110-250 кВт
Вертикальный вакуум-аппарат периодического действия	Кристаллизация сахарозы при кипении пересыщенных сахарных растворов под разрежением с образованием утфеля II кристаллизации	Поверхность нагрева – 85-550 м^2; масса сваренного утфеля за один раз – 15-80 т

Продолжение таблицы 2.15

Наименование оборудования	Назначение оборудования	Существенные характеристики технологического оборудования1)
Центрифуга непрерывно действующая	Отделение кристаллов сахара от межкристального раствора утфеля I кристаллизации под действием центробежных сил	Производительность по утфелю – 15-46 т/ч; установленная мощность – 90-250 кВт
Вертикальный вакуум-аппарат периодического действия	Кристаллизация сахарозы при кипении пересыщенных сахарных растворов под разрежением с образованием утфеля III кристаллизации	Поверхность нагрева – 85-550 $м^2$; масса сваренного утфеля за один раз – 15-80 т
Вертикальная кристаллизационная установка	Дополнительная кристаллизация утфеля III кристаллизации охлаждением	Полезный объем – 150-400 $м^3$; площадь поверхности нагрева – 170-600 $м^2$
Центрифуга непрерывно действующая	Отделение кристаллов сахара от межкристального раствора утфеля I кристаллизации под действием центробежных сил	Производительность по утфелю – 15-46 т/ч установленная мощность –90-250 кВт
1) Существенные характеристики технологического оборудования зависят от требуемой производительности линии и типа оборудования		

Сушка и упаковка сахара включает следующие технологические подпроцессы: сушка кристаллов сахара, охлаждение кристаллов сахара; отделение ферромагнитных примесей; фасование и упаковка сахара, которые могут осуществляться непосредственно с технологической линии или после бестарного хранения сахара в силосах; очистка отработавшего воздуха.

Структурная блок-схема сушки и упаковки сахара приведена на рисунке 2.32.

Основная информация о технологическом процессе сушки и упаковки сахара представлена в таблице 2.16.

Сушка сахара (F2) осуществляется подогретым до температуры 90-110 °С предварительно очищенным от механических примесей воздухом, движущимся прямоточно движению сахара, с влажности сахара 0,8-1,2 % до нормативной влажности в зависимости от типа хранения: 0,15 % при хранении в потребительской или транспортной таре; 0,06 % при хранении бестарно в силосах. Для сушки сахара используют непрерывно-действующие барабанные аппараты и камерные с кипящим слоем. Подпроцесс сушки сахара сопровождается выбросами в атмосферу сахарной пыли.

Охлаждение сахара (G1) осуществляют предварительно очищенным от механических примесей воздухом температурой 15-20 °С, движущимся противоточно движению сахара, с температуры 50-55 °С до температуры 22-25 °С.

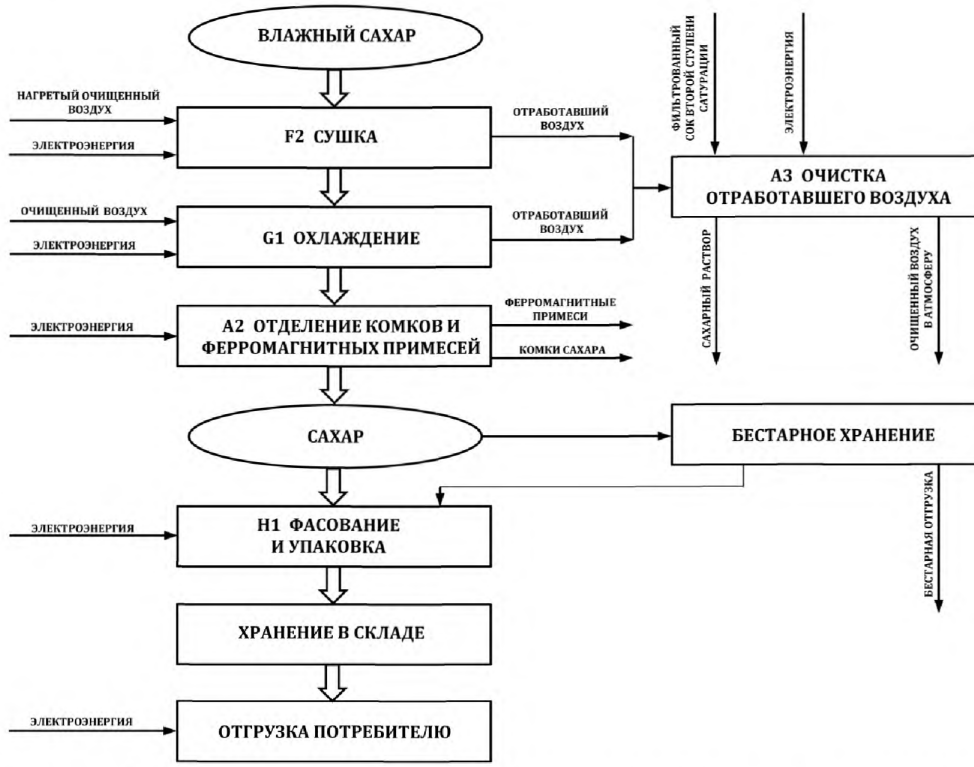

Рисунок 2.32 – Структурная блок-схема процесса сушки и упаковки сахара

Таблица 2.16 – Информация о технологическом процессе сушки и упаковки сахара

Входной поток	Этап процесса (подпроцесс)	Выходной поток	Основное технологическое оборудование	Эмиссии
1	2	3	4	5
- влажный сахар; - нагретый очищенный воздух; - электроэнергия	F2 Сушка сахара	- высушенный сахар; - отработавший воздух	- сушильный аппарат	- пыль сахара
- высушенный сахар; - очищенный воздух; - электроэнергия	G1 Охлаждение сахара	- охлажденный сахар; - отработавший воздух	- охладительный аппарат	- пыль сахара
- охлажденный сахар; - электроэнергия	А2 Отделение комков	- охлажденный сахар без комков; - комки	- комкоотделитель	- пыль сахара
- охлажденный сахар без комков; - электроэнергия	А2 Отделение ферромагнитных примесей	- охлажденный сахар без ферропримесей; - ферромагнитные примеси	- электромагнитный сепаратор	- пыль сахара; - ферромагнитные примеси
- охлажденный сахар без комков и ферропримесей; - электроэнергия	Н1 Фасование и упаковка в мешки	- упакованный сахар	- дозатор; - мешкозашивочная машина	- пыль сахара
- отработавший воздух; - фильтрованный сок второй ступени сатурации; - электроэнергия	А3 Очистка отработавшего воздуха	- очищенный воздух; - сахарный раствор	- вентилятор вытяжной; - скруббер	- пыль сахара; - шум от работающего оборудования

Для охлаждения сахара используют непрерывно-действующие единые сушильно-охладительные установки или специальные охладительные аппараты. Подпроцесс охлаждения сахара сопровождается выбросами в атмосферу сахарной пыли.

Отделение комков и ферромагнитных примесей (А2). Отделение комков осуществляют на сите комкоотделителя барабанного типа. Отделение ферромагнитных примесей осуществляют при прохождении конвейера со слоем сахара под подвесным электромагнитным сепаратором.

Фасование и упаковку (Н1) высушенного и охлажденного сахара заданными порциями осуществляют в мешки по 50, 25 кг; мягкие контейнеры – по 1 т; потребительскую тару: пакетики от 5 до 20 г, пакеты от 0,25 до 1 кг с последующей укладкой в транспортную тару до 20 кг: ящики из гофрированного картона, групповую упаковку из термоусадочной пленки или двух слоев бумаги. Для фасования сахара в мешки и мягкие контейнеры используют весовые дозаторы; для упаковки – мешкозашивочные машины; для фасования и упаковки в потребительскую тару: пакетики от 5 до 20 г, пакеты от 0,25 до 1 кг – фасовочные машины. Подпроцесс фасования и упаковки сахара сопровождается выбросами в атмосферу сахарной пыли.

Очистку отработавшего воздуха (А3) из сушильного и охладительного аппаратов осуществляют в одну или две ступени: в скрубберах или циклонах и скрубберах. В скрубберы в поток воздуха с сахарной пылью противотоком под давлением 0,3-0,4 МПа подают фильтрованный сок второй ступени сатурации в мелкодисперсном состоянии, что способствует улавливанию частичек сахарной пыли каплями сока, их осаждению и растворению в соке. Сахарный раствор с уловленной сахарной пылью используют далее в соответствии с технологической схемой завода. Очищенный воздух выводится в атмосферу. Подпроцесс очистки отработавшего воздуха сопровождается выбросами в атмосферу сахарной пыли.

Основное оборудование технологического процесса сушки и упаковки сахара представлено в таблице 2.17.

Таблица 2.17 – Характеристика основного оборудования технологического процесса сушки и упаковки сахара

Наименование оборудования	Назначение оборудования	Существенные характеристики технологического оборудования[1)]
Барабанный сушильный аппарат	Высушивание влажных кристаллов сахара	Производительность по сахару – 15,8-56,3 т/ч; установленная мощность – 30 кВт
Вертикальный вихревой охладительный аппарат	Охлаждение высушенных кристаллов сахара	Производительность – 50 т/ч
Электромагнитный сепаратор	Отделение от сахара ферромагнитных примесей	Толщина слоя сахара на ленте до 250 мм
Дозатор	Измерение количества сахара путем определения его массы и помещения в упаковку	Производительность – 3-10 уп./мин; установленная мощность – 1 кВт
Мешкозашивочная машина	Зашивание мешков с сахаром	Производительность – 500 меш./ч
Вентилятор вытяжной	Удаление отработавшего воздуха в атмосферу	Производительность – 40 м^3/ч; установленная мощность – 45 кВт
Скруббер	Улавливание сахарной пыли из отработавшего воздуха	Производительность по воздуху – 50000 м^3/ч

[1)] Существенные характеристики технологического оборудования зависят от требуемой производительности линии и типа оборудования

Получение известкового молока и сатурационного газа включает следующие технологические подпроцессы: обжиг известнякового камня, гашение обожженной извести, отделение от известкового молока примесей; очистка печного газа.

Структурная блок-схема процесса получения известкового молока и сатурационного газа приведена на рисунке 2.33.

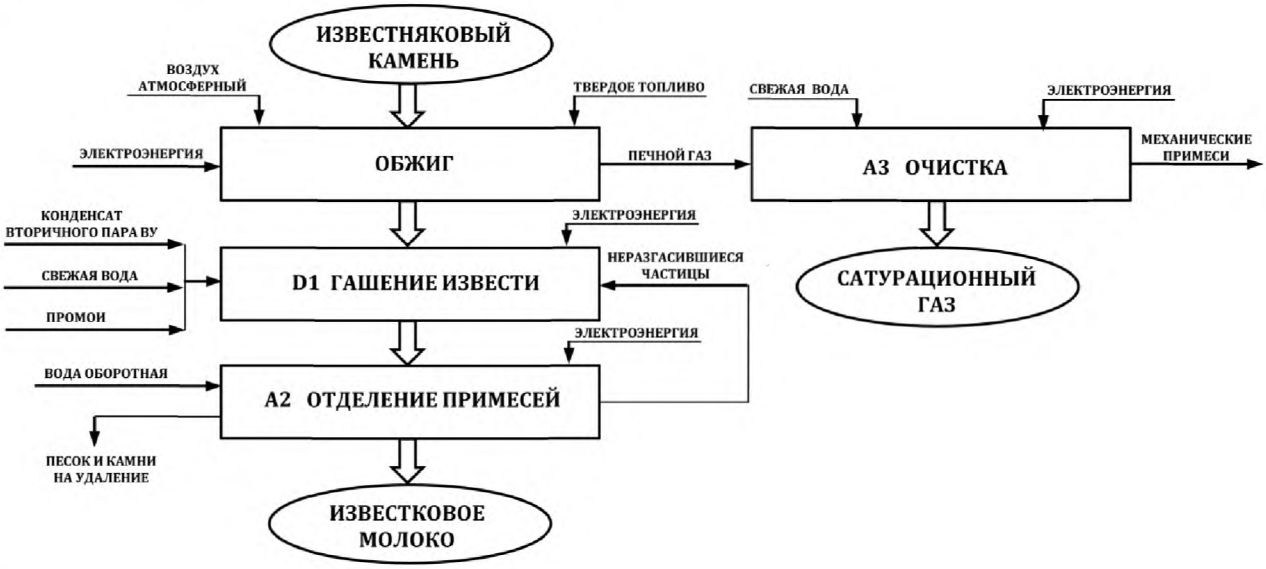

Рисунок 2.33 – Структурная блок-схема процесса получения известкового молока и сатурационного газа

Основная информация о технологическом процессе получения известкового молока и сатурационного газа представлена в таблице 2.18.

Таблица 2.18 – Информация о технологическом процессе получения известкового молока и сатурационного газа

Входной поток	Этап процесса (подпроцесс)	Выходной поток	Основное технологическое оборудование	Эмиссии
1	2	3	4	5
- известняковый камень; - твердое топливо; - атмосферный воздух; - электроэнергия	Обжиг	- обожженная известь; - печной газ	- печь известняково-обжигательная	- в атмосферу: углерода оксид, азота оксид, азота диоксид; - кальций оксид (негашеная известь); - взвешенные вещества; - шум от работающего оборудования
- обожженная известь; - конденсат вторичного пара выпарной установки; - промои; - свежая вода; - электроэнергия	D1 Гашение извести	- известковое молоко с примесями	- аппарат известегасильный	- шум от работающего оборудования; - пары гидратированной извести

Продолжение таблицы 2.18

Входной поток	Этап процесса (подпроцесс)	Выходной поток	Основное технологическое оборудование	Эмиссии
1	2	3	4	5
- известковое молоко с примесями; - оборотная вода; - электроэнергия	А2 Отделение примесей	- известковое молоко	- гидроциклон	- неразгасившиеся частицы извести; - камни, песок; - шум от работающего оборудования
- печной газ; - свежая вода; - электроэнергия	А3 Очистка печного газа	- сатурационный газ	- ловушка циклонного типа; - газопромыватель; - каплеулавливатель	- механические примеси; - шум от работающего оборудования

Обжиг известнякового камня осуществляется в противотоке движущихся шихты, представляющей собой смесь известнякового камня и топлива в массовом соотношении (10-12):1, и воздуха. Для обжига используется известняковый камень размером 80-180 мм, в качестве топлива – кокс или антрацит класса АК и АО с теплотворной способностью 28-33 МДж/кг.

Процесс осуществляется в непрерывно действующих шахтных известняково-обжигательных печах последовательно в трех зонах: верхней – подогрева шихты до температуры 900 °С, средней – обжига известняка при температуре 1150-1250 °С, нижней – охлаждения извести до температуры 80 °С. В результате образуются: обожженная известь в виде кусков размером 20-50 мм и печной газ, содержащий в своем составе 32-36 % CO_2 и продукты горения, пыль известняка и топлива. Подпроцесс обжига известнякового камня сопровождается выбросами загрязняющих веществ в атмосферу: углерода оксида; азота оксида; азота диоксида; взвешенных веществ.

Гашение извести (D1). Гашение обожженной извести осуществляется при соединении с водой температурой 80-90 °С в соотношении 1:0,62 в течение 10-12 мин. Для гашения обожженной извести используется сахаросодержащий промой, образующийся при обессахаривании фильтрационного осадка с содержанием сухих веществ не более 1,0 % или конденсат вторичного пара выпарной установки. В результате экзотермической реакции образуется рыхлая масса – гашеная известь. Гашеная известь разбавляется водой в соотношении 1:5,3 до плотности 1,18-1,20 г/см^3 с получением известкового молока. Гашение обожженной извести осуществляется в известегасильных аппаратах непрерывного действия. Подпроцесс гашения извести сопровождается выбросами паров гидратированной извести.

Отделение примесей (А2). Известковое молоко, представляющее собой суспензию гидроксида кальция, содержит примеси песка и пескообразного известкового осадка. Для отделения механических примесей с размером частиц более 1,2 мм используются сита вибрационные, для отделения более мелких частиц размером 1,2-0,3 мм – гидроциклоны. Неразгасившиеся частицы извести из гидроциклонов возвращаются в известегасильный аппарат.

Отделенные от известкового молока камни и песок собираются для последующего транспортирования на объекты размещения отходов.

Очистка печного газа (А3). Очистка печного газа от примесей организована в несколько этапов: отделение мелких механических примесей (обеспыливание), окончательная очистка (промывка водой и охлаждение до температуры 30-40 °С), дополнительная осушка. Для отделения мелких механических примесей используются ловушки циклонного типа; для окончательной очистки – газопромыватели; для дополнительной осушки печного газа – каплеулавливатели. Очищенный и охлажденный печной газ, содержащий по объему до 40 % CO_2, называется сатурационным газом и используется в процессе очистки диффузионного сока. Отделенные механические примеси собираются для последующего транспортирования на объекты размещения отходов.

Основное оборудование технологических процессов получения известкового молока и сатурационного газа представлено в таблице 2.19.

Таблица 2.19 – Характеристика основного оборудования технологических процессов получения известкового молока и сатурационного газа

Наименование оборудования	**Назначение Оборудования**	**Существенные характеристики технологического оборудования[1)]**
Печь известняково-обжигательная шахтная	Обжиг известнякового камня	Производительность по CaO – 80-150 т/сут.; производительность по сатурационному газу – 8000-15000 м^3/ч; удельный расход топлива на 1 т CaO – 129-145 кг
Аппарат известегасильный барабанного типа	Гашение извести	Производительность по CaO – 75-180 т/сут.; установленная мощность – 12-15 кВт
Сито вибрационное	Очистка известкового молока от примесей	Производительность по известковому молоку 30-40 м^3/ч
Гидроциклон	Очистка известкового молока от примесей	Производительность по известковому молоку с плотностью 1,19 т/м^3 – 7,5-36 м^3/ч
Ловушка циклонного типа	Очистка печного газа от примесей	Производительность установки по печному газу – 10000 м^3/ч
Газопромыватель	Окончательная очистка печного газа от примесей, отделение воды и охлаждение	Вместимость – 20 м^3
Каплеулавливатель	Дополнительная осушка печного газа	Диаметр 600 мм
[1)] Существенные характеристики технологического оборудования зависят от требуемой производительности линии и типа оборудования		

Производственные сточные воды сахарных заводов формируются как смесь стоков с локальных участков и включают транспортерно-моечный и фильтрационный осадки, осадок от очистки мелассы при ее обессахаривании методом ионообменной хроматографии, лаверную и жомопрессовую воды, жомокислые воды, излишки некоторых оборотных вод; они содержат органические соединения (по БПК и ХПК), взвешенные вещества, аммонийный азот, хлориды, сульфаты, фосфаты, нефтепродукты, сухой остаток, азот нитратов и азот нитритов.

Очистка производственных сточных вод сахарных заводов осуществляется на полях фильтрации – участках земли, выделенных для естественной биологической очистки сточных вод путем их испарения с водной поверхности и фильтрации в грунт.

Основная информация о технологическом процессе очистки сточных вод представлена в таблице 2.20.

Таблица 2.20 – Информация о технологическом процессе очистки сточных вод

Входной поток	Этап процесса (подпроцесс)	Выходной поток	Основное технологическое оборудование	Эмиссии
1	2	3	4	5
сточная вода; электроэнергия	отстаивание	осветленная сточная вода; осадок взвесей земляного отстойника	земляной отстойник	взвешенные вещества;
осветленная сточная вода	испарение и фильтрация в грунт	испаряющаяся вода в атмосферу; осадок после испарения воды и минерализации органических веществ в почве	карты полей фильтрации	пары испаряющейся воды; запах

Во время фильтрации в грунт органические соединения сточных вод при участии разнообразных организмов, содержащихся в почве (бактерий, грибов, водорослей, простейших, червей и членистоногих), окисляются. Наиболее интенсивная минерализация органических веществ происходит в слое 20-30 см. Распад органических загрязнений заканчивается процессами нитрификации (превращение органического азота в нитраты) и денитрификации с образованием азота и CO_2.

В состав полей фильтрации производственных сточных вод входят земляные отстойники, пруд-накопитель (может отсутствовать в зависимости от проекта), фильтрационные карты полей фильтрации, межкартовые, охранные и распределительные валы, водовыпуски.

Схема полей фильтрации показана на рисунке 2.34.

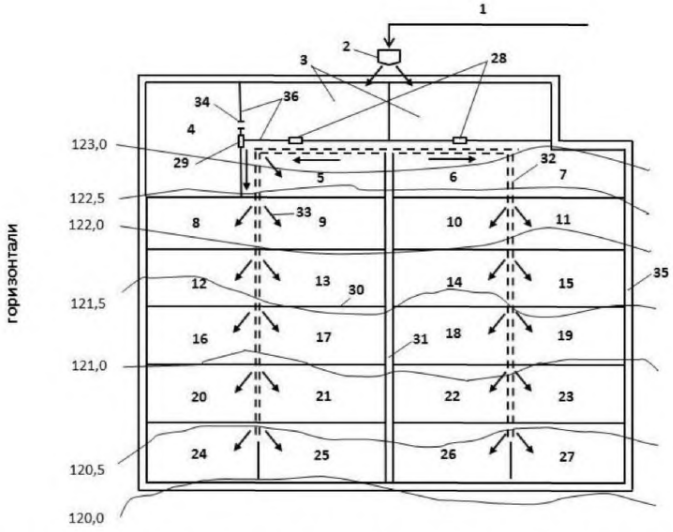

Рисунок 2.34 – Схема полей фильтрации сахарного завода:
1 – напорный трубопровод производственных сточных вод; 2 – камера переключения; 3 – земляные отстойники; 4 – пруд-накопитель; 5-27 – карты полей фильтрации; 28 – водовыпуск из земляного отстойника на карты полей фильтрации; 29 – водовыпуск из пруда-накопителя в карты полей фильтрации, 30 – межкартовый вал; 31 – вал с дорогой и съездами; 32 – распределительный вал с лотками; 33 – водовыпуски на карты; 34 – верховой водовыпуск из земляного отстойника в пруд-накопитель; 35 – охранный вал, 36 – вал пруда-накопителя и земляного отстойника

Земляные отстойники представляют собой открытые земляные котлованы глубиной 5-8 м, объемом 10-80 тыс. м^3, оборудованные железобетонными трубчатыми водовыпусками и огражденные земляными валами. Земляные отстойники могут включать секции для двухступенчатого отстаивания сточных вод, которые оборудуются водовыпусками и переливами для последовательной и параллельной работы. В практике работы обычно применяют два земляных отстойника.

Пруд-накопитель представляет собой открытый земляной котлован глубиной 2-4 м, огражденный земляными охранными валами, служащий буферной емкостью между земляным отстойником и картами полей фильтрации. При необходимости часть сточных вод из земляного отстойника направляют в пруд-накопитель, откуда вода поступает на карты полей фильтрации после окончания производственного сезона.

Фильтрационные карты полей фильтрации – открытые земельные участки, которые располагаются горизонтально или с небольшим уклоном, разделяются по периметру земляными межкартовыми валами и оборудуются специальными распределительными валами с лотками, на которых через каждые 30-50 м устанавливаются водовыпуски в выводную борозду карты. Размеры карт полей фильтрации зависят от рельефа местности, общей рабочей площади полей, способа обработки грунта, количества и качества очищаемой сточной воды. Обычно площадь

одной карты составляет 1,0-1,5 га.

Для предотвращения переливов с полей фильтрации предусматриваются охранные валы, ограждающие всю площадь полей фильтрации. Ширина вала по верху до 8 м, высота 1 м, откос 1:1,5.

Производственные сточные воды по напорному трубопроводу через камеру переключения поступают в земляной отстойник для осаждения мелкодисперсных взвесей, которые под действием сил гравитации опускаются на дно. Продолжительность отстаивания сточных вод перед поступлением их на карты полей фильтрации 30 минут и более, степень механической очистки сточных вод по взвешенным веществам 50-60 %. Осветленная вода из земляного отстойника поступает на распределительный вал с лотками и распределяется последовательно через водовыпуски на карты полей фильтрации слоем не более 0,4 м, где происходит ее испарение и фильтрация через слой почвы.

Очистка земляных отстойников, прудов-накопителей и карт полей фильтрации от осадка производится в весенне-летние месяцы, затем карты полей фильтрации распахиваются.

Основное оборудование технологического процесса очистки сточных вод представлено в таблице 2.21.

Таблица 2.21 – Характеристика основного оборудования технологического процесса очистки сточных вод

Наименование оборудования	**Назначение Оборудования**	**Существенные характеристики технологического оборудования[1)]**
Поля фильтрации	Очистка сточных вод путем испарения с поверхности и фильтрации через грунт	Земляные отстойники глубиной 5-8 м и общим объемом 10-80 тыс. $м^3$; карты полей фильтрации общим объемом 0,6-1,0 млн $м^3$
[1)] Существенные характеристики технологического оборудования зависят от требуемой производительности линии и типа оборудования		

2.2.4.1.2 Производство сахара из тростникового сахара-сырца

В отечественной практике сахар из тростникового сахара-сырца получают на специализированных заводах или на свеклосахарных заводах в межсезонный период, максимально адаптируя их технологическую линию под данное сырье.

Отличие технологий производства сахара из тростникового сахара-сырца от технологий производства сахара из сахарной свеклы обусловлено физико-химическими свойствами и состоянием сырья, а именно тем, что сахарная свекла – растительное сырье, сахароза в котором находится в растворенном состоянии в клетках ткани; тростниковый сахар-сырец – вторичное сырье, полуфабрикат, представляющий собой кристаллы сахарозы с пленкой межкристального раствора.

Отличия технологии производства сахара из тростникового сахара-сырца на специализированном заводе и свеклосахарных заводах состоят в следующем.

На специализированном заводе применяется процесс аффинации тростникового сахара-сырца, т.е. замены пленки межкристального раствора на пленку раствора более высокой чистоты, в качестве которого применяется первый оттек утфеля I кристаллизации. Затем аффинированный тростниковый сахар-сырец растворяют, получая клеровку, очищают известью и сатурационным газом, направляют на кристаллизацию.

На свеклосахарных заводах, где технологическая линия адаптируется под другое сырье, процесс аффинации не применяется, а проводится растворение тростникового сахара-сырца с образованием клеровки, смешивание с частью первого оттека утфеля I кристаллизации для доведения до чистоты, соответствующей чистоте сиропа свеклосахарного производства, направление на очистку известью и сатурационным газом и кристаллизацию.

Мощность специализированного завода устанавливается в тоннах переработки сахара-сырца в сутки, а технологической линии адаптированного свеклосахарного завода – с пересчетом мощности по переработке сахарной свеклы на переработку сахара-сырца с коэффициентом около 0,17-0,20.

Производство кристаллического белого сахара из тростникового сахара-сырца на линии свеклосахарного завода основано на последовательно выполняемых основных технологических операциях и включает следующие этапы: получение клеровки тростникового сахара-сырца; очистку клеровки тростникового сахара-сырца; кристаллизацию сахарозы; сушку и упаковку сахара. Кроме того, используются вспомогательные потоки получения известкового молока и сатурационного газа.

Структурная блок-схема производства сахара из тростникового сахара-сырца приведена на рисунке 2.35.

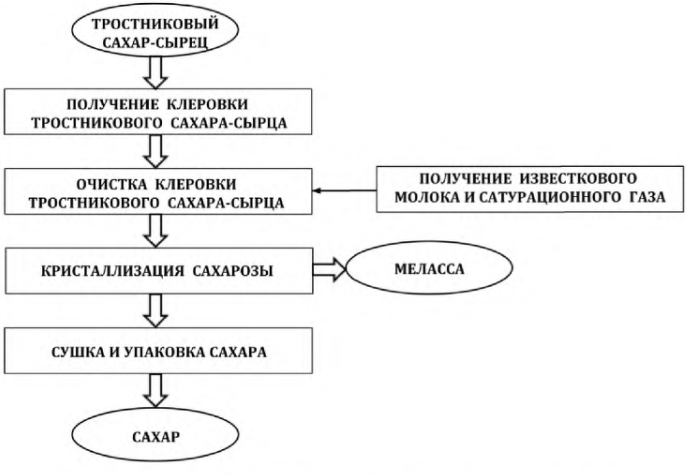

Рисунок 2.35 – Структурная блок-схема производства сахара из тростникового сахара-сырца

Получение клеровки тростникового сахара-сырца включает следующие технологические подпроцессы: подачу в переработку тростникового сахара-сырца, отделение ферромагнитных примесей, растворение тростникового сахара-сырца, отделение посторонних примесей от клеровки.

Структурная блок-схема процесса получения клеровки тростникового сахара-сырца приведена на рисунке 2.36.

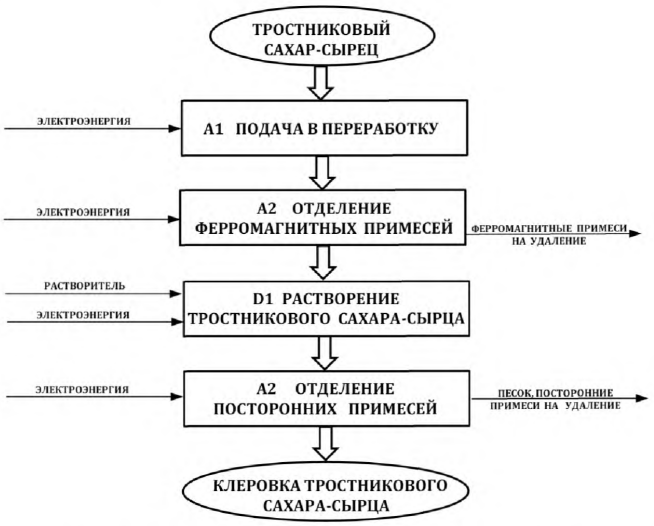

Рисунок 2.36 – Структурная блок-схема процесса получения клеровки тростникового сахара-сырца

Основная информация о технологическом процессе получения клеровки тростникового сахара-сырца представлена в таблице 2.22.

Таблица 2.22 – Информация о технологическом процессе получения клеровки тростникового сахара-сырца

Входной поток	Этап процесса (подпроцесс)	Выходной поток	Основное технологическое оборудование	Эмиссии
- тростниковый сахар-сырец; - электроэнергия	A1 Подача в переработку тростникового сахара-сырца	- тростниковый сахар-сырец	- конвейеры ленточные	- шум от работающего оборудования
- тростниковый сахар-сырец; - электроэнергия	A2 Отделение ферромагнитных примесей	- тростниковый сахар-сырец без ферромагнитных примесей	-электромагнитный сепаратор	- ферромагнитные примеси
- тростниковый сахар-сырец; - электроэнергия; - растворитель	D1 Растворение тростникового сахара-сырца	- клеровка тростникового сахара-сырца	- клеровочная мешалка	- шум от работающего оборудования
- клеровка тростникового сахара-сырца	A2 Отделение посторонних примесей	- клеровка тростникового сахара-сырца	- песколовушка	- песок, посторонние примеси

Подача в переработку тростникового сахара-сырца (A1). Тростниковый сахар-сырец, доставленный на завод железнодорожным транспортом, направляется на

хранение насыпью в закрытые отапливаемые и неотапливаемые склады. Со склада подачу тростникового сахара-сырца в переработку осуществляют ленточными конвейерами (горизонтальными и наклонными).

Отделение ферромагнитных примесей (А2). Тростниковый сахар-сырец, поступающий в переработку, содержит ферромагнитные включения, которые удаляются при прохождении конвейера со слоем сахара под электромагнитным сепаратором.

Растворение тростникового сахара-сырца (D1). Растворение тростникового сахара-сырца производится нагретым до температуры 95-97 °С, подготовленным путем доведения pH до 9,0-9,5 образовавшимся при обессахаривании фильтрационного осадка промоем. Растворение ведут в непрерывном режиме при прямоточном или противоточном движении продуктов в течение 7-10 мин., с доведением сухих веществ раствора до 55-60 %, pH_{20} до 7,2-7,5. Для растворения тростникового сахара-сырца используются клеровочные аппараты с мешалками горизонтального типа.

Отделение посторонних примесей (А2). Клеровка, полученная при растворении тростникового сахара-сырца, содержит песок, посторонние примеси, которые отделяют от раствора клеровки на сите переливного кармана клеровочного аппарата и в песколовушке. Уловленные примеси собираются для последующего транспортирования на объекты размещения отходов.

Основное оборудование технологического процесса получения клеровки тростникового сахара-сырца представлено в таблице 2.23.

Таблица 2.23 – Характеристика основного оборудования технологического процесса получения клеровки тростникового сахара-сырца

Наименование оборудования	Назначение Оборудования	Существенные характеристики технологического оборудования[1)]
Конвейер ленточный	Транспортирование тростникового сахара-сырца в переработку	Угол наклонной части – 0-18°; скорость движения – 0,8-2 м/с; ширина ленты 500-1200 мм; установленная мощность – 7,5 кВт.
Электромагнитный сепаратор	Отделение ферромагнитных примесей	Толщина слоя на ленте до 250 мм
Клеровочный аппарат с мешалкой	Растворение кристаллов тростникового сахара-сырца	Полезный объем – 5-60 $м^3$; установленная мощность – 5-15 кВт
Песколовушка	Отделение от раствора клеровки тростникового сахара-сырца песка	Вместимость – 1,7 $м^3$; установленная мощность – 1,5 кВт
[1)] Существенные характеристики технологического оборудования зависят от требуемой производительности линии		

Для очистки клеровки тростникового сахара-сырца вначале получают смешанную клеровку как совокупность клеровки тростникового сахара-сырца, части первого оттека утфеля I кристаллизации и клеровки сахара III кристаллизации. Эта

поликомпонентная система содержит наряду с сахарозой несахара, представленные коллоидами, редуцирующими и красящими веществами, аминокислотами, органическими и неорганическими кислотами, восками и т.д.

Технология очистки смешанной клеровки тростникового сахара-сырца основана на последовательной обработке ее известью и диоксидом углерода с выводом образующегося осадка и включает следующую совокупность технологических подпроцессов: получение смешанной клеровки, дефекацию, двухступенчатую сатурацию, сульфитацию, фильтрование клеровки.

Структурная блок-схема процесса очистки клеровки тростникового сахара-сырца приведена на рисунке 2.37.

Получение смешанной клеровки тростникового сахара-сырца (B2). К клеровке тростникового сахара-сырца, очищенной от посторонних примесей, добавляют клеровку сахара III кристаллизации и часть первого оттека утфеля I кристаллизации, образуя смешанную клеровку. В сборник-смеситель или непосредственно перед дефекатором добавляют известь в виде известкового молока в количестве 1,5-3,0 % CaO, обеспечивающем при заданном эффекте обесцвечивания цветность очищенной клеровки, позволяющую получить сахар стандартного качества.

Дефекация (D7). На дефекации под действием извести при температуре 83-85 ^{o}C, щелочности клеровки от 0,5 до 1,3 CaO в течение 5-7 мин. при перемешивании раствора протекают процессы разложения редуцирующих веществ, амидов кислот, омыление восков. В качестве дефекатора используют дефекатор горячей ступени свеклосахарного производства.

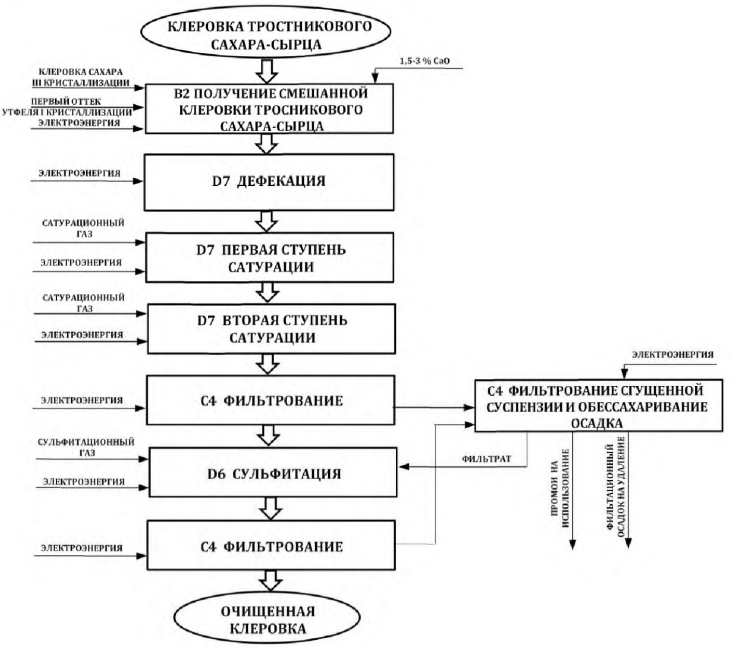

Рисунок 2.37 – Структурная блок-схема процесса очистки клеровки тростникового сахара-сырца

Основная информация о технологическом процессе очистки клеровки тростникового сахара-сырца представлена в таблице 2.24.

Таблица 2.24 – Информация о технологическом процессе очистки клеровки тростникового сахара-сырца

Входной поток	Этап процесса (подпроцесс)	Выходной поток	Основное технологическое оборудование	Эмиссии
1	2	3	4	5
- клеровка тростникового сахара-сырца; - клеровка сахара III кристаллизации; - первый оттек утфеля I кристаллизации; - известковое молоко; - электроэнергия	B2 Получение смешанной клеровки тростникового сахара-сырца	- смешанная клеровка тростникового сахара-сырца	- сборник-смеситель	- шум от работающего оборудования
- смешанная клеровка тростникового сахара-сырца; - электроэнергия	D7 Дефекация	- дефекованная клеровка	- дефекатор	- шум от работающего оборудования
- дефекованная клеровка; - сатурационный газ; - электроэнергия	D7 Первая ступень сатурации	- сатурированная клеровка тростникового сахара-сырца со степенью карбонизации 60 %	- сатуратор	- в атмосферу: диоксид углерода (CO_2), оксид углерода (CO); - шум от работающего оборудования
- сатурированная клеровка; - сатурационный газ; - электроэнергия	D7 Вторая ступень сатурации	- отсатурированная клеровка тростникового сахара-сырца	- сатуратор	- в атмосферу: диоксид углерода (CO_2), оксид углерода (CO); - шум от работающего оборудования
- отсатурированная клеровка тростникового сахара-сырца; - электроэнергия	C4 Фильтрование	- отфильтрованная клеровка тростникового сахара-сырца	- фильтр	- шум от работающего оборудования
- фильтрат; - электроэнергия	C4 Фильтрование и обессахаривание осадка	- отфильтрованная клеровка тростникового сахара-сырца	- фильтр	- фильтрационный осадок; - шум от работающего оборудования
- отфильтрованная клеровка тростникового сахара-сырца; - электроэнергия	D6 Сульфитация	- сульфитированная клеровка тростникового сахара-сырца	- сульфитатор	- в атмосферу: диоксид серы (SO_2)
- отсульфитированная клеровка тростникового сахара-сырца; - электроэнергия	C4 Фильтрование	- отфильтрованная клеровка тростникового сахара-сырца	- фильтр	- шум от работающего оборудования

Первая ступень сатурации (D7) проводится после дефекации сатурационным газом, содержащим 32-36 % CO_2, для образования в растворе осадка карбоната кальция и адсорбции на его поверхности несахаров. Сатурирование осуществляют при многократной принудительной циркуляции клеровки по внешнему контуру сатуратора в 5-7-кратном объеме в течение 8-10 мин. Степень карбонизации клеровки на первой ступени выдерживают 60 %, с доведением щелочности по фенолфталеину до 0,07-0,098 % CaO и pH_{20} 10,2-10,5. Используются сатураторы первой ступени свеклосахарного производства. Подпроцесс сатурации сопровождается выбросами в атмосферу отработавшего газа, содержащего диоксид углерода, оксид углерода, диоксид серы, оксиды азота, аммиак.

Вторая ступень сатурации (D7) проводится после первой ступени в течение 10 мин. с доведением щелочности до 0,01-0,015 % CaO и pH_{20} 8,3-8,5. В качестве сатуратора используют сатуратор второй ступени сатурации свеклосахарного производства. Подпроцесс сатурации сопровождается выбросами в атмосферу отработавшего газа, содержащего диоксид углерода, оксид углерода, диоксид серы, оксиды азота, аммиак.

Фильтрование (C4). Отсатурированная клеровка представляет собой суспензию, содержащую примерно 2-3 % твердой фазы, которую отделяют путем фильтрования, осуществляемого в две ступени: 1 ступень – сгущение осадка до плотности 1,18-1,24 г/см^3, содержащего 400-500 г/дм^3 твердой фазы, 2 ступень – фильтрование сгущенной суспензии с последующим обессахариванием осадка горячей водой до остаточного содержания сахарозы в нем около 0,02-0,06 % к массе сахара-сырца. Для фильтрования очищенной клеровки используются патронные или дисковые фильтры.

Фильтрование сгущенной суспензии и обессахаривание осадка (C4) осуществляется на вакуумных фильтрах или камерных фильтр-прессах. В зависимости от вида фильтрационного оборудования выделенный осадок содержит 50 % сухих веществ (вакуум-фильтры) или 70-75 % СВ (камерные фильтр-прессы), в его состав входит 92 % $CaCO_3$, до 7% органических несахаров и около 1 % минеральных. Данный осадок называется фильтрационным осадком, выводится из технологической линии для использования в качестве мелиоранта.

Сульфитация (D6) отфильтрованной клеровки тростникового сахара-сырца проводится сульфитационным газом, содержащим диоксид серы SO_2 и воздух в соотношении 1:(7-8), охлажденным до температуры 40-50 °С, для уменьшения интенсивности образования красящих веществ; процесс ведут до pH_{20} среды – 7,5-7,7. Сульфитацию осуществляют в жидкостно-струйных аппаратах. Подпроцесс сульфитации сопровождается выбросами в атмосферу отработавшего газа, содержащего диоксид серы.

Фильтрование сульфитированной клеровки (C4). Сульфитированная клеровка содержит взвешенные частицы нерастворимых солей кальция, которые отделяют фильтрованием на листовых или патронных фильтрах.

Основное оборудование технологического процесса получения клеровки тростникового сахара-сырца представлено в таблице 2.25.

Таблица 2.25 – Характеристика основного оборудования технологического процесса очистки тростникового сахара-сырца

Наименование оборудования	Назначение Оборудования	Существенные характеристики технологического оборудования[1)]
Аппарат дефекации вертикальный	Протекание реакций разложения редуцирующих веществ, амидов кислот, омыления восков	Полезная вместимость 12,5-68,0 м^3; установленная мощность – 10-55 кВт
Аппарат барботерный первой ступени сатурации	Протекание реакций образования осадка карбоната кальция и адсорбции на его поверхности несахаров	Полезная вместимость 36-80 м^3; установленная мощность – 0,75-1,0 кВт
Аппарат барботерный второй ступени сатурации	Протекание реакций образования осадка карбоната кальция и адсорбции на его поверхности несахаров	Полезная вместимость 36-80 м^3; установленная мощность – 0,75-1,0 кВт
Фильтр патронный	Разделение суспензии отсатурированной клеровки	Площадь поверхности фильтрования 10-20 м^2; скорость фильтрования $0{,}26 \cdot 10^{-3}$ м^3/(м^2·с)
Камерный фильтр-пресс	Разделение сгущенной суспензии отсатурированной клеровки	Площадь поверхности фильтрования 128 м^2; установленная мощность – 8-13 кВт
Аппарат сульфитации жидкостно-струйный	Доведение свободных сульфитов в клеровке до уровня 0,003-0,005 % SO_2	Полезная вместимость 1,6-2 м^3
Фильтр патронный	Разделение суспензии сульфитированной клеровки	Площадь поверхности фильтрования 10-20 м^2; скорость фильтрования $0{,}26 \cdot 10^{-3}$ м^3/(м^2·с)
[1)] Существенные характеристики технологического оборудования зависят от требуемой производительности линии и типа оборудования		

Кристаллизация сахарозы, сушка и упаковка сахара, получение известкового молока и сатурационного газа, очистка сточных вод осуществляются аналогично описанному в разделе 2.2.4.1.1.

Производственные сточные воды при переработке тростникового сахара-сырца отличаются от производственных сточных вод при переработке сахарной свеклы составом и объемом; включают лаверные воды и разбавленный фильтрационный осадок, если он выводится во влажном виде на вакуумных фильтрах.

Раздел 3 Текущие уровни эмиссии в окружающую среду

3.1 Общая информация об уровнях эмиссий в окружающую среду при производстве продуктов питания

В производстве продуктов питания используется энергия, вода и химические вещества, на выходе производственных процессов образуются газообразные, твердые или жидкие продукты. Они могут оказывать вредное воздействие на окружающую среду, их появление может быть вызвано неэффективным использованием материалов или применением неадекватных процессов.

Данный раздел также содержит информацию о веществах на выходе, которые не являются основными конечными продуктами и не удаляются как отходы. В отраслях пищевой промышленности существует различие между основными продуктами, сопутствующими продуктами, побочными продуктами, возвращенными продуктами и отходами. Обычно основной продукт обладает наибольшей экономической ценностью.

Сопутствующий продукт – это продукт, намеренно или неизбежно образующийся в одном и том же процессе и в то же самое время, что и основной продукт. Как основной продукт, так и сопутствующий продукт могут соответствовать техническим требованиям или разработке, а по отдельности каждый из них пригоден для непосредственного использования с определенной целью. Например, в производстве продуктов питания некоторые сопутствующие продукты – это плодовое пюре, свекловичный жом, меласса.

Соапстоки, отходы дезодорации, жировые погоны, отходы дистилляции и растительных жиров являются сопутствующим продуктом и сырьем для мыловаренного производства. Шрот, фосфатидный концентрат являются сопутствующим продуктом и могут использоваться в дальнейшем как сырье для производства кормов и пр. Лузга является сопутствующим продуктом и может использоваться в дальнейшем как топливо [11, 15, 16, 41, 43].

Побочный продукт – это остаточный материал, который возникает во время производства продукта. Его можно использовать в качестве эффективного заменителя продукта или в качестве ингредиента в другом производственном процессе для создания иного продукта, например, ил и остатки на фильтре после фильтрования.

Возвращенные продукты – продукты, возвращенные из розничных или оптовых магазинов, поскольку они не соответствуют необходимым нормативам или из-за прекращения срока годности готовой продукции.

Информация о потреблении и выбросах является важной как часть процесса эталонного анализа и для выбора технических методов, считающихся наилучшими доступными техническими методами (НДТМ).

Эталонный анализ – это технический метод, используемый для оценки численных уровней потребления и выбросов. по сравнению с внутренним либо отраслевым стандартом.

Как правило, эталоны выражаются в виде коэффициентов, но могут быть выражены в виде процентного соотношения. В связи с этим данные о минимизации отходов, потреблении воды и энергии, запахе, шуме и выбросах загрязняющих

веществ в атмосферу и сточных водах, в целом, являются значимыми. В таблице 3.1 показаны количественные параметры эталонного анализа, применимые при производстве продуктов питания [89, 94].

Таблица 3.1 - Количественные параметры эталонного анализа, применимые в производстве продуктов питания

Характеристика	Измерение
Выбросы в атмосферный воздух	Масса выбросов на единицу продукции или на единицу сырьевого материала
Сточные воды	Объем воды, масса загрязняющих веществ или биохимическая потребность в кислороде (БПК) / химическая потребность в кислороде (ХПК) на единицу продукции или на единицу сырьевого материала
Твердые отходы	Масса отходов на единицу продукции или на единицу сырьевого материала
Энергетические ресурсы	Использование энергии на единицу продукции или на единицу сырьевого материала
Коммунальные предприятия и службы	Использование воды, сжатого воздуха или пара на единицу продукции или на единицу сырьевого материала
Иное	Потребление особых материалов, например, упаковочных, на единицу продукции

Данные о потреблении воды и энергии отличаются не только типом процесса и способом его применения, но также объемом операции.

Имеются данные о выбросах загрязняющих веществ в атмосферный воздух и водные объекты по некоторым отраслям и по отдельным процессам. Имеется опыт ЕС по утверждению контрольного перечня по отраслям пищевой промышленности в отношении возможных выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух и водные объекты. Указано шесть загрязняющих веществ атмосферного воздуха – метан, окись углерода, двуокись углерода, фтористоводородные углероды (HFC), аммиак и NOx, и четыре загрязняющих вещества водных объектов – общее содержание азота, общее содержание фосфора, общее содержание органического углерода (TOC) и хлориды.

Процентное соотношение сырьевого материала, расходуемого на конечные основные продукты, является переменной величиной, а минимизация отходов в целом считается экономически эффективной целью всех производителей, но эталоны не являются общедоступными. В таблице 3.2 показано несколько примеров процентного соотношения сырьевого материала, содержащегося в конечном основном продукте.

Таблица 3.2 – Процентное соотношение сырьевого материала, содержащегося в конечном продукте в некоторых технологических процессах

Производственный процесс	% сырьевого материала в основном конечном продукте
Производство мясных (мясосодержащих) полуфабрикатов	Не регламентируется
Производство колбасных изделий	5-60
Производство мясных (мясосодержащих) консервов	35-70
Производство соленого, вареного, запеченного, копченного, вяленного и прочего мяса	75-90
Переработка и консервирование фруктов и овощей	70– 95
Производство растительных масел и жиров, например, нерафинированное растительное масло	30– 60
Производство сахара	80– 87

3.1.1 Выбросы в атмосферу

Источники выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух можно классифицировать на стационарные, мобильные и нестационарные.

Стационарные источники выбросов подразделяются на организованные стационарные источники выбросов и неорганизованные стационарные источники выбросов.

Организованными стационарными источниками выбросов при производстве продуктов питания являются:

- выбросы по ходу технологического процесса, высвобождаемые технологическим оборудованием через оборудованные устройства и неизбежные при эксплуатации установки, например, при операциях жарения, кипячения, варки;
- выбросы отработанных газов от оборудования предварительного подогрева, которые используются только при запусках или остановках операций;
- выбросы при операциях хранения и перемещения, например, передача, загрузка и выгрузка продуктов, сырьевых материалов и полуфабрикатов;
- выбросы от организованных источников (при наличии технологического оборудования) на открытых или промышленных площадках;
- топочные газы из устройств снабжения энергией, таких как технологические печи, паровые бойлеры, устройства комбинированного производства электроэнергии и тепла, газовые турбины, газовые двигатели;
- отработанные газы из оборудования для контроля выбросов, такого как фильтры, термические окислители или адсорберы;
- отработанные газы при восстановлении растворителя, например, на установках экстракции растительного масла.

Неорганизованными стационарными источниками выбросов при производстве продуктов питания являются:

- выбросы по ходу технологического процесса, высвобождаемые технологическим оборудованием с крупной поверхности или через отверстия и неизбежные при эксплуатации установки;
- производственные потери и потери от испарения, при складировании и происходящие во время операций перемещения, как, например, наполнение цилиндрических контейнеров, тележек или емкостей;
- выбросы предохранительно-разгрузочных устройств, например, предохранительных продувочных устройств и предохранительных клапанов;
- вторичные выбросы, являющиеся результатом перемещения или утилизации отходов, например, летучие вещества из коллектора, сливно-наливных устройств для сточных вод или из воды для охлаждения
- выбросы из отверстий, образованные из захваченных диффузных и/или неулавливаемых источников, например, диффузных источников, установленных в огражденных местах или зданиях.

Источниками неулавливаемых выбросов при производстве продуктов питания являются:

- потери запаха при хранении, наполнении и освобождении наливных резервуаров и бункеров;
- вентиляционные отверстия складских резервуаров;
- течи трубопровода;
- фумигация;
- испарение во время хранения, наполнения и освобождения наливных резервуаров растворителя и цилиндрических контейнеров, в том числе при разъединении шлангов;
- разрывные мембраны и выбросы разгрузочного клапана;
- течи из фланцев, насосов, затворов и сальников;
- потери в зданиях через окна, двери и т.д.;
- отстойные бассейны;
- градирни и охлаждающие бассейны.

Основными загрязняющими веществами атмосферного воздуха при технологических процессах производства продуктов питания, не считая загрязнителей, высвобождаемых при сопутствующей деятельности, например, при производстве энергии, являются [92]:

- пыль;
- летучие органические соединения (ЛОС) и запах (отчасти вызванный ЛОС);
- хладагенты, содержащие аммиак и галоген;
- продукты горения, такие как CO_2, NO_x, SO_2 и CO.

3.1.2 Сбросы

3.1.2.1 Водопотребление

Использование воды является одним из ключевых вопросов охраны окружающей среды при производстве продуктов питания.

Система водоснабжения промышленного предприятия представляет собой комплекс сооружений, оборудования и трубопроводов, обеспечивающих забор воды из природного источника, очистку и ее обработку, транспортирование и подачу воды потребителям требуемых расходов и качества. В системах технического водоснабжения предусматриваются также сооружения и оборудование, необходимое для приема отработавшей воды и подготовки ее для повторного использования, а также станции очистки сточных вод. Требования к качеству воды хозяйственно-питьевого назначения и воды, идущей на технические цели (технической воды) различны. Поэтому на большинстве промышленных предприятий сооружают отдельную объединенную систему хозяйственно-питьевого и противопожарного водоснабжения и отдельную систему технического водоснабжения. В некоторых случаях, например, на предприятиях пищевой промышленности, где значительная доля воды должна соответствовать требованиям «СанПиН 2.1.4.1074-01 Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества. Гигиенические требования к обеспечению безопасности систем горячего водоснабжения» создают единую систему водоснабжения [78]. А на предприятиях с высокой пожароопасностью вынуждены создавать отдельные системы противопожарного водоснабжения

Водопотребление, водоотведение и потери воды обусловлены характером производства, составом сырья и получаемого продукта, схемой водоснабжения и водоотведения, ролью воды в процессе производства, качеством исходной воды, условиями использования воды (температура нагрева, состав и степень загрязнения) и возможностью регенерации (очистки и обработки) [26, 85].

3.1.2.2 Объем сточных вод

Отрасли пищевой промышленности традиционно являются крупным пользователем воды как ингредиента, средства очистки, средства транспортировки и подпитки для коммунальных систем. Крупные предприятия-производители продуктов питания могут использовать несколько сотен кубических метров воды в день. Большая часть воды, не используемой в качестве ингредиента, в конечном счете, становится частью сточных вод.

Значительного уменьшения объема образуемых производственных сточных вод, можно достигнуть посредством технических методов минимизации отходов.

Зависимость между количеством воды, используемой для соблюдения требований санитарных норм и правил, не является очевидной, так как требования законодательства в сфере безопасности пищевых продуктов препятствуют сокращению использования воды, которого можно было бы достигнуть при недостаточных уровнях чистоты, гигиены или качества продукта.

Объем сточных вод на одном производстве может значительно меняться ежедневно, еженедельно или в зависимости от сезона.

Состав производственных сточных вод в значительной мере зависит от структуры производства и методов очистки.

3.1.2.3 Состав сточных вод

Сточные воды при производстве продуктов питания весьма различны по составу. Тем не менее, для них, как правило, характерно высоко значение ХПК и БПК. Уровни данных показателей могут в 10–50 раз превышать таковые в сточных водах коммунально-бытового водоснабжения.

Содержание $БПК_5$ в основных отраслях пищевой промышленности и при производстве некоторых продуктов показано в таблице 3.3 [10, 12].

Концентрация взвешенных веществ варьируется в диапазоне от незначительной до 120000 мг/л.

Сточные воды, образуемые, например, в мясном секторе, характеризуются высокими концентрациями пищевых жиров и масел.

Таблица 3.3 – Эквивалент $БПК_5$ основных компонентов в производстве некоторых продуктов питания

Содержание $БПК_5$
0,65 кг/кг углеводов
0,89 кг/кг жира
1,03 кг/кг белка
0,18 – 0,37 кг/кг мяса
0,06 – 0,09 кг/кг фруктов или овощей

Кислотность сточных вод, образуемых при переработке пищевых продуктов, варьируются в диапазоне от очень кислотных, с показателем pH 3.5, до очень щелочных, с показателем pH 11. Факторы, влияющие на показатель pH сточных вод, включают:

- естественный показатель pH сырьевого материала;
- регулирование значения pH воды для гидротранспорта с целью предотвращения порчи сырья;
- использование щелочных или кислотных растворов в производственных операциях;
- использование щелочных или кислотных растворов в операциях по очистке;
- состав и свойства воды, подаваемой на производства (жесткая, умягченная).

Наличие патогенных микроорганизмов в сточных водах может представлять собой проблему, в частности, при переработке любой органической продукции. Возникает высокая опасность присутствия сальмонеллы при переработке мяса птицы, иерсинии – плодоовощной продукции, листерии – при производстве продуктов питания.

Проблемой является и количество питательных веществ. При биологической очистке сточных вод идеальное соотношение БПК:N:P составляет примерно 100:5:1. При таком уровне сточные воды, образующиеся при производстве продуктов питания, будут содержать слишком малое количество N и/или P, чтобы поддерживать биологическую активность во время очистки. Также могут возникать чрезмерные уровни P, особенно если в технологическом процессе в большом количестве используются фосфаты, например, при производстве колбасных изделий [51, 95].

При рафинации растительных масел фосфорной кислотой, она используется в небольших количествах – 0.05-0.2 % от массы масла.

Если во время очистки в таких сточных водах возникают анаэробные условия, то существует риск, что компоненты, содержащие фосфаты, могут выделять фосфор в отводимую сточную воду. Использование нитрита натрия может также оказывать аналогичное воздействие, тем самым увеличивая уровень нитратов в сточных водах.

К общим источникам аварийных сбросов относятся:

- загрязненные поверхностные сточные воды;
- течи складских резервуаров;
- течи трубопровода;
- проливы;
- дренажи обваловки;
- течи из фланцев, насосов, затворов и сальников.

3.1.3 Отходы производства пищевой отрасли промышленности

Хозяйственная деятельность человека неизбежно сопряжена с образованием отходов производства. Отходы образуются в самых разных отраслях, в том числе в пищевой и перерабатывающей промышленности.

Все отходы условно можно разделить на твердые и жидкие (или полужидкие). В зависимости от этого, выбирается технологическое решение по подготовке и переработке отходов. Одним из вариантов решения проблемы переработки отходов является уменьшение объемов утилизируемого, за счет измельчения отходов и удаления всей свободной и большей части связанной жидкости содержащейся в отходах.

Вид отходов обусловлен типом производства и характером готовой продукции.

При производстве плодовоовощной и пищеконцентратной продукции на предприятиях образуются следующие отходы: выжимки и семена, отходы от очистки, ботва и прочие овощные отходы; плодовые косточки и вытерки, отходы переработки темноокрашенных плодов и ягод, а также отходы при производстве пищевых концентратов. Основным отходом данного производства являются овощные отходы, выжимки, вытерки, отстои, очистки.

При масложировой продукции образуются такие отходы, как отбеливающие глины, содержащие растительные масла, шлам от зачисток оборудования.

При производстве мясных изделий (колбасы, консервы, полуфабрикаты, соленые, копченые, запеченные, варенные и прочие) образуются следующие отходы – костное сырье, соединительная ткань (эластиновая, коллагеновые волокна, хрящи), забракованные ветеринарным надзором, слизистая оболочка кишок (шлям), пищеводы, сычуги, летошка, зачистка шкур (мездра), содержимое преджелудков (каныга), шквара от вытопки жира, кости.

Утилизация биологических отходов регламентируется документами ветеринарной службы, так как они могут являться источником распространения таких массово опасных заболеваний как АЧС скота, коровье бешенство, птичий грипп, гельминтозы и зооантропонозы.

При производстве сахара образуются следующие отходы на предприятиях – обломки («бой») свеклы и свекловичные хвосты (хвостики свеклы); почва и ботва от корнеплодов и другие подобные растительные остатки; фильтрационный осадок (отходы фильтрации при дефекации свекловичного сока); отходы при очистке известкового молока (известковый шлам); жом; пыль сахара при очистке воздуха аспирационной системы; ткань фильтровальная.

Отходы, которые могут повторно использоваться в народном хозяйстве, относятся к вторичным материальным ресурсам. Использование вторичных материальных ресурсов способствует безотходности предприятия и извлечению питательных веществ из сырья, а также улучшению экологической обстановки [21, 43, 44].

3.1.4 Потери сырья и продукции при производстве продуктов питания

3.1.4.1 Превышение по весу/объему

Потеря продукта из-за переполнения возникает даже на самом точном наполнительном оборудовании. В соответствии с требованиями о среднем весе наполнения содержание упакованного продукта неизбежно будет немного превышать номинальное содержание упаковки. Ввиду его экономической значимости, переполнение, как правило, тщательно прослеживается путем постоянного или выборочного контрольного взвешивания. Такая потеря продукта, как правило, незначима для окружающей среды.

Потери массы мясного сырья при распиловке, зачистке, расфасовке мясных продуктов составляют от 0,5 до 1,5 % к массе полутуши, отруба. При хранении замороженного мяса потери массы (усушка) составляет в зависимости от качества сырья, вида сырья, способа охлаждения от 1,18 до 1,82 %.

3.1.4.2 Пролив

Пролив продукта, например, на пол, приводит к тому, что продукт становится непригодным для потребления, и его необходимо рассматривать как потерю или отходы, если он не извлечен должным образом. Регулярно возникающие проливы указывают на некачественную конструкцию оборудования, плохое обслуживание или неправильную эксплуатацию, например, упаковочной линии. Пролив часто вызывает значительную потерю продукта и упаковочного материала. Если пролив происходит во время ручного перемещения, причиной могут служить рабочие процедуры.

3.1.4.3 Утечка/перелив

Утечка жидкого продукта через соединения труб и переливы через края резервуаров могут явиться важным источником потери продукта (материала) и образования отходов, если продукт не извлечен должным образом. Такие проблемы могут быть вызваны, например, изношенными уплотнительными кольцами или высоким уровнем аварийных переключений из-за неисправности.

3.1.4.4 Дефекты продукта/возвращенный продукт

Продукты, не соответствующие необходимым нормативам, выявленные в процессе производства до отправки или возвращенные покупателями, могут представлять собой основной источник потери материала и образования отходов. Данная группа включает также излишние произведенные свежие продукты, например, в случаях, когда отклонения в последовательности приводят к слишком большому количеству произведенного продукта, который затем невозможно полностью вовремя реализовать из-за срока годности.

3.1.4.5 Собственные потери

Некоторое технологическое оборудование может вызывать потерю материалов и образование отходов даже при использовании наиболее подходящих технических методов, так как это связано с его конструкцией. Примером собственных потерь является центробежный саморазгружающийся сепаратор, в котором некоторое количество продукта теряется во время удаления шлама.

Похожая ситуация наблюдается при завершении процесса производства продукта или при переходе на производство другого продукта, когда подается вода для ополаскивания в системах безразборной мойки оборудования. Граница раздела между продуктом и водой неизбежно не будет четкой, и в зависимости от того, какие меры принимаются для минимизации потери, будет образовываться большее или меньше количество смеси продукта и воды, которая теряется при производстве.

3.1.4.6 Задержанный материал

Задержанный материал образуется, когда жидкий продукт или ингредиенты не могут свободно стечь на следующий этап технологического процесса. Это может быть вызвано, например, провисаниями трубопровода, в которых застаивается продукт или иными препятствиями его свободному стоку. Если продукт не может стечь, то его нужно протолкнуть газом, водой или механической системой внутренней очистки.

Кроме того, в случае очень вязких продуктов, прилипание к стенкам трубопровода или резервуара приводит к существенным потерям. Помимо механического удаления, например, внутренней очисткой, перед мойкой потребуется продолжительное предварительное ополаскивание.

3.1.4.7 Отходы, осажденные в результате нагревания

При нагреве жидкого продукта всегда существует вероятность осаждения продукта на теплообменную поверхность. Осажденные частицы на пластинах или трубах теплообменных устройств и на нейтрализаторах при мойке сбрасываются в сточные воды. В некоторых технологических процессах осадок на трубах собирается и направляется на переработку или возвращается в технологический процесс.

3.2 Уровни эмиссии по отдельным технологическим операциям

Довольно сложно предоставить количественные данные об экологических аспектах отдельных технологических процессов в связи с отсутствием надежных данных или по причине естественных колебаний, например, сезонных, для многих сырьевых материалов, что часто приводит к изменениям параметров технологических процессов. В большинстве случаев, имеется информация по экологическим аспектам в отношении целой производственной линии или структурного подразделения (цеха, участка). При этом практически нет

информации в отношении отдельных технологических методов или процессов, поскольку на уровне типовых операций экологические измерения не проводились.

Для каждого технологического процесса основные источники потребления и выбросов только определяются. Приведенный перечень источников не является всеобъемлющим. Кроме того, следует учитывать и тот факт, что каждая установка в рамках разных производственных процессов, будет иметь все типы выбросов. Информация связана с производством продуктов питания в целом. В зависимости от используемых сырьевых материалов, применяемого технологического процесса и способа его применения возможны колебания.

Считается, что некоторые выбросы по ходу технологического процесса имеют предположительно небольшое значение с точки зрения воздействия на окружающую среду, и они определяются как незначительные выбросы. Однако, возможно, что на отдельных установках такое определение неверно. Поэтому такие выбросы необходимо проверять в зависимости от конкретного случая.

Воздействие на окружающую среду или выбросы по ходу технологического процесса для каждой типовой операции, описанные в разделе 2.1, обобщены в таблице 3.4. Символы напротив каждой операции описывают характеристику выбросов. Значения использованных кодов приводятся в таблице 3.5, таблице 3.6 и таблице 3.7.

Следует также заметить, что при описании экологических аспектов различных технологических методов понятие «твердые продукты на выходе» охватывает как побочные продукты технологического процесса, стоимость которых можно установить, так и отходы, стоимость которых нельзя установить. Например, некоторые побочные продукты отраслей пищевой промышленности можно использовать в качестве корма для животных.

Таблица 3.4 – Воздействие на окружающую среду типовых процессов производства продуктов питания

Код	Типовой технологический процесс	Воздействие на окружающую среду		
		Воздух	Вода	Твердые частицы
А. Прием сырья и его подготовка				
A1	Перемещение сырья и хранение	N	E1	W1
	Вентиляционные отверстия резервуаров	**S1, S3**	N	N
	Бункеры	**S2**	N	N
	Перемещение/транспортировка сырья и материалов	**S1, S2, S3** E1,E2,E3, E4	E1,E2,E3, E4,E5	W1
A2	Сортировка/просеивание, классификация по качеству, лущение (обрушивание), удаление плодоножек/отделение стеблей и резка	**S1,S2**, N	E1,E2	W1,W3
A3	Очистка	**N M,S2**	E1,E2	W1
A4	Мойка	**N**	E1,E2	W1, W3
A5	Размораживание	**N**, S1, M	E1,E2, M	W1
В. Измельчение, перемешивание, формование				

Продолжение таблицы 3.4

Код	Типовой технологический процесс	Воздействие на окружающую среду		
		Воздух	Вода	Твердые частицы
B1	Резание, нарезание, шинкование, измельчение, протирание и прессование	N	E1,E2, E4	W1,W2
B2	Перемешивание/смешивание и гомогенизация	**S1, S2, S3** N	E1,E2,E4, E5	W1
B3	Помол/измельчение и дробление	**S2, S3**	N	W1,W3
B4	Формование и экструзия	**N,** S	E1,E2,E3, E5	W1
C. Методы разделения				
C1	Экстракция/экстрагирование	**S1, S3**	E1,E2	W1,W4
C2	Деионизация	**N**	E1,E3,E5	W1
C3	Центрифугирование и осаждение	**N**	E1,E2	W1,W3
C4	Фильтрование	**M**	E1,E2,E4	W1,W3
C5	Кристаллизация	**N**	N	N
C6	Удаление свободных жирных кислот путем нейтрализации (щелочная нейтрализация)	**N**	E1,E2,E3, E4	N
C7	Отбеливание/адсорбционная очистка	N	N	W2,W3
C8	Дезодорация/дистилляционная нейтрализация	S1, S3	E1,E2,E4	W2
C.9	Дистилляция	S1, S3, S4	E1,E2	W1
C10	Гидратация	**N**	E1,E2,E3, E4	N
C11	Промывка	**N**	E1,E2,E3, E4	N
D. Технологические процессы производства пищевых продуктов				
D1	Растворение	N	E1,E2,E6	N
D2	Ферментация/брожение	N, S1,S4	N, E1,E2	N, W1
D3	Соление/посол/вяление/ и маринование	N, S1, S2, S3	E1,E2,E6 E5	N, W1, M
D4	Копчение	S1, S3, S2	E1, N	N
D5	Гидрогенизация /переэтерификация и фракционирование	S1	E1,E2,E4	W5
D6	Сульфитация	S6	N	N
D7	Дефекация/сатурация	S1, S4, S5, S6, S7	N	N
E. Тепловая обработка				
E1	Бланширование	S1	E1,E2,E6	W1
E2	Варка и кипячение	S1, S3	E1,E2,E4, E5,E6	W1
E3	Обжаривание	S1, S2, S3, S4, S5	N	W1

Продолжение таблицы 3.4

Код	Типовой технологический процесс	Воздействие на окружающую среду		
		Воздух	Вода	Твердые частицы
E4	Жарение	S1, S3	E1,E2,E3, E4	W1,W2
E5	Пастеризация и стерилизация	N	E1,E2	W1
E6	Влаготепловая обработка мятки	N	E1,E2,E4	W1,W2
E7	Тостирование шрота	S1, S3, S4	E1,E2	W1
F. Концентрирование под воздействием тепла				
F1	Выпаривание/испарение (жидкость – жидкость)	S1,S2	E1,E2,E5	N
F2	Сушка (жидкость – твердое тело)	S1,S2	E1,E2	W1
G. Обработка отведением тепла				
G1	Охлаждение	S4	M	N
G2	Замораживание	S4, S7	N	N
G3	Сублимационная сушка/лиофилизация	N	E2	N
G4	Вымораживание (винтеризация	N	N	W1,W2
H. Операции последующей обработки				
H1	Фасование и упаковка	S2	E1,E2	W1,W6
H2	Заполнение упаковки газом и хранение в газовой среде	S4	N	N
U. Дополнительные процессы				
U1	Очистка и дезинфекция	N	E1,E2,E3,E4, E5	N
U2	Производство и потребление энергии	S2, S4, S5, S6	N	N
	Продувка бойлера	N	E5	N
U3	Водоснабжение			
	Установка для минерализации	N	E1,E2,E3,E5	W1,W3
U4	Создание вакуума	S1	E1	N
U5	Холодоснабжение	S7	E5	N
U6	Генерация сжатого воздуха	N	N	N

Таблица 3.5 – Коды, используемые для твердых продуктов на выходе

ККод	Твердые продукты на выходе
W1	Органические, например, отходы/технологические материалы
W2	Масла/жиры/смазки
W3	Неорганические, например, почва, карбонат кальция и отбеливающая земля
W4	Растворитель
W5	Металлы, например, никелевый катализатор
W6	Упаковка из технологических операций, например, бумага, картон или цилиндрические емкости
M	Незначительные
N	Отсутствуют

Таблица 3.6 – Коды, используемые для выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух

Код	Выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух
S1	Запах
S2	Пыль
S3	Органика*
S4	CO_2
S5	NO_2
S6	SO_2
S7	NH_3
M	Незначительные
N	Отсутствуют
* Органика охватывает выбросы, содержащие органические вещества в реальных производственных условиях и независимо от иных компонентов, которые присутствуют в выбросах	

Таблица 3.7 – Коды, используемые для сбросов в водные объекты

Код	Сбросы в воду
E1	Растворимые органические вещества (БПК/ХПК)
E2	Общее количество взвешенных твердых частиц
E3	Кислота/щелочь
E4	Растительные жиры, масла и животные жиры (ЖИРЫ)
E5	Нитраты, нитриты, аммиак, фосфаты
E6	Растворенные твердые частицы
M	Незначительные
N	Отсутствуют

3.2.1 Перемещение сырья и его хранение (A1)

3.2.1.1 Сточные воды

Основная часть сбросов в водные объекты происходит из-за утечек. Во время гидротранспортирования твердого сырьевого материала, такого как овощи, корни и клубни, в воду выделяются как органические, так и неорганические взвешенные вещества и растворимые соединения. Очистка различных труб и складских резервуаров увеличивает потребление воды и количество сточных вод [12, 29, 38, 100].

Сточные воды могут также содержать растворы кислоты/щелочи, жиры, нитраты, нитриты, аммиак и фосфаты.

Сточные воды при перемещении и хранении семян масличных культур отсутствуют.

3.2.1.2 Выбросы в атмосферу

Выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух могут образовываться из вентиляционных отверстий емкостей во время их наполнения и/или перемещения. Такие выбросы могут включать пыль, ЛОС и соединения с запахом, которые обычно незначительны по количеству и оказывают локальное воздействие.

3.2.1.3 Отходы

Некоторые остатки твердых частиц продуктов могут образовываться в емкостях, в погрузочно-разгрузочном оборудовании и при упаковке. Их можно, например, повторно применять в других процессах, использовать в качестве корма для сельскохозяйственных животных или передавать на обезвреживание, хранение, утилизацию как отходов производства [13, 15, 16, 21, 44].

3.2.1.4 Энергопотребление

Для перемещения материалов используется энергия. При этом выделяется некоторое количество тепла. Воздействие на окружающую среду незначительно и связано с потреблением энергии [8].

3.2.1.5 Уровень шума

Краткие периоды шума могут возникать при работе определенных типов передвижных воздуходувок, используемых для перемещения твердых частиц и жидкости с транспортных средств в бункеры и другие емкости.

3.2.1.6 Аварийные выбросы и сбросы

Аварийный выброс может произойти, например, во время выгрузки при подсоединении и отсоединении шлангов, а также во время хранения, если клапаны неполностью закрыты или не обслуживаются.

3.2.2 Сортировка/просеивание, классификация по качеству, лущение (обрушивание), удаление плодоножек/отделение гребней и резка (A2)

3.2.2.1 Сточные воды

Отделение примесей с использованием воды может привести к образованию сточных вод, содержащих растворимые органические и взвешенные вещества

3.2.2.2 Выбросы в атмосферу

При сухой очистке пищевых продуктов/сельскохозяйственных сырьевых материалов может образовываться пыль. Так, в масложировом производстве ее массовое количество составляет 0,97 кг/т готовой продукции. Наличие запаха также может представлять собой проблему. Такие выбросы незначительны по количеству и оказывают локальное воздействие. Для удаления пыли из рабочего пространства цехов применяется система аспирации [45, 55].

3.2.2.3 Отходы

Материал, который отбраковывается или удаляется, должен по возможности извлекаться и собираться, а затем использоваться в качестве корма для животных. В случае невозможности его использования в качестве корма для животных, необходима утилизация как отходов производства.

3.2.2.4 Энергопотребление

Хотя для сортировки, как правило, требуется мало энергии, вместе с тем в ее потреблении наблюдаются значительные колебания. Это связано с особенностями переработки отдельных типов сырья, либо его состояния, например, при переработке свежих и замороженных овощей.

3.2.2.5 Уровень шума

Зерноочистительное оборудование и оборудование для обрушивания и разделения рушанки в масложировом производстве являются самым большим источником шума на масложировых предприятиях.

3.2.3 Очистка (А3)

3.2.3.1 Сточные воды

В большинстве способов по очистке от кожуры и удаления снятой кожуры используется распыление воды. При этом образуются сточные воды, содержащие взвешенные вещества. Для широко распространенной очистки от кожуры паром или горячей водой, требуется большое количество воды, в четыре раза больше, чем необходимо для каустической очистки, в результате образуются сточные воды с высоким уровнем остаточного содержания продукта. На установках по переработке картофеля кожура может составлять вплоть до 80 % всего БПК. При переработке фруктов сточные воды при очистке от кожуры могут составлять до 10% всего потока сточных вод и 60 % всего БПК. Сухие методы каустической очистки от кожуры могут значительно уменьшить объем и концентрацию сточных вод при таком способе и сделать возможным сбор очисток в виде остаточного шлама. Использование каустической соды при очистке от кожуры может привести к изменению показателя pH в сточных водах. Для некоторой продукции, например, томатов, необходимы концентрированные каустические растворы и добавление увлажняющих средств. При сухой каустической очистке от кожуры потребление каустика обычно меньше, чем при мокрых способах. При очистке от кожуры паром большая часть счищенного материала выделяется вместе с паром, что приводит к сбору концентрированного потока отходов. Оставшиеся следы смываются распылением воды. При таком технологическом процессе потребление воды ниже, чем при методах мокрой очистки от кожуры.

3.2.3.2 Выбросы в атмосферу

При применении очистки от кожуры методом обжига, может образовываться некоторое количество выбросов пыли и запах.

3.2.3.3 Отходы

Кожура часто извлекается и используется в качестве корма для животных, в остальных случаях она утилизируется как отходы производства.

Абразивная очистка от кожуры приводит к существенно большей потери продукта (25 %), чем при очистке от кожуры острым паром (8 – 15 %), при этом образуется значительно большее количество сточных вод. При каустической очистке от кожуры потеря продукта составляет около 17 %. При сухой каустической очистке от кожуры потребление воды уменьшается и образуется концентрированная каустическая масса, подлежащая обращению.

3.2.3.4 Энергопотребление

Для очистки от кожуры мгновенным паром, каустической очистки от кожуры и очистки от кожуры обжигом требуется тепло; на прочих операциях по очистке от кожуры требуется электроэнергия.

3.2.3.5 Уровень шума

Шумовое воздействие может представлять собой проблему.

3.2.4 Мойка (A4), размораживание (A5)

3.2.4.1 Сточные воды

Для данных процессов используется вода, при этом сточные воды обычно содержат растворенные органические вещества, взвешенные вещества и соли.

3.2.4.2 Отходы

Грязь и вещества растительного происхождения, удаленные во время мойки, например, сахарной свеклы и картофеля, утилизируются как отходы производства.

3.2.4.3 Энергопотребление

Потребление электроэнергии для операций по мойке в значительной мере зависит от перерабатываемого сырья.

При мойке сырья, для увеличения скорости и эффективности процесса, можно использовать горячую воду. Иногда для мойки используется горячая отработанная вода из системы бланширования.

Размораживание с использованием горячего воздуха требует потребления энергии.

3.2.5 Резание, нарезание, шинкование, измельчение, протирание и прессование (B1)

3.2.5.1 Сточные воды

Сточные воды образуются, в основном, при очистке оборудования. Они обычно содержат растворимые органические вещества, в виде частиц мяса, фруктов и овощей. При переработке мяса сточные воды могут также содержать растворимые белки, жиры и другие твердые частицы, такие как соли, применяемые для вяления.

3.2.5.2 Отходы

Образующиеся побочные продукты зависят от перерабатываемого сырья и процесса. Так, при разделке мяса типичными побочными продуктами являются кости, жир и кожа. Они обычно используются в других производственных процессах, которые могут проводиться даже за пределами производства продуктов питания, например, производство мыла. Другими типичными отходами являются счищаемая кожура фруктов и овощей. При прессовании семян масличных культур все полученные отходы возвращаются на повторную переработку.

3.2.5.3 Энергопотребление

Электроэнергия используется для эксплуатации производственного оборудования.

3.2.5.4 Уровень шума

Для реализации технологических процессов данной группы используется высокоскоростное оборудование с механическим приводом, которое может производить высокий уровень шума, например, циркулярные пилы, используемые для разделки костей, колбасные куттеры. Тем не менее, это, как правило, не является проблемой, поскольку уровень шума обычно не превышает допустимых значений за пределами площадки.

3.2.6 Перемешивание/смешивание и гомогенизация (B2)

3.2.6.1 Сточные воды

Использование воды в данной группе операций обычно сводится к очистке оборудования. Используемое количество воды зависит от типа оборудования.

Образующиеся сточные воды содержат растворимые органические вещества, взвешенные вещества и фосфаты.

3.2.6.2 Выбросы в атмосферу

При операциях, в которых подвергаются воздействию твердые частицы и летучие вещества, могут образовываться выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух. При операциях, в которых задействованы ЛОС, может выделяться запах. Пыль образуется при операциях с твердыми веществами, например смешивание твердого вещества с твердым веществом.

3.2.6.3 Отходы

При операциях, в которых обрабатываются твердые продукты, твердые органические вещества могут образовываться на выходе, когда оборудование освобождается для следующей партии или для очистки. Как правило, при таких операциях происходит некоторая потеря вещества. Такие твердые вещества могут состоять из сырьевого материала или отходов производства. При точных операциях и надлежащей производственной практике, количество твердого вещества на выходе часто можно уменьшить и любой образующийся выход можно использовать повторно, или продавать в качестве корма для животных.

3.2.6.4 Энергопотребление

На такие типовые операции затрачивается, в основном, электроэнергия.

3.2.6.5 Уровень шума

Процесс гомогенизации может быть источником шума.

3.2.7 Помол/измельчение и дробление (B3)

3.2.7.1 Сточные воды

На мокрое растирание затрачивается большое количество воды.

3.2.7.2 Выбросы в атмосферу

Пыль выделяется в атмосферный воздух при операциях, в которых задействованы твердые продукты. Также возможны выбросы ЛОС.

3.2.7.3 Отходы

Твердые органические вещества образуются на выходе, когда оборудование освобождается для следующей партии или для очистки. Во время таких операций происходят некоторые потери вещества. Твердые продукты на выходе могут состоять из сырьевого материала или отходов производства, и могут быть повторно переработаны или реализованы в качестве корма для животных.

3.2.7.4 Энергопотребление

На данные технологические процессы затрачивается значительное количество энергии.

3.2.7.5 Уровень шума

Процесс измельчения может быть источником шума.

3.2.8 Формование и экструзия (B4)

3.2.8.1 Сточные воды

Сточные воды образуются во время очистки оборудования и содержат, главным образом, растворимые органические вещества, взвешенные вещества, а также могут содержать жировые отходы и фосфаты.

3.2.8.2 Выбросы в атмосферу

Экструдирование при высоких температурах может вызывать некоторые выбросы ЛОС в атмосферный воздух и запах.

3.2.8.3 Отходы

Некоторые твердые продукты могут образовываться из-за потери продукта в начале и в конце производственного процесса.

3.2.8.4 Энергопотребление

Как правило, больше всего электроэнергии потребляют экструдеры.

3.2.9 Экстракция/экстрагирование (C1)

3.2.9.1 Сточные воды

Использование воды представляет собой проблему, когда вода используется в качестве растворителя в процессе экстракции. Кроме того, оборудование для экстракции периодически очищается для обеспечения эффективных и оптимальных условий эксплуатации. Частота очистки зависит от продукта и конструкции экстрактора. При очистке образуются сточные воды, содержащие растворимые и нерастворимые органические вещества и взвешенные вещества.

Так, в процессе экстракции масла гексаном из масличных семян, для охлаждения необходима вода в объеме от 0,2 до 14 $м^3$/т масличных семян. Более того, образуется определенное количество сточных вод, в основном, при отделении гексана/воды, составляющее от 0,2 до 0,5 $м^3$/т масличных семян; при этом нагрузка составляет от 0,1 до 1 кг ХПК/т масличных семян.

Количество потребляемой воды и количество загрязнений зависит также от системы охлаждения водой, например, прямоточная система или с рециркуляцией, а также от сорта масличных семян. Производительность экстрактора также оказывает большое влияние на эти параметры. Потребление воды в производстве получения масла прессованием является минимальным.

3.2.9.2 Выбросы в атмосферу

Экстракция органическими летучими растворителями может вызвать выбросы ЛОС.

Экстракционные установки могут также являться причиной запаха из-за выбросов H_2SO_4 (в масложировой из-за применения растворителей), органических соединений (бензин – 0,04 кг/т готовой продукции и акролеин – 0,00065 кг/т готовой продукции).

Если используется экстракция водой, в атмосферный воздух могут выделяться пары воды, содержащие неконденсирующиеся ЛОС.

3.2.9.3 Отходы

Твердые продукты на выходе можно повторно использоваться в качестве продукта или сопутствующего продукта, или их можно утилизировать.

Твердые продукты на выходе могут содержать растворители. После тостирования шрота и дистилляции мисцеллы – остаточное количество растворителя 0,04кг/т готовой продукции.

3.2.9.4 Энергопотребление

Требуются электроэнергия и пар; уровни зависят от типа применяемого оборудования. Например, потребление энергии составляет 170 – 390 кВт пара (от 600 до 1400 МДж) и 30 – 60 кВт ч/т масличных семян (от 100 до 200 МДж). Потребление энергии зависит, например, от сорта масличных семян и типа замкнутой системы охлаждения водой.

3.2.9.5 Уровень шума

Возможные источники шума – это градирни, вентиляторы и паровые предохранительные клапаны.

3.2.10 Деионизация (С2)

3.2.10.1 Сточные воды

При регенерации ионообменных колонок образуется вода, содержащая химические вещества, использованные для восстановления (обычно кислоты, щелочи и рассол), ионы, удаленные из продукта (минералы и примеси), которые удаляются из

ионообменной колонки. Значение pH сточных вод меняется. Регенерация начинается с промывки ионообменных колонок водой. При этом образуются сточные воды, содержащие растворимые органические вещества и остатки продукта, которые, в зависимости от их растворения, могут быть переработаны.

3.2.10.2 Отходы

Единственный твердый продукт на выходе – это ионообменная смола срок замены, которой может составлять от 6 месяцев до 10 лет в зависимости от операций и продукта, а также типа используемой ионообменной смолы.

3.2.11 Центрифугирование и осаждение (C3)

3.2.11.1 Сточные воды

Вода периодически используется для очистки сепарационного оборудования. Частота очистки и объемы используемой воды варьируются в зависимости от продукта и оборудования. В некоторых технологиях предусматривается очистка воды и ее повторное использование. Сточные воды образующиеся при очистке оборудования содержат растворенные органические вещества и взвешенные вещества.

3.2.11.2 Отходы

Осадок из центробежного сепаратора может повторно использоваться в технологическом процессе. В остальных случаях предусматривается утилизация отходов производства или дальнейшая их переработка. Образующийся осадок содержит органические и неорганические вещества.

3.2.11.3 Энергопотребление

Процесс центрифугирования предусматривает потребление значительного количества энергии. При использовании осаждения для работы насоса также необходима электроэнергия.

3.2.11.4 Уровень шума

Работа центрифуг может производить высокий уровень шума в непосредственной близости к аппаратам. Поэтому на рабочих местах необходимо осуществлять контроль уровня шума и принимать меры к его снижению.

3.2.12 Фильтрование (C4)

3.2.12.1 Сточные воды

В зависимости от конечной цели операции по фильтрованию, в технологическом процессе могут образовываться сточные воды, содержащие растворенные органические вещества, взвешенные вещества и жиры.

3.2.12.2 Выбросы в атмосферу

Выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух из вакуумного насоса во время вакуумной фильтрации могут содержать пыль. Объем выбросов незначителен.

3.2.12.3 Отходы

На фильтре образуются остатки, например, отбеливающая земля при рафинировании пищевого масла, для которых необходим соответствующий метод извлечения или утилизация как отходы производства. В производстве сахара при фильтровании сока образуется фильтрационный осадок, который в дальнейшем в обезвоженном виде используется в качестве мелиоранта.

3.2.12.4 Энергопотребление

Для работы насоса требуется электроэнергия.

3.2.13 Кристаллизация (C5)

3.2.13.1 Сточные воды

Сточные воды не образуются. При кристаллизации используемая для охлаждения утфельной массы вода циркулирует в поверхности охлаждения обычно в режиме рециркуляции. В данной оборотной системе отработавшая вода охлаждается в градирне или в охлаждающем бассейне. Поскольку контакт с продуктом отсутствует, загрязнения воды не происходит.

3.2.13.2 Отходы

Отходы отсутствуют.

3.2.13.3 Энергопотребление

Электроэнергия необходима для питания насосов и двигателей. Электроэнергия требуется для системы охлаждения воды.

3.2.14 Удаление свободных жирных кислот путем нейтрализации (щелочная нейтрализация) (C6)

3.2.14.1 Сточные воды

Для процесса нейтрализации требуется вода, в том числе для охлаждения и создания вакуума. Сточные воды, образующиеся в процессе нейтрализации на

установках периодического и непрерывного действия, имеют температуру не более 90 °С. Они, кроме механических загрязнений, содержат нейтральный жир, жирные кислоты в основном в виде мыла и разнообразные примеси в виде растворенных минеральных кислот, щелочей, красящих веществ, углеводородов.

Содержание жиров не более 1,5 %.

3.2.14.2 Выбросы в атмосферу

Система обработки соапстоков кислотами может являться источником посторонних запахов.

3.2.14.3 Отходы

В процессе нейтрализации масел образуется соапсток, который является сопутствующим продуктом, и используется как сырье в мыловаренном производстве.

3.2.14.4 Энергопотребление

Пар необходим в качестве основного источника энергии для нейтрализации, а на отделение соапстока затрачивается значительное количество электроэнергии.

3.2.15 Отбеливание/адсорбционная очистка (С7)

3.2.15.1 Выбросы в атмосферу

Возможно выделение запаха.

3.2.15.2 Отходы

На выходе при отбеливании образуется твердое вещество, называемое отработанной отбеливающией глиной, содержащей растительные масла. Вследствие технологических процессов они сорбируют в среднем до 28 % жира. В состав отсорбированного жира входят токоферолы, стеролы, свободные жирные кислоты, хлорофиллы, каротиноиды; элементы железа, калия, кальция, натрия, серы, магния, марганца и др. Целесообразно вводить отбельные глины в комбикорма и кормовые добавки. В противном случае, поскольку они обладают высокой температурой сгорания, их используют в качестве источника энергии, например, в производстве бетона или для производства биогаза.

3.2.15.3 Энергопотребление

Пар необходим для извлечения масла из отработанной отбельной глины. Масло и отработанная отбельная глина нагреваются паром во время процесса отбеливания.

3.2.16 Дезодорация/дистилляционная нейтрализация (С.8)

3.2.16.1 Сточные воды

Вода используется для охлаждения конденсаторов. Вода из барометрических конденсаторов может быть загрязненной. При прямоточном барометрическом конденсаторе тепловая нагрузка равна потреблению пара в вакуумной системе. Образуемые сточные воды содержат растворимые органические вещества, взвешенные вещества и жиры.

3.2.16.2 Выбросы в атмосферу

Вакуумные насосы выделяют органические соединения, которые могут быть причиной возникновения запаха.

3.2.16.3 Отходы

При производстве гидрогенизированных и переэтерифицированных растительных жиров и масел и их фракций в результате процесса дезодорации образуются погоны жирных кислот, которые являются побочными продуктами. Погоны жирных кислот используются в олеохимической промышленности, в основном для производства мыла. В 100 г погонов дезодорации подсолнечного масла содержится 200 мг витамина Е, соевого масла – до 400 мг. Их рекомендуется использовать в качестве корма для животных. Так, у свиней улучшается окислительная стойкость мяса и сала. В рацион норок рекомендуется вводить 5 мг токоферола, что соответствует 0,5 % на 100 ккал корма [16].

3.2.16.4 Энергопотребление

Для этого технологического метода требуется энергия в виде пара или электричества. Потребление электроэнергии варьируется в диапазоне 17 – 42 кВт ч/т продукта (60 – 150 МДж/т), а потребление пара – в диапазоне 115 – 310 кВт ч/т продукта (420 –- 1120 МДж/т).

3.2.16.5 Уровень шума

Проблемы шума могут возникать из-за вентиляторов градирен, работы насосного оборудования и перемешивающих устройств.

3.2.17 Дистилляция (С9)

3.2.17.1 Сточные воды

Сточные воды содержат взвешенные вещества и следы органических растворителей. При наличии системы рекуперации растворитель может быть использован повторно. Сточные воды образуются от конденсации водяных паров в конденсаторах и дефлегматорах. Пары бензина, выходящие из шламовыпарителя, с

водой направляются в конденсатор, а затем в водоотделитель. Загрязнения состоят из жировых веществ — 263 мг/л, ХПК—570, БПКб — 460, бензина — 40 мг/л.

3.2.17.2 Выбросы в атмосферу

Выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух включают ЛОС, запахи остатки растворителя.

3.2.17.3 Отходы

Твердые вещества на выходе используются для производства биогаза, при этом газ используется для производства энергии, что может улучшить энергетический баланс в процессе дистилляции.

3.2.17.4 Энергопотребление

Дистилляционная установка потребляет от 12 до 13 кВт ч на литр растворителя.

3.2.17.5 Уровень шума

Некоторое производственное оборудование может производить высокий уровень шума.

3.2.18 Гидратация (С10)

3.2.18.1 Сточные воды

Загрязнения сточных вод при гидратации состоят в основном из эмульсий загрязненных жиров.

3.2.18.2 Выбросы в атмосферу

При рафинации выбросом в атмосферу является паровоздушная смесь, которая не обладает токсическими свойствами и не требует дополнительной очистки. Другие выбросы в атмосферу отсутствуют.

3.2.18.3 Отходы

При гидратации образуется фосфатидная эмульсия растительного масла, содержащая лецитин, холин, нейтральный жир и воду, которая использовалась при гидратации.

Фосфолипидные концентраты, вырабатываемые из фосфатидной эмульсии растительного масла, полученной при гидратации нерафинированных масел, подразделяются на сорта – высший, первый и второй в зависимости от содержанием фосфолипидов соответственно 60, 55 и 50% и кормовые (с массовой долей фосфолипидов – 40 %).

Используется как пищевая добавка в маргарины, хлебобулочные и кондитерские изделия, добавка в ЗЦМ и комбикорма [11, 43].

3.2.18.4 Энергопотребление

Для этого технологического процесса требуется энергия в виде пара или электричества. Потребление электроэнергии варьируется в диапазоне 8 – 21 кВт ч/т продукта (30 – 75 МДж/т), а потребление пара – в диапазоне 30 – 90 кВт ч/т продукта (100 — 300 МДж/т).

3.2.19 Промывка (C11)

3.2.19.1 Сточные воды

На предприятиях масложировой промышленности на данном технологическом процессе в образуемых сточных водах содержатся растворенные органические и минеральные вещества и нерастворенные, находящиеся во взвешенном и эмульгированном состоянии. Они трудно отделяются от воды. Сточные воды характеризуются также высоким содержанием жировых веществ, температура стоков 40- 80 °С. Они мутные, серого цвета с хлопьевидной взвесью. Активная реакция среды pH — 6,7-12, БПКб — 400—1600 мг/л, содержание жира —40—1286 мг/л, сульфатов — около 180 мг/л, взвесей — 1415 мг/л, хлоридов — 60 мг/л, общего азота — 1,61 мг/л.

3.2.19.2 Выбросы в атмосферу

При переработке возможно выделение запаха.

3.2.19.3 Отходы

В этом технологическом процессе образуются органические вещества. В большинстве случаев они рассматриваются в качестве побочных продуктов.

Отделяемые жировые вещества могут быть использованы как смазочные вещества в металлургии, в мыловарении, при производстве биотоплива.

3.2.19.4 Энергопотребление

Для этого технологического процесса требуется энергия в виде пара или электричества.

3.2.19.5 Уровень шума

Уровень шума незначительный

3.2.20 Растворение (D1)

3.2.20.1 Сточные воды

Во время очистки образуются сточные воды. Такие сточные воды могут содержать остатки продукта, например, порошок и масло после ополаскивания, что приводит к образованию растворенных органических веществ, растворенных твердых частиц и взвешенные вещества в сточных водах.

3.2.20.2 Выбросы в атмосферу

Выбросы пыли могут возникать при переворачивании мешков. Такие выбросы обычно незначительны и, в основном, не выходят за пределы производственных помещений.

3.2.20.3 Энергопотребление

Пар и электроэнергия используются во время процесса растворения.

3.2.21 Ферментация/брожение (D2)

3.2.21.1 Сточные воды

Вода используется для охлаждения ферментеров. Обычно используется вода для охлаждения из градирен или специальной прямоточной системы. Сточные воды образуются при очистке оборудования и емкостей. Они, как правило, содержат сырьевой материал и остатки ферментированного продукта. Дрожжи, как органический продукт, обладают высоким содержанием ХПК и взвешенных веществ и являются основным фактором, наряду с несущей жидкой фазой, нагрузки сточных вод ХПК.

3.2.21.2 Выбросы в атмосферу

Выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух – это спирт и CO_2, являющийся естественным продуктом спиртового брожения. При контролируемом процессе брожения распространена практика выбросов таких веществ в атмосферный воздух, хотя извлечение и повторное использование также возможны. Запах может также представлять собой проблему.

3.2.21.3 Отходы

Твердые отходы на данном этапе незначительны.

3.2.21.4 Энергопотребление

Электроэнергия нужна для циркуляции воды для охлаждения.

3.2.22 Соление/посол/вяление и маринование (D3)

3.2.22.1 Сточные воды

Рассол, который утилизируется после использования, или избыточное количество рассола из бассейна для погружения, сбрасываются как сточные воды. Сбрасываемое количество зависит от используемого метода соления, вяления, засаливания или маринования. Такие сточные воды содержат поваренную соль, соли для посола и другие ингредиенты, а также растворимые компоненты продукта, такие как белки, которые выделяются из продукта во время соления. При очистке помещений и оборудования также образуются сточные воды, содержащие остатки посолочных компонентов, остатки продукта, растворенные органические вещества, растворенные твердые частицы и взвешенные вещества.

3.2.23 Копчение (D4)

3.2.23.1 Сточные воды

Сточные воды, образуемые во время очистки оборудования, содержат растворимые органические вещества, остатки из химических компонентов пара и жидкую фазу дыма, а также очистители.

3.2.23.2 Выбросы в атмосферу

Сильные запахи выделяются во время операций копчения и сушки. Во время копчения производится больше выбросов, чем на этапе сушки. Удаляемый дым также содержит ЛОС. Некоторые установки удаляют запахи из дыма перед тем, как он выбрасываются в атмосферу.

3.2.23.3 Отходы

В результате копчения образуется древесная зола.

3.2.23.4 Энергопотребление

Энергия нужна для дымообразования, нагревания и сушки.

3.2.24 Гидрогенизация/переэтерификация и фракционирование (D5)

3.2.24.1 Сточные воды

Вода используется для целей охлаждения, поскольку температура конечного продукта не должна превышать 50 °C, при фракционировании – не более 60°C. Пар от умягченной и деминерализованной воды необходим для нагревания автоклавов и/или реакторов, а также для разогрева жиров с помощью теплообменного оборудования. Вода также используется для очистки установки. Потребление воды находится в пределах между 0,8 и 2 $м^3$ питьевой воды и/или деминерализованной воды на тонну продукта, в зависимости от типа системы охлаждения. Потребление воды для охлаждения находится в пределах между 2 и 5 $м^3$/т продукта.

Образуемые сточные воды содержат растворимые органические вещества, взвешенные вещества и жиры [103].

Вода, используемая в процессе фракционирования, находится в замкнутом цикле. Сточные воды не образуются

3.2.24.2 Выбросы в атмосферу

Выбросы в атмосферу присутствуют в виде пара.

3.2.24.3 Отходы

В процессах гидрогенизации и переэтерификации в качестве побочной продукции образуется технический жир, а в качестве отходов — отработанный катализатор и жировые погоны. Технический жир наряду с техническим саломасом используется непосредственно в мыловарении либо направляется на дополнительное гидрирование (в технический саломас).

В процессе фракционирования отходы не образуются.

При производстве переэтерифицированных животных и растительных жиров и масел и их фракций образуются такие отходы, как отбеливающие глины, содержащие растительные масла.

3.2.24.4 Энергопотребление

Энергия поставляется в виде пара и электроэнергии. Общее потребление энергии составляет при гидрогенизации и переэтерификации – от 10,18 кВт ч/т продукта, пара 0,06 Гкал/т, при фракционировании – от 530,08 кВт-ч/т продукта и 1,81 Гкал/т соответственно.

3.2.24.5 Уровень шума

Проблема шума может возникать в связи с работой градирен, вакуумных систем, насосного оборудования и перемешивающих устройств.

3.2.25 Сульфитация (D6)

3.2.25.1 Выбросы в атмосферу

Веществом, оказывающим вредное воздействие на окружающую среду, является SO_2, тем не менее, оно легко поглощается обрабатываемой жидкостью, например, пюре, свекловичным соком, сиропом, а действительные остаточные выбросы крайне малы.

3.2.26 Дефекация/сатурация (D7)

3.2.26.1 Выбросы в атмосферу

Выделяемые в атмосферный воздух газы и пары из аппаратов для дефекации/сатурации содержат CO_2, CO, NH_3, NO_2, NO, SO_2.

3.2.27 Бланширование (E1)

3.2.27.1 Сточные воды

Выщелачивание сахаров, крахмалов и других растворимых органических соединений из сырых фруктов и овощей в бланшировочной воде приводит к высоким уровням БПК, взвешенных веществ и растворенных твердых частиц. Поскольку бланшировочная вода обычно повторно используется/очищается, объем сточных вод при бланшировании, как правило, относительно мал. Тем не менее, при этом в сточных водах обычно концентрируются загрязнители.

3.2.27.2 Выбросы в атмосферу

В атмосферный воздух может выделяться пар. В зависимости от бланшируемого сырьевого материала, выбрасываемый воздух может содержать низкие уровни ЛОС, которые могут характеризоваться низким уровнем образования запаха.

3.2.27.3 Отходы

Некоторые твердые органические вещества могут накапливаться на дне бланширователей. Их необходимо периодически удалять.

3.2.27.4 Энергопотребление

Энергия используется для нагревания бланшировочной воды.

3.2.28 Варка и кипячение (E2)

3.2.28.1 Сточные воды

Сточные воды образуются во время переработки и очистки и содержат остатки продукта. Образуемые сточные воды также содержат растворенные органические вещества, взвешенные вещества, жиры, растворенные твердые частицы и, возможно, нитраты, нитриты, аммиак и фосфаты.

3.2.28.2 Выбросы в атмосферу

Выбросы в атмосферный воздух включают запах и ЛОС.

3.2.28.3 Отходы

Твердые продукты на выходе, содержащие органические вещества и жиры, могут образовываться при очистке оборудования для тепловой обработки продуктов.

3.2.28.4 Энергопотребление

Для варки и кипячения используют энергию для нагревания, например, для образования пара.

3.2.29 Обжаривание (E3)

3.2.29.1 Сточные воды

Малое количество воды используется для быстрого охлаждения.

Такая вода частично выпаривается и выделяется в атмосферу и частично поглощается продуктом.

3.2.29.2 Выбросы в атмосферу

Выбросы, исходящие как из аппарата для обжаривания, так и из охлаждающего аппарата, содержат компоненты, обусловливающие их запах, CO_2, NO_2 и ЛОС. Концентрация ЛОС, вызывающих запах, для выбросов, исходящих из аппарата для обжаривания, выше, чем для выбросов из охлаждающего аппарата. Уровни ЛОС выше, если продукт обжаривается сильнее, например, когда температура продукта в конце процесса обжаривания выше.

При использовании аппаратов для обжаривания непрерывного действия выбросы также являются непрерывными. Абсолютный уровень ЛОС зависит от температуры продукта в конце обжаривания; количества воздуха, используемого для обжаривания, и оказывающего разжижающее воздействие на слой продукта; самого продукта и времени обжаривания.

Выбросы органических веществ и потеря органических веществ при обжаривании являются результатом распада или химической реакции, например, хлорогеновой кислоты, лимонной кислоты, щавелевой кислоты, сырых белков и тригонеллина. В случае неочищенного газа, измеренное содержание ароматообразующих веществ составляет вплоть до 300000 OU/Н-м^3. Образуется массовая концентрация общего содержания органического углерода (ОСОУ) вплоть до 10000 мг/Н-м^3. Также образуются аммиак, оксиды азота, двуокись углерода и окись углерода.

Выбросы пыли также могут представлять собой проблему.

3.2.29.3 Отходы

В зависимости от вида производимого продукта питания возможны твердые отходы.

3.2.29.4 Энергопотребление

Действительное потребление энергии зависит от типа используемого аппарата для обжаривания, а также от разработанной системы использования дымовых газов.

3.2.30 Жарение (E4)

3.2.30.1 Сточные воды

Сточные воды образуются при очистке оборудования и содержат жиры, в форме свободного жира и эмульгированного жира, а также других остатков продукта. Такие сточные воды также содержат взвешенные вещества, растворенные органические вещества и растворы кислоты/щелочи.

3.2.30.2 Выбросы в атмосферу

Воздух над обжарочным аппаратом удаляется для предотвращения выбросов загрязняющих веществ в рабочую зону. Выбросы загрязняющих веществ могут содержать ЛОС, такие как продукты распада пищевого масла. Запах также может представлять собой проблему, связанную с выбросами загрязняющих веществ.

3.2.30.3 Отходы

Масло, срок годности которого подошел к концу, необходимо утилизировать как отходы производства. В твердых продуктах на выходе также могут содержаться неорганические вещества.

3.2.30.4 Энергопотребление

Обжарочная печь обычно работает на жидком топливе или нагревается за счет пара.

3.2.31 Пастеризация и стерилизация (E5)

3.2.31.1 Сточные воды

Вода или другая охлаждающая жидкость необходимы для охлаждения после тепловой обработки.

В случае асептического наполнения образуются потери как органических, так и неорганических веществ в виде отложений на теплопередающей поверхности. Позже они сбрасываются в сточные воды во время мойки оборудования. В случае тепловой обработки после консервирования необходима хлорированная холодная вода, что приводит к образованию сточных вод, содержащих растворенные органические вещества и взвешенные вещества.

3.2.31.2 Энергопотребление

Для тепловой обработки требуется энергия, обычно в виде пара или горячей воды. После тепловой обработки энергия может быть извлечена посредством теплообмена в установке по рекуперации тепла. Для конечного охлаждения нужна охлаждающая вода. Охлаждение может сопровождаться однократным охлаждением, при котором вода для охлаждения охлаждается в градирне или в системе

рециркуляции охлаждающей воды. Последняя использует систему механического охлаждения, поэтому она потребляет энергию.

3.2.32 Влаготепловая обработка мятки (E6)

3.2.32.1 Сточные воды

Сточные воды образуются при очистке оборудования и содержат жиры, в форме свободного и эмульгированного жира, а также других остатков продукта. Такие сточные воды также содержат взвешенные вещества, растворенные органические вещества и растворы кислоты/щелочи.

3.2.32.2 Выбросы в атмосферу

Воздух над жаровней удаляется для предотвращения выбросов загрязняющих веществ в рабочую зону. Выбросы загрязняющих веществ могут содержать ЛОС, акролеин (0,001 г/м^3), продукты распада пищевого масла.

Запах также может представлять собой проблему, связанную с выбросами загрязняющих веществ.

3.2.32.3 Энергопотребление

Жаровня обычно нагревается за счет пара.

3.2.33 Тостирование шрота (E7)

3.2.33.1 Сточные воды

Сточные воды образуются при очистке оборудования и содержат жиры, в форме свободного и эмульгированного жира, а также других остатков продукта. Основными загрязнениями производственных сточных вод маслоэкстракционных заводов и цехов являются растворенный и эмульгированный бензин. Наличие бензина в сточных водах объясняется некоторой его растворимостью, а также и выносом со шротовыми частицами, отходящими от мокрых шротоловушек, конденсаторов и тостеров.

3.2.33.2 Выбросы в атмосферу

Выбросы загрязняющих веществ могут содержать органическую пыль 0,154 г/м^3, водяные пары и пары растворителя 0,005 г/м^3.

3.2.33.3 Отходы

Сопутствующим продуктом при производстве подсолнечного растительного масла является шрот, образуемый в количестве 35-42 % от объема семян. Масличность шрота – 1,0-1,5 %. В своем составе шрот содержит: азот – 6–7 %, сырой протеин (N * 6,25) – 39-40 %, сырой жир – 0,6-1,5 %, клетчатка – не более 23 %, общий

фосфор (P_2O_5) – 2,4-2,9 %, безазотистые экстрактивные вещества –22,8 - 38,1 %, общая зола – не более 6,5 %.

3.2.33.4 Энергопотребление

Требуются электроэнергия и пар. Уровни зависят от типа применяемого оборудования. Например, потребление энергии составляет 170 – 390 кВт пара (от 600 до 1400 МДж) и 30 – 60 кВт ч/т масличных семян (от 100 до 200 МДж). Потребление энергии зависит, в основном, от сорта масличных семян и типа замкнутой системы охлаждения водой.

3.2.34 Выпаривание/испарение (жидкость – жидкость) (F1)

3.2.34.1 Сточные воды

Удаление отложений в период очистки и потери продукта во время запусков и остановок определяют загрязнение органическими и неорганическими веществами сточных вод. Во время испарения воды из продукта образуется конденсат. В зависимости от содержания в нем, например, органических, неорганических веществ и взвешенных веществ, такой конденсат можно использовать повторно в технологическом процессе или очистить на КОССВ. Конечные пары конденсируются в открытом или закрытом конденсаторе с использованием воды для охлаждения. Сточные воды содержат растворенные органические и неорганические вещества и взвешенные вещества.

3.2.34.2 Выбросы в атмосферу

Иногда неконденсирующиеся газы выделяются в атмосферный воздух, чтобы обеспечить эффективный теплообмен. Возникающее вредное воздействие на окружающую среду зависит от состава удаляемых газов. Пыль и запах также могут представлять собой проблему.

3.2.34.3 Энергопотребление

Потребность в паре для однокорпусного испарителя варьируется в диапазоне от 1,1 до 1,2 тонн пара на тонну испаренной воды. Потребность в энергии можно снизить при использовании многокорпусных испарителей. В случае двукратного или трехкратного воздействия, потребность в паре снижается соответственно до 0,6 – 0,7 и 0,4 тонн на тонну испаренной воды. Потребление пара также можно уменьшить путем механической или термической рекомпрессии пара. Целесообразно также использование отходящих газов для рекуперации энергии из других процессов, таких как сушка.

3.2.34.4 Уровень шума

Шум часто образуется в процессе сгущения на вакуум-выпарных аппаратах, в частности, при работе термокомпрессора, механического компрессора, паровых эжекторов и из-за высокой скорости течения пара или жидкости в трубопроводе.

Интенсивность таких шумов можно снизить путем применения соответствующей звукоизоляции. Шум также может образовываться при работе насосов из-за кавитации.

3.2.35 Сушка (F2)

3.2.35.1 Сточные воды

Использование воды обычно сводится к мойке оборудования, расход воды дифференцируется в зависимости от типа оборудования. Сточные воды, образующиеся во время мойки, содержат растворимые органические и взвешенные вещества. При использовании скрубберов для очистки воздуха от сушильных аппаратов, могут образовываться сточные воды, содержащие органические материалы.

3.2.35.2 Выбросы в атмосферу

При сушке горячим воздухом, образуется газ/пар, который выбрасывается в атмосферный воздух. Такой газ/пар может содержать пыль и ЛОС, образующиеся в процессе, что может приводить к проблеме запаха. В этом случае может потребоваться дополнительная обработка отработавшего воздуха. В зависимости от типа сырьевого материала или продукта, пыль может быть липкой и влажной, например, при переработке масличных семян. Пыль чаще всего извлекается при использовании циклонных пылеуловителей и скрубберов. Если сушка производится при использовании горелок с прямой подачей топлива или газа, отходящие газы могут содержать CO_2, CO, SO_2, NO_x, в зависимости от источника тепла и типа горелки.

3.2.35.3 Отходы

Твердые отходы могут образовываться на выходе, когда оборудование освобождается для следующей партии или мойки. Такой твердый продукт на выходе может состоять из сырьевого материала, остатков продукта и пыли, которые были извлечены из исходящего воздуха. Твердые продукты/пыль можно повторно использовать в технологическом процессе, или реализовывать в качестве корма для животных.

3.2.35.4 Энергопотребление

В случае испарения воды теоретически требуется 0,611 кВт ч/кг (2,2 МДж/кг) энергии. На практике этот показатель в значительной мере зависит от типа используемого сушильного аппарата, потерь энергии в процессе и может варьировать в диапазоне 0,556-1,08 кВт ч/кг (2,0-3,9 МДж/кг).

3.2.35.5 Уровень шума

Шум может возникать из-за воздухоприемных и воздуховыпускных отверстий сушильных аппаратов, работы распылительных устройств, работы двигателей барабанных сушильных аппаратов.

3.2.36 Охлаждение (G1)

3.2.36.1 Сточные воды

Вода может использоваться в качестве охлаждающей жидкости в прямоточной системе. При рециркуляции воды для охлаждения можно использовать градирни с замкнутым циклом.

3.2.36.2 Выбросы в атмосферу

При криогенном охлаждении образуются выбросы газообразных N_2 или CO_2. Течи холодильного оборудования могут привести к выбросам хладагента.

3.2.36.3 Энергопотребление

Электроэнергия нужна для привода насосов, по которым циркулирует вода для охлаждения или вентиляторов при воздушном охлаждении. Например, для охлаждения маргарина с использованием механических систем охлаждения требуется мощность 50-149 кВт·ч/ 1 т маргарина в зависимости от вида маргарина. Тем не менее, в общем, потребление энергии ими значительно меньше общего количества энергии, необходимого для производства и использования жидких N_2 или CO_2.

3.2.36.4 Уровень шума

Проблема шума может возникнуть из-за вентиляторов и градирен.

3.2.37 Замораживание (G2)

3.2.37.1 Сточные воды

При иммерсионном замораживании могут образовываться сточные воды, содержащие использованный охлаждающий раствор.

3.2.37.2 Выбросы в атмосферу

При криогенной заморозке образуются выбросы газообразных N_2 или CO_2.

3.2.37.3 Энергопотребление

Потребление энергии является основной экологической проблемой. Электроэнергия нужна для работы вентиляторов для циркуляции воздуха в морозильной установке. Например, глубокое замораживание является наиболее

энергоемким этапом при производстве овощей, замороженных при низкой температуре, при этом потребляется 80 – 280 кВт ч/т замороженных овощей. Также потребляется энергия в виде горячей воды, равная примерно 0,003 кВт-ч/м^2 (0,01 МДж/м^2) поверхности пола туннеля/час работы. Потребление энергии при реализации процесса в морозильном туннеле зависит от многих факторов. Так, при замораживании фруктов и овощей этими факторами могут быть:

- тип замораживаемых пищевых продуктов. Например, объемные овощи, такие как соцветия цветной капусты, сложнее замораживать, чем мелкие овощи, такие как горох или морковь кубиками;
- температура пищевых продуктов на входе в морозильную установку. Чем выше такая температура, тем большее количество тепла нужно удалить из пищевых продуктов перед их заморозкой;
- массовая скорость потока пищевых продуктов. Чем выше скорость потока, тем большее количество тепла необходимо удалить, и тем выше потребность в холодном воздухе в установке;
- продолжительность обработки, которой также определяется потребность в холодном воздухе в морозильной установке. Чем больше продолжительность обработки, тем больше вероятность того, что пищевые продукты заморозятся. Продолжительность обработки прямо пропорциональна толщине слоя пищевых продуктов;
- потребление энергии, которое определяется скоростью потока воздуха в морозильной установке. Чем выше скорость потока воздуха, тем лучше теплообмен между испарителями и воздухом, с одной стороны, и воздухом и пищевыми продуктами, с другой стороны. Более высокая скорость потока воздуха приводит к более высокому потреблению энергии вентиляторами и к более высокой нагрузке на систему охлаждения для морозильной установки, т.к. всю эту энергию необходимо отвести;
- эффективность или коэффициент полезного действия (КПД), который играет важную роль в потреблении энергии морозильными установками. Как показано выше, эффективность в основном определяется конденсацией и температурой испарителя.

Потребление энергии на единицу веса замороженных продуктов в значительной мере зависит от параметров, установленных для температуры испарителя, скорости вентилятора и скорости потока продукта, а также давления конденсации и типа обрабатываемого продукта. Поскольку на потребление энергии влияет множество факторов, соответственно, в отношении потребления можно только наметить его широкий диапазон.

3.2.37.4 Уровень шума

Проблема шума может возникнуть в связи с работой вентиляторов

3.2.38 Сублимационная сушка /лиофилизация (G3)

3.2.38.1 Сточные воды

Конденсированная вода, полученная из высушенного продукта, утилизируется как сточные воды. Объем этой воды зависит от изначального содержания воды в материале и типе высушиваемого материала. Сточные воды содержат растворенные органические вещества и взвешенные вещества.

3.2.38.2 Энергопотребление

При сублимационной сушке в основном используется электроэнергия.

3.2.39 Вымораживание (винтеризация) (G4)

3.2.39.1 Сточные воды

В сточных водах после мойки оборудования содержатся растворенные органические и минеральные вещества и нерастворенные, находящиеся во взвешенном и эмульгированном состоянии, которые трудно отделяются от воды.

3.2.39.2 Энергопотребление

Электроэнергия нужна для охлаждения с использованием механических систем охлаждения, как правило, требуется мощность 0,3 – 1,0 кВт.

3.2.40 Фасование и упаковка (H1)

3.2.40.1 Сточные воды

Сбросы сточных вод возникают из-за пролива продукта. Сточные воды образуются, например, при очистке стеклянных емкостей и бочек. При очистке установок и оборудования также образуются сточные воды, которые обычно содержат растворенные органические вещества и взвешенные вещества.

3.2.40.2 Выбросы в атмосферу

Процесс упаковки и наполнения может сопровождаться выбросами пыли.

3.2.40.3 Отходы

Твердые отходы включают отходы, образующиеся, например, из-за сбоев/неэффективности упаковочной машины во время фасовки, и производственные отходы при укупорке, особенно во время запусков и остановок машины. Такие процессы, как выдувание стеклянной тары, обычно совершаются поставщиками за пределами предприятия, но отходы могут возникать из-за боя тары на месте. Выдувание тары из полиэтилентерефталата (PET) может производиться на площадке с использованием либо гранул PET, либо поставляемых предварительных заготовок. При этом образуются отходы. Коробки из многослойного картона и пакеты производятся на площадке. При этом образуются отходы из обрезков. Небольшие

количества твердых отходов образуются от использования чернил и при очистке печатного оборудования. При смазке оборудования и в транспортной системе также образуются отходы. Некоторые виды упаковки перерабатываются.

3.2.40.4 Энергопотребление

Энергия потребляется наполнительным/укупорочным/упаковочным оборудованием и при других сопутствующих действиях.

3.2.41 Заполнение упаковки газами и хранение в газовой упаковке (H2)

3.2.41.1 Выбросы в атмосферу

Все смеси газов, используемые в вышеуказанных процессах, поставляются на упаковочные установки либо в предварительно смешанном виде, либо в виде отдельных газов, которые смешиваются на месте. Выбросы газов, например, CO_2, возможны во время технологических процессов или в результате аварии.

3.2.42 Очистка и дезинфекция (U1)

3.2.42.1 Сточные воды

Для очистки (мойки) и дезинфекции требуется большое количество воды. На многих установках этот процесс потребляет наибольшее количество воды, при этом ее количество зависит от типа и размера оборудования, которое необходимо очистить и обрабатываемых материалов. При очистке и дезинфекции образуются сточные воды, которые обычно содержат растворимые органические вещества, жиры, взвешенные вещества, нитраты, нитриты, аммиак и фосфаты, образующиеся из остатков продукта и удаляемых осажденных твердых веществ. В них также содержатся остатки моющих средств, например, растворов кислоты или щелочи. В основном, используемые средства очистки и дезинфекции сбрасываются в сточные воды, либо в своем изначальном виде, либо в виде продуктов реакций.

Для данного технологического процесса требуется большое количество воды. Так, основное потребление воды в кондитерском производстве происходит в процессе мойки и дезинфекции оборудования. Расход воды для мойки оборудования и инвентаря принимается 800 л в смену на 1 моечную ванну; 20 – 25 л в смену на 1 варочный аппарат и 12 л в смену на 1 машину. На мойку полов расход воды составляет около 2 л на 1 $м^2$ площади пола.

Оборудование перед мойкой должно быть очищено от твердых остатков сырья, перерабатываемого материала, полуфабриката или готового продукта

Сточные воды при очистке и дезинфекции содержат растворимые органические соединения, твердые отходы, нитраты, нитриты, аммиак и другие соединения азота, фосфорсодержащие вещества, жировые соединения. Кроме того, сточные воды содержат остатки моющих средств, например кислотные и щелочные растворы, а также продукты их взаимодействия с органическими соединениями. Кислая среда

сточных вод при мойке и дезинфекции объясняется наличием в их составе остатков молочной и уксусной кислот образующихся при мытье емкостей из-под молока и плодово-ягодных заготовок.

3.2.42.2 Выбросы

При мойке и дезинфекции оборудования в атмосферный воздух происходит выделение гидроксида натрия (при использовании каустической соды)

3.2.42.3 Отходы

Во время процесса очистки образуются твердые соединения, оставшиеся на оборудовании, которые частично возвращаются в производственный процесс.

3.2.42.4 Энергопотребление

Очистка обычно проводится при повышенной температуре. Это обусловливает затраты энергии, как правило, на подогрев воды и производство пара для очистки и дезинфекции.

3.2.43 Производство и потребление энергии (U2)

3.2.43.1 Сточные воды

Для обеспечения работы технологического оборудования в котельных предприятия предусматривается установка паровых котлов, которые необходимо периодически промывать водой. Сточные воды после промывки содержат диоксид кремния и другие растворимые минеральные вещества. Очистка сточных вод осуществляется на очистных сооружениях предприятия или может быть предусмотрена очистка в общей системе очистных сооружений региона. Промывка котельного оборудования направлена на поддержание эффективной и надежной работы котельной.

3.2.43.2 Выбросы в атмосферу

Основными продуктами сгорания являются оксид углерода, оксид азота, диоксид азота, оксид серы, бензапирен. Также виды продуктов сгорания зависят от вида используемого топлива, процесса сгорания, конструкции установки для сжигания, температуры сгорания топлива. Если в качестве топлива для котельной используется природный газ, то количество выбросов оксидов азота может быть снижено путем инжекции пара в камеру сгорания газовой турбины, или при использовании горелок с низким содержанием NO_2.

Основные продукты, образующиеся в результате процесса горения – это CO_2 и пары воды. Выбросы CO_2, образующиеся при сжигании угля, почти в два раза превышает выбросы при сжигании природного газа.

Выбросы SO_2 являются результатом сернистости топлива. В газе сера содержится только в следовых количествах. В газойле содержится до 0,1 % серы по весу. В угле содержится от 0,5 % до 2,5 % серы по весу. В нефтяном топливе может содержаться до 3,5 % серы по весу.

Выбросы NO_x зависят не только от топлива, но также от конструкции самого сжигающего агрегата и температуры пламени. Как правило, газ не содержит каких-либо значительных количеств азотных соединений, но при окислении азота в воздухе горения будет образовываться NO_x. Таким образом, количество NO_x, образующееся при горении газа, является наиболее низким по сравнению с количеством, образующимся при горении любого ископаемого топлива. Выбросы NO_x можно уменьшить путем нагнетания пара в камеру сжигания газовой турбины или путем использования горелки с низкой эмиссией NO_x.

Когда продукт нагревается путем непосредственного контакта с горючими газами, в технологический воздух выделяются ЛОС и запахи. Выделяемое в дымовой трубе тепло зависит от типа топлива и конструкции установки.

Потребление электроэнергии не приводит к выбросам на установках предприятий по производству продуктов питания, поскольку выбросы образуются на электростанции.

3.2.43.3 Отходы

При использовании бойлеров, работающих на твердом топливе, образуется пепел, а также накипь и нейтральный слой нагара, которые удаляются во время периодического обслуживания и очистки бойлера. Их направляют на утилизацию как отходы производства.

3.2.43.4 Уровень шума

Нормальная работа бойлера не приводит к возникновению шума за пределами установки, но уровень шума также зависит от мер, предпринимаемых для его снижения с учетом близости соседних зданий. В моменты прерывания процесса и во время испытания и пуска в эксплуатацию возможны краткие периоды работы предохранительно-разгрузочного клапана бойлера. Вероятнее всего, что шум – это эффект локального воздействия установки, но он может явиться источником временных неудобств. Крупные разгрузочные клапаны могут быть оснащены глушителями.

3.2.44 Водоснабжение (U3)

3.2.44.1 Сточные воды

Сточные воды, образующиеся при регенерации воды или при других процессах, сбрасываются в канализацию. Можно применять минимизацию потребления воды путем оптимизации процессов и повторного использования воды.

3.2.44.2 Отходы

Отработанные фильтры очистки воды содержат различное количество твердых отходов. Утилизация фильтров проходит в соответствии с природоохранным законодательством. Утилизацию, как правило, осуществляют методом сжигания

3.2.45 Создание вакуума (U4)

3.2.45.1 Сточные воды

Вода используется в водокольцевых вакуумных насосах для охлаждения и герметизации. Для уменьшения потребления воды она обычно рециркулирует в системах с замкнутым циклом, при этом отвод определяется конденсирующимися летучими веществами. Образуются сточные воды, которые содержат растворимые органические вещества.

Если для создания вакуума используются пароструйные эжекторы, необходимо конденсировать не только воду, выходящую из установки с откаченным воздухом, но также приводной пар струйных эжекторов. Обычно это происходит в струйном конденсаторе. При этом вода используется для конденсации пара вместе с любыми летучими веществами, которые им переносятся. В случае крупных установок, например, во время рафинирования сахара или пищевого масла, объем воды, используемой для конденсации пара, может быть значительным. Переносимые паром летучие вещества конденсируются в воде, тем самым повышая уровень растворенных органических веществ. Чтобы уменьшить потребление воды, можно использовать рециркуляцию воды через градирни, в таком случае требуется отвод конденсированного пара в систему, что может привести к концентрации органических веществ в воде. При использовании холодильников с наружным охлаждением или теплообменников, объем конденсата соответствует объему отводимого пара и других конденсирующихся летучих веществ и будет включать в себя любые переносимые паром органические летучие вещества.

3.2.45.2 Выбросы в атмосферу

В зависимости от обрабатываемого материала, воздух, откачиваемый вакуумными насосами, может содержать летучие вещества, которые при отсутствии надлежащего контроля могут повлечь за собой проблемы с запахом.

Возможны выбросы неконденсирующихся веществ в атмосферный воздух пароструйными эжекторами. В зависимости от обрабатываемого материала, такие выбросы могут привести к выделению запахов. Если вода конденсатора рециркулирует по охлаждающим колоннам, ветровое течение/туман из колонн может привести к выделению запахов. В таком случае можно использовать непрямую рециркуляцию с теплообменниками с двумя циклами. Теплообменники необходимо регулярно очищать.

3.2.45.3 Энергопотребление

Использование энергии будет зависеть от типа используемого компрессора, достигаемого абсолютного давления и размера системы. Для крупномасштабных операций потребление может быть обоснованно высоким.

3.2.45.4 Уровень шума

Шум может возникать из-за работы вентиляторов, связанных с градирнями.

3.2.46 Холодоснабжение (U5)

3.2.46.1 Сточные воды

Потребление воды может быть значительным, в случае если вода используется в качестве охлаждающей среды.

Потребление воды на охлаждение снижается при рециркуляции воды в охлаждающей системе.

3.2.46.2 Выбросы в атмосферу

При правильной эксплуатации холодильного оборудования выброс вредных веществ (NH3, CFCs) не происходит, т.к. системы охлаждения закрыты.

Аварийная поломка или утечка могут стать причиной выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух. Аварийные выбросы аммиака, фреона, (как правило, фреон 22) происходят в результате неплотного соединения кожуха компрессора и трубопровода, а также в ходе ремонта компрессора. Количество таких выбросов должно быть сведено к минимуму

3.2.46.3 Энергопотребление

Холодильное оборудование требует высокой входной электроэнергии. Расход холода для технологического оборудования варьирует в пределах: максимальная холодопроизводительность предприятия: 3569кВт ч (3068786 ккал/ч; 12848400 кДж/ч, минимальная холодопроизводительность, при условии работы всех машин на минимальной мощности – 887кВт (763025 ккал/ч; 3146640 кДж/ч.

Общее максимальное потребление эл.энергии х/м: 2026,8 кВт ч, общее минимальное потребление эл.энергии х/м, при условии работы всех машин на минимальной мощности: 771,8 кВт ч.

3.2.46.4 Уровень шума

Шум, производимый компрессорами холодильного оборудования, может представлять собой проблему.

3.2.47 Генерация сжатого воздуха (U6)

Для генерации сжатого воздуха часто необходима система водяного охлаждения.

3.2.47.1 Выбросы в атмосферу

Выбросы в атмосферный воздух, как правило, минимизируются благодаря использованию фильтров для удаления масла и других примесей, чтобы обеспечить качество сжатого воздуха на уровне пригодного для пищевых продуктов.

3.2.47.2 Энергопотребление

Энергия потребляется компрессором.

3.2.47.3 Уровень шума

Шум может представлять собой проблему.

3.3 Потребление энергии и уровни эмиссии при производстве продуктов питания

Типовые технологические процессы в производстве продуктов питания описаны в 2.2.

В данном разделе приведен обзор потребления воды и объемов сбросов сточных вод для технологий производства продуктов питания.

3.3.1 Производство продукции из мяса убойных животных и мяса птицы

Сточные воды

При производстве продуктов из мяса и птицы основным неблагоприятным фактором воздействия на окружающую среду являются сточные воды. Значительное количество воды используют для промывки и размораживания мяса. По имеющимся сведениям потребление воды составляет примерно 3–5 $м^3$/т. Воду, используемую для размораживания, можно использовать повторно в замкнутом цикле. При разделке и охлаждении туш животных во избежание возникновения микробиологического риска

соблюдают самые строгие санитарные требования. Это приводит к образованию относительно большого объема сточных вод после мойки технологического оборудования и производственных помещений.

Объем и состав образуемых производственных сточных вод представлен в таблице 3.8.

Таблица 3.8 – Объем и состав образуемых производственных сточных вод (по данным анкетирования предприятий, средние данные)

Наименование загрязняющего вещества	По фактическим данным				
	Годовая масса загрязняющего вещества, т	Минимальный выброс, мг/л	Максимальный выброс, мг/л	Средний выброс, мг/л	Тип измерений
Нитрат-анион	0,214	0,083	0,932	0,348	периодически
Нитрит-анион	0,002	0,001	0,007	0,003	периодически
Сульфат-анион (сульфаты)	0,789	0,238	1,973	1,282	периодически
Азот	0,011	0,009	0,035	0,0185	периодически
Фосфор	0,012	0,005	0,031	0,0188	периодически

Выбросы в атмосферу

Загрязнение атмосферного воздуха, в основном, происходит вследствие работы бойлерных и коптильных установок. В ходе технологического процесса могут образовываться неприятные запахи. Также к загрязнению атмосферного воздуха может привести утечка хладагента.

Объем и состав образуемых производственных выбросов в атмосферу представлен в таблице 3.9.

Таблица 3.9 – Объем и состав образуемых производственных выбросов в атмосферу (по данным анкетирования предприятий, средние данные)

Наименование загрязняющего вещества	По фактическим данным				
	Годовая масса загрязняющего вещества, тонн	Минимальный выброс, г/с	Максимальный выброс, г/с	Средний выброс, г/с	Тип измерений
Азота диоксид	0,550	0,00002	0,0315	0,4394	периодически
Аммиак	0,712	0,0001	0,2349	0,2450	периодически
Азота оксид	0,090	0,000003	0,0036	0,0640	периодически
Взвешенные вещества PM10	0,911	0,0014	1,3436	0,4016	периодически
Взвешенные вещества PM2,5	0,062	0,0026	0,0707	0,0301	периодически
Взвешенные вещества	8,924	0,0083	0,1083	2,5140	периодически
Метан	0,014	0,0042	0,0042	0,0042	периодически
Сероводород	0,345	0,00004	0,0738	0.0795	периодически
Серы диоксид	0,005	0	0,0154	0,0255	периодически
Углерода оксид	2,067	0,0001	0,1672	3,9914	Периодически

Отходы

При разделке и отделении мяса и птицы от костей остаются кости, жилки, сухожилия, хрящи, жир и шкура. Кости и жир можно использовать для производства клея, моющих средств и желатина. Некоторые побочные продукты животного происхождения должны быть утилизированы в качестве отходов. Твердые продукты могут образовываться в процессе упаковки, например, отходы упаковочного материала. Жилки, хрящи, сухожилия используются как полуфабрикаты для кормления животных.

В таблице 3.10 приведены части туш животных, являющихся побочными продуктами.

Таблица 3.10 – Побочные продукты при разделке и отделении мяса от костей

	Побочные продукты при разделке/отделении от костей (% массы туш)		
	Говядина	**Свинина**	**Птица**
Кости	21,0–24,0	11,9–14,1	1–2
Жир-сырец	1,5–15,0	10,0	6
Шкура	–	8,4	1–2
Жилки, хрящи, сухожилия	2,4	1,9–2,1	0,8
Технические зачистки	0,8	0,1	
Потери	0,1	0,1	

Энергопотребление

Такие процессы тепловой обработки как кипячение, варка, пастеризация, сухая стерилизация и копчение потребляют значительное количество тепловой энергии. Кроме того, охлаждение, замораживание, размораживание, очистка и дезинфекция, применяемые при производстве мясных продуктов относятся к энергоемким процессам.

3.3.1.1 Производство соленого, вареного, запеченного, копченого, вяленого и прочего мяса

Эта категория охватывает широкий ряд продукции и методов переработки, которые невозможно рассматривать по отдельности.

Все линии, оборудование и зоны технологического процесса, не находящиеся в отведенных сухих зонах, требуют влажной уборки. В результате образовываются сточные воды, загрязненные продукцией, сырьевыми материалами и моющими химикатами. Если такие сточные воды сбрасывать в канализационную систему, то увеличится ХПК, содержание жира и ВТЧ в сточных водах. В результате использования способов варки, предусматривающих непосредственный контакт воды или пара с продукцией, также образуются сточные воды. Это же касается процессов охлаждения, глубокого замораживания и упаковки.

После мойки оборудования и возможных проливов ингредиенты, добавляемые в мясо, могут попасть в сточные воды.

В таблице 3.11 кратко обобщены обобщенные уровни потребления воды и сбросов сточных вод в производстве продуктов этой группы. Технологическая схема производства вареного окорока и копчено–вареного рулета приведена на рисунке 2.2.

Таблица 3.11 – Показатели потребления воды и сбросов сточных вод при производстве вареного окорока

Вареный окорок						
Типовой процесс		Потребление воды ($м^3$/т)	Объем сточных вод $м^3$/т	Твердые продукты на выходе (кг/т)	Энергия (кВт-ч/т)	Тепловая энергия тыс. Ккал/т
Код	Процесс					
A1	Перемещение и хранение материалов	**		** (пластик/ картон)	*	
A2	Сортирование/просеивание, классификация по качеству, шелушение, удаление плодоножек/отделение стеблей и очистка	**		* (мясо)	*	
A4 A5	Мойка и размораживание/ дефростация	0–15	**	** (жир)	*	**
B1	Разделка, нарезание ломтиками, шинкование, измельчение через мясорубку, протирание и прессование	*		** (мясо)	0,01–9,70	
B2	Перемешивание/смешивание, гомогенизация			* (мясо)	0,78–1,34	
B4	Формование/отливка и прессование			* (мясо)	1,20–1,24	
D3	Соление/посол/вяление и маринование	4,7	*	** (соль)	*	
D4	Копчение			* (зола)		**
	Покрытие/распыление/ глазирование/агломерация/инкапсулирование			* (пыль)		
E2	Варка и кипячение	2,5	***		*	**
E3	Обжаривание			* (пыль)		**
E4	Жарение					**
E5	Пастеризация и стерилизация	*			*	**
F2	Обезвоживание			* (пыль)	*	***
H1	Фасование и упаковка			* (пластик)	**	
Вареный окорок						
U1	Очистка и дезинфекция	**	**		*	*

Продолжение таблицы 3.11

Вареный окорок						
Типовой процесс		Потребление воды ($м^3$/т)	Объем сточных вод $м^3$/т	Твердые продукты на выходе (кг/т)	Энергия (кВт-ч/т)	Тепловая энергия тыс. Ккал/т
Код	Процесс					
U2	Производство и потребление энергии	0,25	*		**	
	размораживание					312
	пароварочные камеры для варки колбасных изделий (трехрамные);					220—406
	кондиционеры для сушки колбасных изделий;					142—910
	универсальная камера, обжарка колбасных изделий;					124--170
	варка колбасных изделий;					80—274
	производство вареных колбас;		14,5			
	производство копченостей;		4,6			
	производство полуфабрикатов;		2,97-3,77			
	производство консервов		4,62-6,0			
U3	Водоснабжение			* (смолы)	*	
U4	Создание вакуума	*			*	
U5	Холодоснабжение		**		**	
	Общие итоговые данные типового оборудования (все типовые процессы не всегда выполняют на одном оборудовании, поэтому итоговые данные не являются суммой показателей для каждого типового процесса)	**4-18**[1]	10–21			

[1)] Для размораживания водой применимо значение выше.
* низкое потребление/сбросы
** среднее потребление/ сбросы
*** высокое потребление/ сбросы

В процессе засолки и вяления в сточные воды может попадать NaCl и Na_2NO_3. Как сброс сырьевого материала, так и избыточный/отработанный рассол при сбросе сточных вод в больших объемах может оказать вредное воздействие на ОССВ. Крепость рассола хлористого кальция не уменьшается после биологической очистки на ОССВ, за исключением ослабления его концентрации. Традиционное сухое вяление практикуется в ряде небольших высокоспециализированных компаниях. В данном процессе получаются только небольшие объемы сточных вод.

В производстве копченных мясных продуктов питания обычно коптят вяленое мясо, но могут использовать и свежие мясные продукты, предварительно сваренные. Традиционные методы копчения заключаются в тлеющих дровах или древесных опилках, в результате чего не образуется сточных вод. Альтернативой промышленному производству является использование жидкого дыма, приготовленного посредством пиролиза древесины и нанесения методом погружения или распыления. Загрязненные сточные воды образуются при очистке контейнеров или оборудования, контактировавшего с жидким дымом.

В процессе копчения мясных продуктов часть коптильных веществ осаждается на стенках камер. Этот смолообразный налет удаляется горячей водой и щелочным моющим средством. Эта вода является сильно загрязненной и должна быть очищена отдельно; она имеет уровень ХПК 2000–100000 мг/л, pH 12–14, коэффициент фенола 20–480 мг/л и уровень полиароматических углеводородов (ПАУ) 1–5 мг/л.

Максимальный сброс в воду за год составляет, мг/л: железо общее – 3,5, сульфат-анион – 300, хлорид-анион (хлориды) – 1000, БПК 5 – 250, взвешенные вещества – 100, pH – 9 ед., жиры – 25,0. Периодичность проверки 12 раз в год.

Сушеное мясо готовят методом вяления и последующей сушки при низкой влажности. За исключением выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух в виде неприятного запаха, образующегося при конденсации водяного пара из отработанных газов сушилки, загрязненных сточных вод нет.

Годовой объем и состав производственных выбросов в атмосферу приведен в таблице 3.12.

Таблица 3.12 – Годовой объем и состав производственных выбросов в атмосферу

Наименование загрязняющего вещества	**Производство готовых продуктов из мяса птицы (копчение)**	
	По фактическим данным	
	Годовая масса загрязняющего вещества, т	**Тип измерений**
Азота диоксид	0,356	Расчетный метод
Аммиак	0,002	Расчетный метод
Азота оксид	1,183	Расчетный метод
Бензапирен	0,00000026	Расчетный метод
Марганец и его соединения	0,00008	Расчетный метод
Метилмеркаптан, этилмеркаптан	0,0002	Расчетный метод
Пыль неорганическая с содержанием кремния менее20,20-70, а также более 70 процентов	0,00003	Расчетный метод
Серы диоксид	0,603	Расчетный метод

Продолжение таблицы 3.12

Наименование загрязняющего вещества	Производство готовых продуктов из мяса птицы (копчение)	
	По фактическим данным	
	Годовая масса загрязняющего вещества, т	Тип измерений
Углерода оксид	1,183	Расчетный метод
Углероды предельные С1–С-5 (исключения метан)	0,00104	Расчетный метод
Фенол	0,003	Расчетный метод
Акролеин (пропаналь)	0,021	Расчетный метод
Ацетон	0,006	Расчетный метод
Кислота валериановая	0,008	Расчетный метод
Диметилсульфид	0,0029	Расчетный метод
Диметиламин	0,005	Расчетный метод
Бензин	0,019	Расчетный метод
Пропаналь	0,021	Расчетный метод
Углерод (сажа)	0,145	Расчетный метод
Пыль абразивная	0,001	Расчетный метод

3.3.1.2 Производство колбасных изделий

Основным фактором воздействия на окружающую среду при производстве колбасных изделий является копчение и охлаждение. Древесный дым содержит много веществ, которые представляют угрозу здоровью. Например, полиароматические углеводороды, фенолы, нитрит, соединения, содержащие нитрозогруппу и угарный газ (CO). Поэтому в печах и помещениях должна быть установлена мощная вентиляция и местные отсосы.

Дым может приводить к выбросам неприятных запахов в атмосферный воздух. Сила запаха выбросов коптильных печей зависит от процесса копчения, вентиляции и условий сушки. Типичная величина запаха в атмосферном воздухе составляет 5000 – 20000 гэ/м^3. Коэффициент полезного действия газопромывной колонны для очистки выбросов из коптильной печи обычно составляет 50 – 70%, измеряемый в гэ/м^3.

Показатели загрязнения атмосферного воздуха от копчения на тонну продукта следующие: 0,3 кг CO, 0,15 кг неорганических частиц и 0,2 кг общего содержания органического углерода (ОСОУ). Кроме того, при исследовании варочной/коптильной камеры после термического окисления коптильных газов были обнаружены следующие выбросы: 7 мг ОСОУ/м^3 или 0,2 мг ОСОУ/м^3 при производстве колбасы. Газ не содержал CO.

Таблица 3.13 – Годовой объем и состав выбросов в атмосферу при производстве колбасных изделий и копченостей

Наименование загрязняющего вещества	Производство колбасных изделий и копченостей
	По фактическим данным
	Годовая масса загрязняющего вещества, т
Азота диоксид	0,2080
Азота оксид	0,1140
Аммиак	0,0030
Взвешенные вещества	0,0174
Марганец и его соединения	0,000055
Серы диоксид	0,0061
Углерода оксид	1,2440
Фенол	0,0600
Спирт этиловый	0,002
Акролеин (пропаналь)	00512
Бензин	0,0787
Пропаналь	0,0513
Углерод (сажа)	0,1863
Пыль сахара, сахарной пудры	0,0070
Пыль абразивная	0,0008
Железо триоксид	0,0005
Оловяннокислый натрий гидрат	0,0031
Фториды газообразные	0,00002
1,1, 1,2-Тетрафторэтан (Фреон 134-а)	0,0008
Пентафторэтан (Хладон-125)	0,008
1,1, 1-Трифторэтан (Фреон 143-а)	0,0104
Пропан-2-ол (изопропиловый спирт)	0,0031
Керосин	0,0050
Диалкиладипинат - 810	0,0036
Диалкилфталат - 810	0,007

В коптильных печах, на коптильных жердях и рамках откладываются копоть и смоляные соединения. Эти отложения необходимо удалять, для чего зачастую используют сильнодействующие щелочные детергенты. Поэтому сточные воды из коптильной камеры могут содержать большое количество химических соединений.

Существует ограниченное количество информации об использовании технических средств и степени загрязнения от производства колбасных изделий. Одна из причин заключается в том, что на установках по переработке мяса могут осуществляться другие виды деятельности, отличные от упомянутых в данном пункте, и у компаний нет достаточного разграничения показателей потребления воды и сбросов сточных вод для каждой производственной линии.

При производстве колбасных изделий возможно образование побочных отходов, приведенных в таблице 3.14.

Таблица 3.14 – Виды и годовые объемы образования побочных отходов

Технология	Наименование отхода	Масса образуемых отходов, т	Наименование сброса утилизации	Масса утилизированных (вторично используемых) отходов, т	Масса размещенных отходов, т
Колбасные изделия и деликатесная продукция: выработка колбасных изделий и деликатесной продукции	Отходы бумаги с клеевым слоем	6,5458	Захоронение		6,5458
	Мусор от офисных и бытовых помещений организаций	5,837	Захоронение		5,837
	Зола от сжигания древесного топлива практически неопасная	2,239	Захоронение		2,239
	Отходы упаковочных материалов из бумаги и картона несортированные	49,308	Захоронение/вторичное использование	49,308	
	Бой стекла	0,037	Захоронение		0,037
	Отходы пленки полиэтилена и изделий из нее незагрязненные	9,410	Захоронение/вторичное использование	1,183	
Производство колбас и сосисок	Зола от сжигания древесного топлива практически неопасна				14,692
	Отходы полиэтиленовой тары незагрязненной				1,79
	Отходы упаковочного картона незагрязненные				57,056
	Отходы упаковочного гофрокартона незагрязненные				57,056
	Отходы пленки полиэтилена и изделий из нее незагрязненные				30,248
Производство колбасных изделий из мяса	Лампы ртутные, ртутно-кварцевые и др. утратившие потребительские свойства				0,124
	Спецодежда из хлопчатобумажного и смешанных волокон, утратившая потребительские свойства				0,14
	Мусор от офисных и бытовых помещений организаций несортированный				13,5

Продолжение таблицы 3.14

Технология	Наименование отхода	Масса образуемых отходов, т	Наименование сброса утилизации	Масса утилизированных (вторично используемых) отходов, т	Масса размещенных отходов, т
	Смет с территории предприятия малоопасный				4,117
	Отходы бумаги и картона				0,075
	Отходы упаковочного материала незагрязненные				847,2
	Отходы пленки полипропилена и изделий ин нее незагрязненные				0,269
	Смет с территории предприятия практически неопасный				14,299

В таблице 3.15 приведены обобщенные данные об удельном потреблении воды, электроэнергии и сбросов сточных вод при производстве колбасных изделий.

Таблица 3.15 – Обобщенные данные об удельном потреблении воды, электроэнергии и сбросов сточных вод при производстве колбасных изделий

Продукция	Единица измерения*	Сырокопченые колбасы	Копченые колбасы всех видов
Вода	$м^3$/т		8,1
Энергия	кВт-ч/т		10
Тепло	кВт-ч/т	7,5	1300
Рекуперация	кВт-ч/т	Неизвестно	450
Общее количество энергии	кВт-ч/т	1240	Неизвестно
		Неизвестно	
БПК	кг/т		1750
Азот	г/т	Неизвестно	
Фосфор	г/т		
			8-10
* т означает тонны готовой продукции			

Максимальный сброс в воду за год при производстве колбасных изделий, копченостей, деликатесов и полуфабрикатов составляет, мг/л: железо общее – 0,58, нефтепродукты – 0,12, фенол, гидроксибензол – 0,04, сухой остаток – 1000, ХПК – 520, АПАВ – 3,71, азот аммонийный – 3,73, БПК 5 – 320, взвешенные вещества – 160, pH – 9,5 ед. Периодичность проверки два раза в год.

3.3.1.3 Производство мясных (мясосодержащих) консервов

В результате использования горячей воды или нагрева водяным паром при варке перед консервированием образуются сточные воды, загрязненные жиром, белками и остатками мяса. После консервирования мясные продукты должны быть подвергнуты тепловой обработке для обеспечения пастеризации и стабильности при хранении. Для очистки консервных банок, как перед, так и после наполнения, и их охлаждения используется значительное количество воды.

В таблице 3.16 обобщены показатели потребления воды и сбросов сточных вод, выраженные на тонну готовой продукции, в производстве консервированной мясной продукции.

Технологическая схема производства мясных консервов приведена на рисунке 2.5.

Таблице 3.16 – Обобщенные показатели потребления воды и сбросов сточных вод при производстве консервированной мясной продукции.

Производство консервированной мясной продукции						
Типовой процесс		**Потребление воды ($м^3$/т)**	**Объем сточных вод, $м^3$/т**	**Твердые продукты на выходе (кг/т)**	**Энергия (кВт-ч/т)**	**Тепловая энергия тыс. Ккал/т**
Код	**Процесс**					
A1	Перемещение и хранение материалов			18[1]	1-2	
A4 A5	Мойка и размораживание	6-12	1-2		0,5-1,5	0,4-94,0
B1	Разделка, нарезание, шинкование, измельчение, протирание и прессование					
E5	Пастеризация, стерилизация	1,5-3,5			2-4	43,8-60,0
G1	Охлаждение	1,5-3,5				
H1	Фасование и упаковка		1-2	0,7[2]	100-120	
U1	Очистка и дезинфекция	0,5-2,0	20		5-10	
U2	Производство и потребление энергии	1-2				
U3	Водоснабжение			1[3]		
U4	Создание вакуума					
U5	Холодоснабжение					
	Общие итоговые данные типового оборудования (все типовые процессы не всегда выполняют на оборудовании, поэтому итоговые данные не являются суммой показателей для каждого типового процесса)	**10-18**	**4,62-6,0**	**20-30**	**150-400**	**800-900**
[1)] Пластик, картон [2)] Консервные банки [3)] Осадок, смолы						

В таблице 3.17 приведены объем и состав выбросов в атмосферу, образуемых при производстве мясных (мясосодержащих) консервов.

Таблица 3.17 – Годовой объем и состав выбросов в атмосферу, образуемых при производстве мясных (мясосодержащих) консервов

Наименование загрязняющего вещества	Консервная продукция: консервы мясные кусковые, мясорастительные, паштеты, ветчины, готовые блюда
	По фактическим данным
	Годовая масса загрязняющего вещества, т
Азота диоксид	4,550
Азота диоксид	0,740
Аммиак	0,260
Бензапирен	0,000002
Взвешенные вещества	0,4310
Метилмеркаптан, этилмеркаптан	0,00000022
Сероводород	0,0070
Углерода оксид	8,4060
Спирт этиловый	0,2980
Ацетальдегид	0,1780
Формальдегид	0,0830
Ацетон	5,2800
Кислота уксусная	0,0290
Пропаналь	0,00001
Свинец и его соединения	0,0017
Серная кислота	0,00003
Метилбензол	9,0490
2-Метилпропан-1-ол (изобутиловый спирт)	0,0780
Метанол (метиловый спирт)	0,0390
Этиловый спирт	5,6640
Бутилацетат	1,5010
Монометиламин	0,000004
Капроновая кислота	0,000007

В таблице 3.18 приведены годовой объем и вид побочных отходов, образуемых при производстве мясных (мясосодержащих) консервов.

Таблица 3.18 – Объем и вид побочных отходов, образуемых при производстве мясных (мясосодержащих) консервов.

Технология	Источник образования отходов	Наименование отхода	Масса образуемых отходов в референтном году, т
Консервная продукция: консервы мясные кусковые, мясорастительные, паштеты, ветчины, готовые блюда,	Замена отработанных ламп	Лампы ртутные, ртутно-кварцевые и др. утратившие потребительские свойства	0,135

Продолжение таблицы 3.18

Технология	Источник образования отходов	Наименование отхода	Масса образуемых отходов в референтном году, т
	Производство консервной банки	Отходы производства прочих готовых металлических изделий	1,1
	Обслуживание автотранспорта, эксплуатация оборудования	Отходы синтетических и полусинтетических масел моторных	0,245
	Обслуживание автотранспорта, эксплуатация оборудования	Обтирочный материал, загрязненный нефтью или нефтепродуктами	0,078
	Обслуживание автотранспорта	Фильтры очистки масла автотранспортных средств отработанные	0,064
	Производство консервной, жестяной банки	Обувь кожаная рабочая, утратившая потребительские свойства	0,409
	Производство консервной	Отходы бумаги и картона, содержащие отходы фотобумаги	1,57
	Производство консервной, жестяной банки	Мусор от офисных и бытовых помещений организаций несортированный	32,7
	Обслуживание автотранспорта	Фильтры воздушные автотранспортных средств отработанные	0,001
	Производство консервной, жестяной банки	Отходы упаковочной бумаги незагрязненные	0,031
	Производство консервной, жестяной банки	Отходы упаковочного картона незагрязненные	43,58
	Производство консервной, жестяной банки	Резиновые и пластмассовые изделия, утратившие потребительские свойства	4,24
	Производство консервной, жестяной банки	Отходы пленки полиэтилена из нее незагрязненные	0,83
	Производство консервной, жестяной банки	Отходы пленки полипропилена из нее незагрязненные	0,22
	Эксплуатация оборудования	Абразивные круги отработанные, лом отработанных абразивных кругов	0,139

Продолжение таблицы 3.18

Технология	Источник образования отходов	Наименование отхода	Масса образуемых отходов в референтном году, т
	Эксплуатация оборудования	Лом и отходы, содержащие незагрязненные черные металлы в виде изделий, кусков, несортированные	60,803
	Производство консервной банки	Лом и отходы стальные в кусковой форме незагрязненные	186,105
	Хозяйственно-бытовая деятельность	Смет с территории предприятия практически неопасный	12,5
	Хозяйственно-бытовая деятельность	Пищевые отходы кухонь и организаций общественного питания несортированные	7,904
	Эксплуатация оборудования	Остатки и огарки стальных сварочных электродов	0,013
	Производство консервной	Обрезки и обрывки смешанных тканей	1,508

3.3.1.4 Производство мясных (мясосодержащих) полуфабрикатов

В результате использования горячей воды или нагрева водяным паром при варке перед консервированием образуются сточные воды, загрязненные жиром, белками и остатками мяса.

В таблице 3.19. обобщены показатели потребления воды и сбросов сточных вод, выраженные на тонну готовой продукции, в производстве мясных (мясосодержащих) полуфабрикатов.

Таблице 3.19 – Обобщенные показатели потребления воды и сбросов сточных вод при производстве мясных (мясосодержащих) полуфабрикатов

Производство мясных (мясосодержащих) полуфабрикатов						
Типовой процесс		Потребление воды ($м^3$/т)	Объем сточных вод ($м^3$/т)	Твердые продукты на выходе (кг/т)	Энергия (кВт-ч/т)	Тепловая энергия (тыс. Ккал/т)
Код	Процесс					
A1	Перемещение и хранение материалов			18[1]	1-2	
A4 A5	Мойка и размораживание	6-12	1-2		0,5-1,5	0,4-94,0
B1	Разделка, нарезание, шинкование, измельчение, протирание и прессование					

Продолжение таблицы 3.19

Производство мясных (мясосодержащих) полуфабрикатов						
Типовой процесс		**Потребление воды ($м^3$/т)**	**Объем сточных вод ($м^3$/т)**	**Твердые продукты на выходе (кг/т)**	**Энергия (кВт-ч/т)**	**Тепловая энергия (тыс. Ккал/т)**
Код	**Процесс**					
G1	Охлаждение	1,5-3,5				
H1	Фасование и упаковка		1-2	0,7[2]	100-120	
U2	Производство и потребление энергии	1-2				
U3	Водоснабжение			1[3]		
U4	Создание вакуума					
U5	Холодоснабжение					
	Общие итоговые данные типового оборудования (все типовые процессы не всегда выполняют на оборудовании, поэтому итоговые данные не являются суммой показателей для каждого типового процесса)	**10-18**	**4,62-6,0**	**20-30**	**150-400**	**800-900**
[1)] Пластик, картон						

Годовой объем и состав сточных вод, образуемых при производстве мясных полуфабрикатов приведен в таблице 3.20

Таблица 3.20 – Годовой объем и состав сточных вод, образуемых при производстве мясных полуфабрикатов.

Наименование загрязняющего вещества	**Крупнокусковые, мелкокусковые и порционные полуфабрикаты, субпродукты, жир-сырец, топленый жир, мощность 60 тонн/в год**		
	По фактическим данным		
	Годовая масса загрязняющего вещества, т	**Максимальный выброс, мг/л**	**Тип измерений**
Аммоний-анион	0,033	0,5	Периодически (1 раз в год)
Железо общее	0,007	0,1	Периодически (1 раз в год)
Нефтепродукты	0,0033	0,05	Периодически (1 раз в год)
Нитрат-анион	0,594	9	Периодически (1 раз в год)
Нитрит-анион	0,006	0,091	Периодически (1 раз в год)
Сульфат-анион	4,535	68,72	Периодически (1 раз в год)
Фосфаты	0,132	2	Периодически (1 раз в год)
БПК 5	0,197	3	Периодически (1 раз в год)
Взвешенные вещества	0,659	10	Периодически (1 раз в год)
ХПК	0,197	3	Периодически (1 раз в год)
pH	0,499	7,57	Периодически (1 раз в год)
Жиры	0,023	0,32	Периодически (1 раз в год)

В таблице 3.21 приведен годовой объем и состав выбросов в атмосферу, образуемых при производстве мясных полуфабрикатов.

Таблица 3.21 – Годовой объем и состав выбросов в атмосферу, образуемых при производстве мясных полуфабрикатов

Наименование загрязняющего вещества	Крупнокусковые, мелкокусковые и порционные полуфабрикаты, субпродукты, жир-сырец, топленый жир, мощность 60 т/год		
	По фактическим данным		
	Годовая масса загрязняющего вещества, т	Максимальный выброс, г/с	Тип измерений
Азота диоксид	2,8292	0,13343	Периодически (2 раза в год)
Аммиак	12,7049	0,40513	Периодически (2 раза в год)
Азота оксид	0,08378	0,00975	периодически
Бензапирен	0,0000002	2, 3E-10	Расчетный метод
Метилмеркаптан, этилмеркаптан	0,3169	0,01005	Периодически (2 раза в год)
Метан	24,9104	4,7732	Расчетный метод
Сероводород	0,6835	0,02184	Периодически (1 раз в год)
Серы диоксид	0,15	0,011	Расчетный метод
Углерода оксид	45,9622	1,7207	Периодически (1 раз в год)
Диметилсульфид	0,0012	0,00072	Расчетный метод
Бензин	0	0,0043	Расчетный метод
Минеральное масло	0,074	0,0024	Расчетный метод
Пропаналь	0,5320	0,00085	Расчетный метод
Углерод (сажа)	0,12	0,0094	Периодически (1 раз в год)

Виды и годовой объем побочных отходов, образуемых при производстве 10 тонн мясных полуфабрикатов. в среднем за год, приведен в таблице 3.22.

Таблица 3.22 – Виды и годовой объем побочных отходов, образуемых при производстве 10 тонн мясных полуфабрикатов. в среднем за год

Технология	Источник образования отходов	Наименование отхода	Масса образования отхода, т
Крупнокусковые, мелкокусковые и порционные полуфабрикаты, субпродукты, жир-сырец, топленый жир	Осветительные приборы	Лампы ртутные, ртутно-кварцевые и др. утратившие потребительские свойства	0,031
	Упаковочные материалы	Отходы пленки полиэтиленовая, загрязненная поверхностно-активными веществами	0,215
	Холодильное оборудование	Отходы минеральных масел компрессорных	0,23
	Упаковочные материалы	Отходы пленки полиэтилена и изделий из нее незагрязненные	14,974
	Холодильное оборудование	Отходы минеральных масел компрессорных	0,602
	Коробки, ящики картонные	Отходы упаковочного картона незагрязненные, тара деревянная, утратившая потребительские свойства	14,376

3.3.2. Переработка и консервирование фруктов и овощей

Основное водопотребление при переработке и консервировании фруктов и овощей обусловлено применением воды для мойки исходного сырья, а также при очистке от кожуры и бланшировании.

Среднее потребление воды составляет 7–15 м^3 воды на тонну продукции.

В таблице 3.23 приведены показатели потребления воды на оборудовании для консервирования фруктов и овощей.

Таблица 3.23 – Обобщенные показатели потребления воды при переработке и консервировании фруктов и овощей

Сектор	Расход воды
Производство сушеных плодов и овощей, м^3/т	4,6–6,0
Производство замороженных плодов и овощей, м^3/т	5,0–8,5
Производство консервированных, маринованных и соленых овощей и фруктов, м^3/туб	4,5
Производство компотов, м^3/туб	3,0–6,0
Производство повидла, м^3/туб	8,6
Производство варенья, м^3/туб	16,0–17,0
Производство джема, м^3/туб	16,0–17,0
Производство концентрированных томатных продуктов, м^3/туб	16,0–17,0

Сточные воды

На объемы и степень загрязнения сточных вод влияют различные факторы. К ним относятся вид перерабатываемого сырья, сезонные вариации и нестабильность источников, типовые процессы, структура производства и практическая подготовка работников.

В таблице 3.24 приведены данные о средних объемах сточных вод и их загрязнении воды при переработке фруктов и овощей [10].

Таблица 3.24 – Данные о средних объемах сточных вод и их загрязнении воды при переработке фруктов и овощей.

Параметр	Фрукты	Овощи
Объем сточных вод (м^3/т сырья)	9,80	23,40
БПК$_5$ (кг/т сырья)	9,80	15,00
ОСВТЧ (кг/т сырья)	2,50	8,80

Во всех сточных водах плодоовощной консервной промышленности присутствуют углеводы, особенно сахар, усложняющие их очистку. Проблемой может быть остаточное содержание пестицидов, которые трудно поддаются разложению при очистке сточных вод.

В процессе производства овощных консервов сточные воды загрязнены большим количеством ботвы, кореньев, семян, овощей, песка и т.д., поэтому они должны пройти через систему решеток, песколовок и отстойников.

В таблице 3.25 приведены показатели нагрузки на единицу продукции, которые можно достигнуть, применив меры по снижению степени загрязнения, таких как заготовка чистых фруктов и овощей и использование противоточных систем для промывки и очистки сточных вод.

Однако, такие специфические технические методы, используемые для каждого вида и массы продукции, не определены.

Таблица 3.25 – Объемы сточных вод и показатели загрязнения воды на единицу продукции при переработке некоторых видов овощей

Продукция	Объем сточных вод, $м^3/т$	$БПК_5$, кг/т	ОСВТЧ, кг/т
Производство сушеных плодов и овощей	4,6–6,0	0,48	97,00
Производство замороженных плодов и овощей	5,0–8,5	0,43	95,00
	$м^3$/туб	**кг/туб**	**кг/туб**
Производство овощей, фруктов консервированных, маринованных и соленых	4,5	0,011	1,70
Производство компотов	3,0–6,0	0,008	0,25
Производство повидла	8,6	0,025	0,50
Производство варенья	16,0–17,0	0,025	0,50
Производство джема	16,0–17,0	0,025	0,50
Производство концентрированных томатных продуктов	16–17	0,035	2,05

На рисунке 3.1 показано образование сточных вод после выполнения основных типовых процессов переработки овощей и фруктов.

Поступающую плодоовощную продукцию промывают в воде для удаления остатков почвы, камней и другой грязи, а также для уменьшения количества микробов. Необходимы большие объемы воды, особенно для корнеплодов, которые содержат много грязи, а также для листовых овощей с большой площадью поверхности. Образующиеся сточные воды после предварительной мойки также содержат полевую грязь и частицы почвы с небольшими остатками фруктов и овощей.

Для очистки сточных вод с целью удаления частиц почвы применяют механические методы или методы воздушной флотации. Эти методы уменьшают использование воды.

Широко используется рециркуляция или повторное использование воды после других операций.

Если для увеличения эффективности мойки оборудования и помещений используют детергенты, то они повышают ХПК сточных вод.

Большинство процессов переработки плодоовощного сырья включают классификацию по качеству, очистку и измельчение. Иногда используют сортировочные машины, содержащие рассолы различной крепости. Сброс значительных объемов рассола может неблагоприятно повлиять на биологическую очистку на ОССВ. В результате промывания плодоовощной продукции после этих операций сточные воды содержат растворимый крахмал, сахар и кислоты.

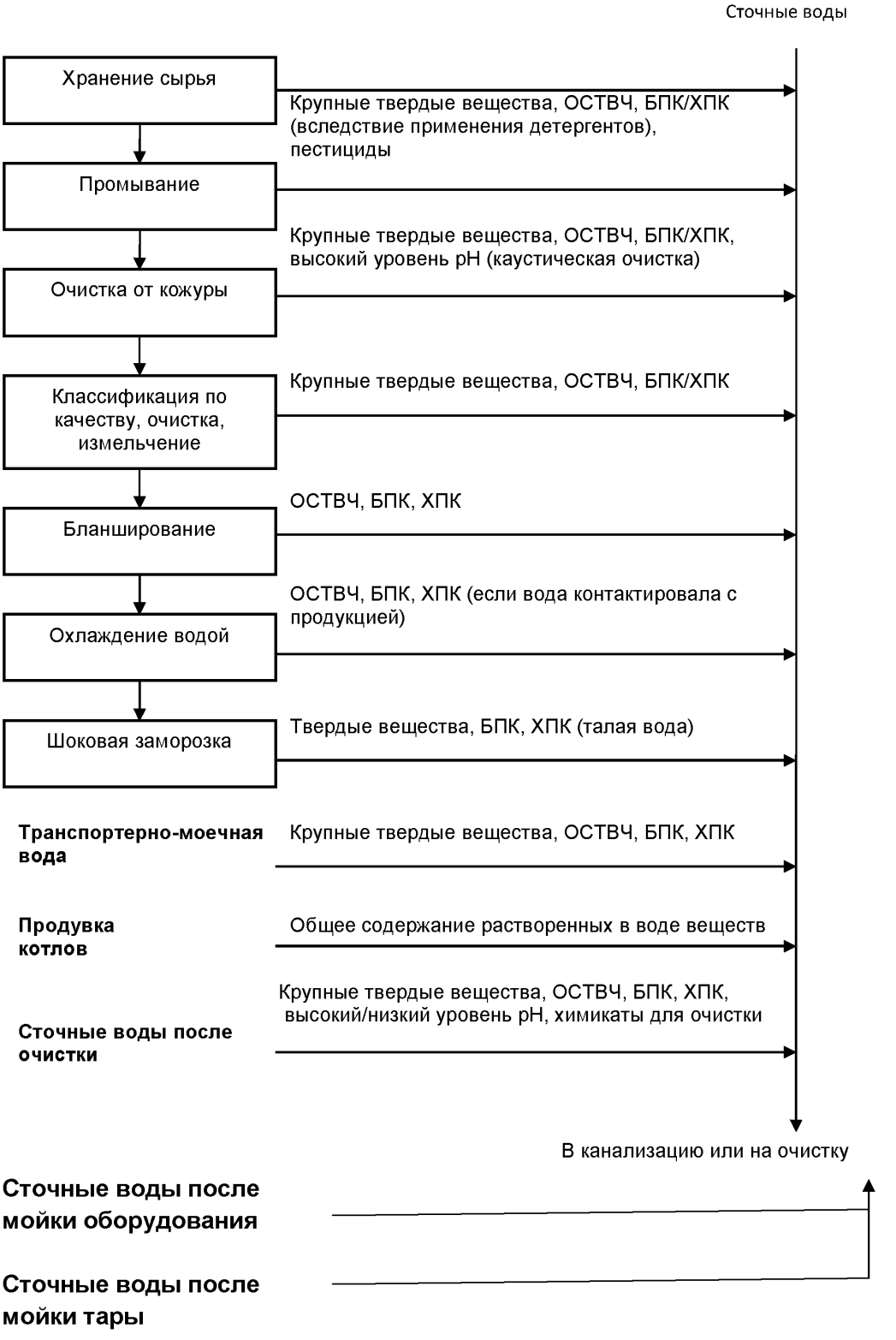

Рисунок 3.2 – Сточные воды после переработки фруктов и овощей

Использование воды для подачи гидравлическим конвейером продукции и отходов создает дополнительное вымывание этих веществ.

Для всех линий, оборудования и зон технологического процесса, которые не находятся в отведенной сухой зоне, требуется влажная уборка, в результате которой образуются сточные воды, загрязненные сырьем, продукцией и химическими средствами, применяемыми при очистке. В данной отрасли предъявляется меньше требований к агрессивности химических средств по сравнению с другими, за исключением тех случаев, когда при переработке используется масло или жир.

Выбросы в атмосферу

Термообработка пищевого сырья (варка, обжарка бланширование и др.) протекают с выделением органических, преимущественно паро- и газообразных веществ. Источниками выделения продуктов сгорания топлива являются все виды термического оборудования, оснащенные встроенными теплоэнергетическими системами, работающими на жидком или газообразном топливе.

Технологические процессы бланширования и варки протекают с выделением водяного пара, содержащего следовые количества органических соединений. Они не оказывают негативного влияния на состояние воздушного бассейна, так как пар легко конденсируется, а присутствующие в нем примеси при охлаждении переходят в жидкое состояние за счет конденсации или растворения в водном конденсате.

Процесс обжарки полуфабрикатов в растительном масле протекает с выделением аэрозоля масла, представляющего собой смесь карбоновых кислот (нормируется по капроновой кислоте) и карбонильные соединения (по пропаналю).

Мойка растительного сырья осуществляется водой. Выделение загрязняющих веществ в атмосферу при этом отсутствуют.

Мойка новых и оборотных стеклянных банок производится моечными растворами неорганических кислот и щелочей. При этом в окружающую среду поступает аэрозоль, в состав которого входят пары вод и моющие средства.

Кроме самих моечных машин источником выделения аэрозолей моющих веществ являются емкости для хранения исходных химических компонентов растворов, а также для приготовления растворов. Испарения с зеркала емкостей удаляются местными системами аспирации или поступают непосредственно в воздух рабочей зоны, после чего с выбросами вентиляционных систем направляются в атмосферу.

Пары моющих растворов поступают в воздух рабочей зоны, а затем удаляются с помощью местных и общеобменных вентиляционных систем.

Для уменьшения уровня загрязнения воздуха производственных помещений над ваннами моечных машин монтируют зонты местных вентиляционных систем, что позволяет локализовать выделения и удалить основную массу загрязняющих веществ непосредственно в атмосферу.

Массовый выброс аэрозоля моющих средств определяется концентрацией и температурой используемого моющего раствора, а также конструктивными особенностями моющей машины.

В момент приготовления растворов происходит интенсивное выделение аэрозоля, отчасти обусловленное экзотермическим характером процесса растворением гидроксида натрия в воде.

При наличии системы местной вентиляции у моечных машин и над емкостями для приготовления моечных растворов 80 % выделяющегося аэрозоля удаляется ими, а 20 % - общеобменной вентиляцией.

Отходы

При переработке и консервировании плодов и овощей образуются большие объемы твердых отходов. Это органические вещества, включая фрукты и овощи, отсортированные при отборе, а также после таких процессов как очистка от кожуры или удаление сердцевины. Эти твердые продукты имеют высокую питательную ценность и могут быть использованы в качестве корма для животных. Материалы, отсортированные на первой стадии переработки, включают почву и постороннее растительное сырье, испорченное исходное сырье, обрезь, очистки, косточки плодов, зерна и мякоть.

Если для очистки фруктов и мягких овощей используются растворы каустической соды как наиболее часто применяемых, сточные воды будут содержать высокие концентрации щелочных или соленых твердых отходов. Твердые отходы могут иметь высокую абсолютную влажность после влажной очистки и операций повторного использования, в которых растворенные твердые вещества или ВТЧ локализуются и отделяются от сточных вод.

До 50 % фруктов и обычно 10 – 30 % овощного сырья идет в отходы при переработке. Часть отходов поступает в сточные воды, и также образуется значительная часть твердых отходов.

В таблице 3.26 приведены сведения об образуемых отходах и вторичных сырьевых ресурсах (ВСР) при переработке и консервировании плодов и овощей, существующих и перспективных направлениях их переработки [13, 15, 16, 21, 32, 44].

Таблица 3.26 – Отходы, образуемые при переработке и консервировании плодов и овощей.

Производство	Характеристика отходов	Существующие направления их переработки или утилизации	Возможные пути их переработки или утилизации
Производство сушеных и замороженных плодов и овощей			
Вид ВСР	Косточки плодов косточковых культур, семенная камера с семенами у семечковых плодов	Промывание косточек, сушка, упаковка и отправка на заводы по производству масла. Сушка, измельче-ние отходов семечковых плодов.	Получение масла из ядер косточек, либо как заменители миндальных орехов. Скорлупа может использоваться для косточкового порошка, применяемого в качестве наполнителя в противогазах. Высушенные отходы возможно применять в производстве получения пектиновых веществ; как кормовую витаминную добавку в сухих смесях приготовления кормов

Продолжение таблицы 3.26

Производство	**Характеристика отходов**	**Существующие направления их переработки или утилизации**	**Возможные пути их переработки или утилизации**
Вид отходов	Плоды некондицион-ные, раздавленные, поврежденные с/х вредителями, листья, плодоножки, остатки семян и кожицы. Кожица томатов. Обрезанные концы у фасоли стручковой, обрезки фасоли стручковой. Обломки цветной капусты и жесткий стебель. Плодоножка с семяносцами и семенами у перца сладкого. Обрезки перца сладкого	Использование отходов в приготовлении силоса	Использование как витаминной добавки в корма для животных и птицы. При проведении сушки и измельчения возможно использование в сухих смесях для приготовления кормовых добавок.
Производство консервированной, маринованной и соленой продукции из овощей и фруктов			
Вид ВСР	1. Косточки плодов косточковых культур, семенная камера с семенами у семечковых плодов. 2. Кочерыга при шинковании капусты	1. Промывание косточек сушка, упаковка и отправка на заводы по производству масла. Сушка, измельчение отходов семечковых плодов. 2. Добавление в квашеную капусту	1. Получение масла из косточек, либо как заменители миндальных орехов. Скорлупа может использоваться для косточкового порошка, применяемого в качестве наполнителя в противогазах. Высушенные отходы возможно применять в производстве получения пектиновых веществ; как кормовую витаминную добавку в сухих смесях приготовления кормов. 2. Шинкование добавле-ние в количестве 12-15 % от общей массы шинкованной капусты.
Вид отходов	1.Луковая шелуха у лука репчатого, зелень, корнеплоды некондиционные, раздавленные, поврежденные с/х вредителями, остатки листьев, очистки кожицы, потери при шинковании капусты белокочанной, обрезки овощей	1. Использование отходов в приготовлении силоса 2. Неиспользуемые отходы.	1. Использование как витаминной добавки в корма для животных и птицы. При проведении сушки и измельчения возможно использование в сухих смесях для приготовления кормовых добавок. 2. Утилизация отходов.

Продолжение таблицы 3.26

Производство	Характеристика отходов	Существующие направления их переработки или утилизации	Возможные пути их переработки или утилизации
	2.Примеси при просеивании и магнитной сепарации соли и сахара.		
Производство варенья, джема, конфитюра, компотов			
Вид ВСР	Косточки плодов косточковых культур, семенная камера с семенами у семечковых плодов.		Получение масла из косточек, либо как заменители миндальных орехов. Скорлупа может использоваться для косточкового порошка, применяемого в качестве наполнителя в противогазах. Высушенные отходы возможно применять в производстве получения пектиновых веществ; как кормовую витаминную добавку в сухих смесях приготовления кормов.
Вид отходов	Плоды некондиционные, раздавленные, поврежденные с/х вредителями, листья, плодоножки.	Использование отходов в приготовлении силоса	Высушивание и измельчение позволят использовать как кормовую добавку животным или птице
Производство концентрированных томатных продуктов			
Вид ВСР	Томатные семена	Промывание. сушка, упаковка и отправка на заводы по производству масла	Получение масла из семян томатов, из жмыха возможно получение белковых изолятов и гидролизатов .
Вид отходов	Плоды некондиционные, раздавленные, поврежденные с/х вредителями, листья, плодоножки, остатки семян и кожицы	Использование томатных отходов в приготовлении силоса	Использование как витаминную добавку в корма. Подвергнуть сушке, измельчению и использовать в сухих смесях приготовления кормовых добавок

На рисунке 3.2 приведены виды и объемы отходов, получаемые при переработке и консервировании фруктов и овощей.

Твердые отходы в основном используют в производстве корма для животных и органических удобрений. Также они могут быть использованы для производства продуктов питания или другой товарной продукции, утилизированы со сточными водами или утилизированы как отходы производства.

При переработке фруктов и овощей очистка от кожуры является одним из самых основных процессов, после которого образуется много твердых отходов и сточных вод.

Очистка паром в основном применяется для больших объемов картофеля, моркови и других клубне- и корнеплодов. Отходы, получаемые после очистки, содержат твердые вещества, в основном кожуру, которая удаляется путем отстаивания в водной фазе, далее высушивается и может быть компостирована. Водная фаза применяется для обработки сточных вод и сточных вод из других процессов. Их степень загрязнения, перед сбросом на коммунальные очистные сооружения сточных вод (КОССВ), выраженная в ХПК, составляет 4000 мг/л.

Механическая очистка от кожуры применяется для небольших объемов картофеля, моркови, яблок, груш и т.д. или в том случае, когда овощи используют для общественного питания.

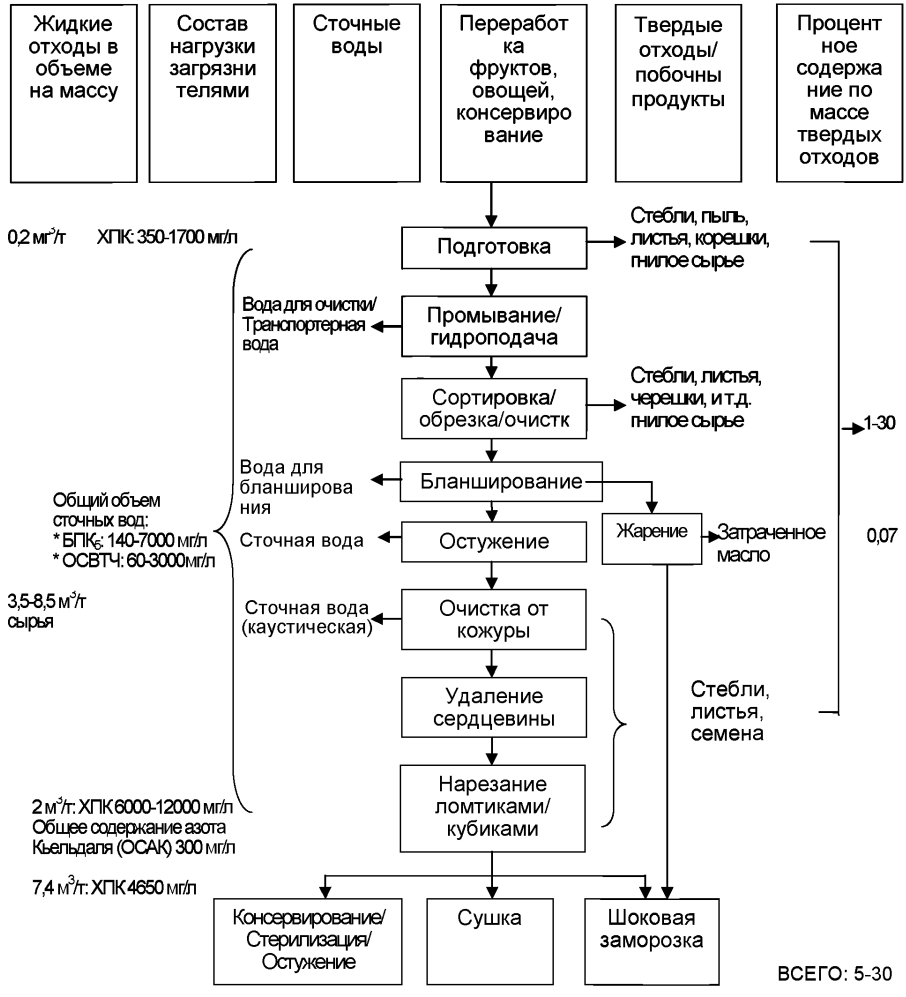

Рисунок 3.2 – Вид и объем отходов после переработки и консервирования фруктов и овощей

В результате ножевой очистки получается аналогичное количество отходов, как и при очистке паром. Использование отходов может быть аналогичным, в качестве корма для животных или для извлечения их компонентов. Примерно 60% общего количества органических твердых отходов приходится на предварительную очистку, с применением абразивной очистки и далее ножевой очистки. После нарезки дефектные куски, которые, например, слишком темные или маленькие, отделяются и используются в качестве корма для животных. Следующей стадией является споласкивание. При переработке картофеля обычно эта стадия сочетается с добавлением ингибиторов потемнения перед транспортировкой картофеля на основное технологическое оборудование.

Энергопотребление

Основное энергопотребление связано при реализации процессов, включающих тепловую обработку, охлаждение, сушку, выпаривание, стерилизацию, пастеризацию и бланширование.

Следует, однако, отметить, что почти каждая технологическая стадия переработки фруктов и овощей предусматривает потребление энергии. Для производства пара могут быть использованы газовые бойлеры.

Так, энергоемким является производство замороженных фруктов и овощей. Замораживание при низкой температуре представляет собой процесс, при котором потребляется энергии больше остальных процессов. При глубоком замораживании необходимо охлаждение до достаточно низкой температуры (от минус 30 °С до минус 40 °С). В течение этого процесса расход энергии составляет на уровне 80 – 280 кВт ч/т замороженных овощей. На других процессах, например, мойке, потребление энергии меньше – максимум 28 кВт ч/т замороженных овощей.

Для обеспечения режимов хранения консервной продукции потребление энергии составляет примерно 20 – 65 кВт ч/м^3 складского помещения в год [8, 10, 62].

Обобщенные показатели потребления энергоресурсов в консервной отрасли приведены в таблице 3.27.

Таблица 3.27 – Потребление энергоресурсов при переработке и консервировании плодов и овощей

Производство	Электроэнергия, кВт ч/туб	Пар, кг/туб
Переработка картофеля (картофель фри и чипсы)	11,5– 50	–
Производство сушеных плодов и овощей	11,5– 48	–
Производство замороженных плодов и овощей	28,5– 60,1	–
Производство консервированной, маринованной и соленой продукции из овощей и фруктов	7,0– 12,0	160– 180
Производство компотов	10,0– 15,0	290– 350
Производство повидла	20,0– 21,0	–
Производство варенья	20,0– 21,0	850– 950
Производство джема	20,0– 21,0	850– 950
Производство концентрированных томатных продуктов	35,2	700– 780

Для определения общего расхода пара на предприятиях по переработке и консервированию плодов и овощей к приведенным затратам на технологические цели необходимо добавить 15–25 % на остальные нужды. Собственные котельные на предприятиях производят насыщенный пар давлением 13–15 ата.

Электроэнергия расходуется на технологические нужды, значительное количество электроэнергии потребляется котельной и системой водоснабжения. Данные о потребляемой мощности в зависимости от мощности собственной котельной приведены в таблице 3.28.

Таблица 3.28 – Данные о потребляемой мощности в зависимости от мощности собственной котельной

Мощность котельной	4	8	12	20	30	40	50
Потребная мощность в кВт-ч	20–30	40–60	50–80	90–100	100–120	130–150	150–180

Мощность значительно колеблется в зависимости от вида топлива, системы дутья и способа удаления газов, водоподготовки и степени механизации котельной.

Расход электроэнергии на водоснабжение при напоре воды до 100 м ориентировочно составляет: при подъеме воды из артезианских скважин – 0,5 кВт; поверхностном (например из реки) водозаборе на 1 $м^3$ воды – 1,0 кВт.

3.3.2.1 Производство сушеных фруктов и овощей

Сточные воды

Сточные воды в основном образуются на процессах мойки сырья и бланширования.

Выбросы в атмосферу

Выбросы в атмосферу незначительные и происходят на процессе сушки, которые зависят от применяемого способа.

Сушилки с кондуктивным подводом тепла характеризуются незначительным потреблением чистого воздуха и малыми объемами выбросов пыли органического происхождения.

Распылительные сушилки характеризуются большим объемом выбрасываемого отработанного воздуха, насыщенного водяным паром и содержащего частицы исходного сырья и готового продукта различной степени влажности.

Конвективные сушилки с паровым подогревом воздуха для которых характерны значительные объемы выбрасываемого отработанного воздуха высокой влажности с относительно низким содержанием пыли высушиваемого сырья.

Конвективные сушилки с огневым подогревом сушильного агента, отличительной особенностью которых является присутствие в выбросах продуктов сгорания топлива. Выбросы сушилок с газовыми топками дополнительно содержат оксиды углерода и азота; а выбросы сушилок с топками, работающими на жидком топливе наряду с

твердыми частицами органического и неорганического происхождения содержат оксиды азота, углерода и серы [10, 99].

Отходы

При производстве сушеных плодов и овощей отходы образуются, главным образом, на подготовительных операциях и включают в себя: плоды некондиционные, раздавленные, поврежденные с/х вредителями, листья, плодоножки, остатки семян и кожицы; кожицу томатов; обрезанные концы у фасоли стручковой, обрезки фасоли стручковой; обломки цветной капусты и жесткий стебель; плодоножки с семяносцами и семенами у перца сладкого; обрезки перца сладкого [13, 15].

Энергопотребление

Энергопотребление связано в основном с использованием сушильных установок.

3.3.2.2 Производство замороженных фруктов и овощей

Сточные воды

Сточные воды в основном образуются на процессах мойки сырья, бланширования и охлаждения.

Выбросы в атмосферу

Выбросы в атмосферу незначительные и происходят на процессе замораживания. Их объем и состав зависят от применяемого способа: шоковая замораживание, замораживание воздушным охладителем, замораживание жидким охладителем, плиточные аппараты, с применением фреонов и аммиачных установок. Следует заметить, что выбросы возможны только при нарушении техники безопасности в аварийных ситуациях [99].

Отходы

Отходы при сушке плодов и овощей образуются главным образом на подготовительных операциях и включают в себя: плоды некондиционные, раздавленные, поврежденные с/х вредителями, листья, плодоножки, остатки семян и кожицы; кожицу томатов; обрезанные концы у фасоли стручковой, обрезки фасоли стручковой; обломки цветной капусты и жесткий стебель; плодоножки с семяносцами и семенами у перца сладкого; обрезки перца сладкого.

Энергопотребление

Энергопотребление связано в основном с мощностью морозильных установок.

При производстве замороженных овощей на процессе перемещения сырья и хранения (**А1**), расход энергии осуществляется на транспортировку замороженного сырья – 2–14 кВт ч/т готовой продукции. Для большинства производственных линий электропотребление конвейеров составляет 5–30 кВт ч.

Средний энергетический баланс составляет:

- 11 % для вентиляторов испарителя;

- 5 % для вентиляторов конденсатора;
- 7 % для периферийного оборудования;
- 77 % для компрессоров, из которых 21% используется для притока тепла через двери/крышки, 48% вследствие потери тепла через корпус здания и 8% через продукцию.

При сортировании (A2) расход энергии находится в пределах от 0 до 20 кВт ч/т замороженных овощей.

При проведении мойки (A4) расход энергии составляет в среднем от 0 до 5 кВт ч/т замороженных овощей.

Некоторые овощи нарезают (B1) перед глубоким замораживанием. Энергопотребление составляет до 9 кВт ч/т замороженных овощей.

3.3.2.3 Производство плодоовощных маринадов

Сточные воды

Бланширование используется для большинства овощей и плодов, предназначенных для консервирования. Обычно этот процесс осуществляют с использованием горячей воды или пара. При бланшировании паром и водой образовывается много сточных вод с высокой БПК (в некоторых случаях более половины всей нагрузки БПК). Объем образования сточных вод меньше при бланшировании паром, чем при бланшировании водой. Однако, объем сточных вод после бланширования паром может быть снижен посредством рециркуляции пара, эффективных паровых уплотнений и устройства оборудования, снижающего потребление пара.

Выбросы в атмосферу

Выбросы в атмосферу практически отсутствуют. За исключением выбросов при ферментации в виде CO_2, NO_2.

Отходы

При мариновании плодов и овощей образуются отходы в количестве около 2–32 %. Это, в основном, луковая шелуха, зелень, некондиционные, раздавленные и поврежденные с/х вредителями корнеплоды, остатки листьев, очистки кожицы, потери при шинковании капусты белокочанной, обрезки овощей, косточки, плодоножки, виноградные гребни; примеси при просеивании и магнитной сепарации соли и сахара.

Энергопотребление

Энергопотребление связано с процессами бланширования и перемещения сырья и полуфабрикатов на линии, а также заключительными операциями.

3.3.2.4 Производство компотов

Сточные воды

Сточные воды в основном образуются на подготовительных операциях при переработке сырья.

Выбросы в атмосферу

Выбросы в атмосферу практически отсутствуют.

Отходы

При производстве компотов образуются отходы в количестве около 2–40 %, включающие в себя: плоды некондиционные, раздавленные, поврежденные с/х вредителями, листья, плодоножки.

Энергопотребление

Энергопотребление связано с процессами бланширования и перемещения сырья на линии, а также заключительные операции.

3.3.2.5 Производство плодового пюре и повидла

Сточные воды в основном образуются при проведении процессов подготовки сырья к переработке.

Выбросы в атмосферу практически отсутствуют.

Количество образуемых отходов около 18 %. Отходы, в основном, представлены подгнившими, плесневелыми и поврежденными с/х вредителями плодами, а также листьями и плодоножками.

3.3.2.6 Производство джемов, варенья, конфитюров и желе

Сточные воды образуются, в основном, на подготовительных операциях , в частности при мойке сырья.

Выбросы в атмосферу практически отсутствуют.

Отходы, как и при производстве другой консервированной продукции, представляют собой плоды, не соответствующие требованиям технологической инструкции – подгнившие, плесневелые и поврежденные с/х вредителями плоды, а также листьями и плодоножками. Количество отходов колеблется в зависимости от вида перерабатываемого сырья от 20 до 22 %.

Энергопотребление связано с процессами бланширования и варки включающих еще и паропотребление, а также передачей сырья на линии и заключительными операциями.

3.3.2.7 Производство томатопродуктов

Основное количество сточных вод образуются при мойке сырья и оборудования.

Выбросы в атмосферу практически отсутствуют.

Отходы, как и при производстве другой консервированной продукции, представляют собой томаты, не соответствующие требованиям технологической инструкции – томаты раздавленные, поврежденные с/х вредителями, остатки семян и кожицы.

Энергопотребление связано с процессами подогрева и варки, включающих еще и паропотребление, а также перемещением сырья на линии и заключительными операциями.

3.3.3 Производство растительных масел и жиров

В производстве растительных масел процессами, потребляющими значительные объемы воды, являются получение нерафинированного масла и рафинация растительного масла.

При производстве нерафинированного масла в целях охлаждения потребляется 0,2–12 $м^3$ воды/т масла. При проведении нейтрализации негидратированного масла потребление воды составляет в среднем 1–1,5 $м^3$ воды/т нейтрализованного масла. При проведении нейтрализации гидратированного масла потребление воды составляет в среднем 0,6-1,0 $м^3$ воды/т нейтрализованного масла. Потребление воды при дезодорации нейтрализованного, отбеленного масла – 10–30 $м^3$ воды/т дезодорированного масла при отсутствии оборотного водоснабжения.

3.3.3.1 Сточные воды

В процессах получения и рафинации пищевого масла возможное образование сточных вод – до 1,5 $м^3$ /т масла. Объем сточных вод зависит от вида источника получения масла и используемой технологии [58, 59, 101].

В таблицах 3.29, 3.30 и 3.31 приведены характеристики сточных вод при производстве растительного масла, полученного от различных процессов и применяемого оборудования, и с использованием разных единиц измерения.

Таблица 3.29 – Производственные сточные воды на стадиях переработки растительного масла

Производственный участок	Единица измерения	Объем сточных вод
Производство нерафинированных растительных масел/жиров		
Переработка семян Сточные воды Вода для охлаждения	$м^3$/т семян	0,2–1,5
Производство маргариновой продукции		
Процессы промывки и очистки	$м^3$/т	0,75-2,0
Поступление воды для выпаривания	$м^3$/т готовой продукции	0,1*
** В отношении готового рафинированного масла*		

Таблица 3.30 — Характеристики сточных вод при рафинации растительного масла

Производственный участок	Единица измерения	Объем сточных вод
Сточные воды от очистки оборудования	$м^3$/т*	До 0,05
Конденсированные испарения при дезодорации	$м^3$/т*	До 0,1
Конденсированные испарения при использовании парового эжектора (вспомогательного устройства) для создания вакуума при дезодорации	$м^3$/т*	0,24–0,42
Барометрический водослив на вакуумной конечной стадии дистилляционной нейтрализации и дезодорации (без рециркуляции)	$м^3$/т*	0,24-0,42

Таблица 3.31 – Общая характеристика загрязненных сточных вод при рафинации растительного масла (подсолнечное, кукурузное)

Источник	$БПК_5$ мг/л	ХПК, мг/л	РЖМЖЖ, мг/л	ВТЧ, мг/л
Промывка нейтрализованного масла	10000	15000	100-500	НС[3]
Реакция нейтрализации pH = 10-12	4300	7200	670	2900
Барометрические конденсаторы pH = 6,5-7,5	140–-200	500–-600	20—200	40—100

[3] *Нет сведений (НС)*

3.3.3.2 Выбросы в атмосферу

При доставке семян, в бункерах, при очистке семян, подготовке, доставке шрота и внутренней транспортировке/перемещении образуется сухая пыль.

При использовании экстракции с применением растворителей и транспортировки сырья и полуфабрикатов могут образовываться выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух. После стадии экстракции выбросы растворителя (гексана) могут произойти при дистилляции мисцеллы, тостировании шрота, его охлаждении, хранении и транспортировке.

Уровни выбросов гексана в атмосферный воздух, имеющие отношение к различному масличному сырью, приведены в таблице 3.32.

Таблица 3.32 – Выбросы гексана в атмосферный воздух

Сырье	**Выбросы гексана (кг гексана/т неочищенных семян)**
Соевые семена	0,5–1,0
Семена рапса	0,5–1,2
Семена подсолнечника	0,15-1,2
Семена льна	Примерно 2,0

В некоторых семенах, например, семенах рапса высокогликозинолатных сортов, практически не возделываемых в настоящее время, может быть высокое содержание серы. Ферментные и биологические процессы преобразовывают соединения серы в сероводород.

В таблице 3.33 приведены выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух при производстве нерафинированных растительных масел.

Таблица 3.33 – Краткий обзор выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух при производстве нерафинированных растительных масел

Загрязняющее вещество		Используемый критерий	Значение критерия мг/м^3	Класс опасности	Суммарный выброс вещества, т /год
код	Наименование				
0143	Марганец и его соединения	ПДК с/с	2	0,00100	0,125603
0301	Азота диоксид (Азот (IV) оксид)	ПДК м/р	3	0,20000	48,437943
0304	Азот (II) оксид (Азота оксид)	ПДК м/р	3	0,40000	7,87130422
0328	Углерод (Сажа)	ПДК м/р	3	0,15000	92,03327558
0330	Сера диоксид-Ангидрид сернистый	ПДК м/р	3	0,50000	43,5138178
0337	Углерод оксид	ПДК м/р	4	5,00000	212,7195214
0703	Бенз/а/пирен (3,4-Бензпирен)	ПДК с/с	1	0,00000	0,00086917
1061	Этанол (Спирт этиловый)	ПДК м/р	4	5,00000	0,170671
1071	Гидроксибензол (Фенол)	ПДК м/р	2	0,01000	0,000144
1401	Пропан-2-он (Ацетон)	ПДК м/р	4	0,35000	0,09208
2902	Взвешенные вещества	ПДК с/с	3	0,15000	1,805115
2907	Пыль неорганическая >70 % SiO_2	ПДК м/р	3	0,15000	4,284619
2908	Пыль неорганическая: 70-20 % SiO_2	ПДК м/р	3	0,30000	78,996260
2909	Пыль неорганическая: до 20 % SiO_2	ПДК м/р	3	0,50000	53,357121

Запах присутствует на всех стадиях, в которых есть тепловая обработка. Источником запаха являются летучие жирные кислоты, органические азотные соединения и, в случае переработки семян рапса отдельных сортов, сероводород и органические серные соединения.

3.3.3.3 Отходы

В зависимости от вида масличного сырья образуемые отходы могут быть переработаны почти полностью в различные виды другой продукции, такие отходы считаются побочными продуктами. Например, богатые белками жмых и шрот, жирные кислоты и фосфолипиды являются сырьем для производства продуктов питания, кормов для животных и лекарственных препаратов [11, 15, 16, 36, 41, 42, 43, 59].

Твердые отходы, например, части растений, плодовая оболочка, частицы металла и камней образуются на стадии первичной технологической обработки сырья (очистка и обрушивание). Твердые отходы отделяются при очистке сырья на аспирационных просеивателях, магнитных сепараторах и ситах. При переработке масличных семян доля твердых отходов на этой стадии составляет менее 1% от массы перерабатываемых семян. Частицы металла отправляют на переработку, остатки твердых отходов, такие как камни и песок, утилизируются как отходы производства. Плодовая оболочка и пыль после гранулирования или брикетирования используется в качестве топлива. На стадии прессования используют фильтр-прессные салфетки, которые впоследствии также подлежат утилизации как отходы производства.

При химической рафинации в процессе нейтрализации неочищенного масла образуется соапсток, являющийся для данного процесса побочным продуктом. Соапсток в основном состоит из влаги, мыла, образовавшегося в результате нейтрализации щелочью (NaOH) свободных жирных кислот, увлеченного мылом нейтрального жира и может также содержать фосфолипиды, белки и другие соединения. Как правило, соапсток проходит дальнейшую переработку на мыловаренных заводах и олеохимических предприятиях.

Объем твердых отходов после рафинации растительного масла и переработки зависит от местных условий производства. При отбеливании использованная отбельная глина содержит до 30% жира.

Это делает отходы пожароопасными. На эксплуатационных установках, которые рафинируют пищевое масло, использованную отбельную глину утилизируют специализированные организации для производства биотоплива, как функциональную добавку на корм скоту, как структурирующую добавку при производстве бетонных конструкций, вывоз на полигоны ТБО.

Для комплексных эксплуатационных установок, на которых производят нерафинированное масло и шрот, и рафинируют пищевое масло, существуют различные возможности для использования компонентов сырья и отходов. Например, использование фосфолипидов (отходов производства после физической рафинации масла) для получения лецитина, применение использованной отбельной глины в составе кормов для животных.

В погонах дезодорации, полученных после обработки паром рафинированного растительного масла, присутствуют различные химические соединения в зависимости от вида сырья и стадий процесса рафинации. Если погоны дезодорации получены в результате химической рафинации и содержание пестицидов низкое, они могут быть использованы в кормовой промышленности. В противном случае ее можно использовать в качестве источника технических жирных кислот. Погоны, полученные в результате физической рафинации, имеют более высокие показатели в силу более высокого содержания токоферолов. Это превосходное сырье для производства витамина Е. Вследствие роста интереса к натуральным антиоксидантам, таким как токоферолы, и использованию фитостеринов в пищевой и фармацевтической промышленности, значение погонов дезодорации, возможно, увеличится.

В таблице 3.34 приведены виды твердых/жидких отходов на выходе от различных типовых процессов переработки растительного масла.Таблица 3.34 – Краткий обзор

основных твердых/жидких отходов и побочных продуктов при производстве нерафинированных растительных масел

	Гидратация	Нейтрализация	Отбеливание	Дезодорация
Твердые/ жидкие отходы	Фосфолипиды	Соапсток и жирные кислоты	Использованная отбельная глина и использованный фильтровальный порошок	Погоны дезодорации

Виды и объемы побочных продуктов и отходов кратко обобщены на рисунке 3.3.

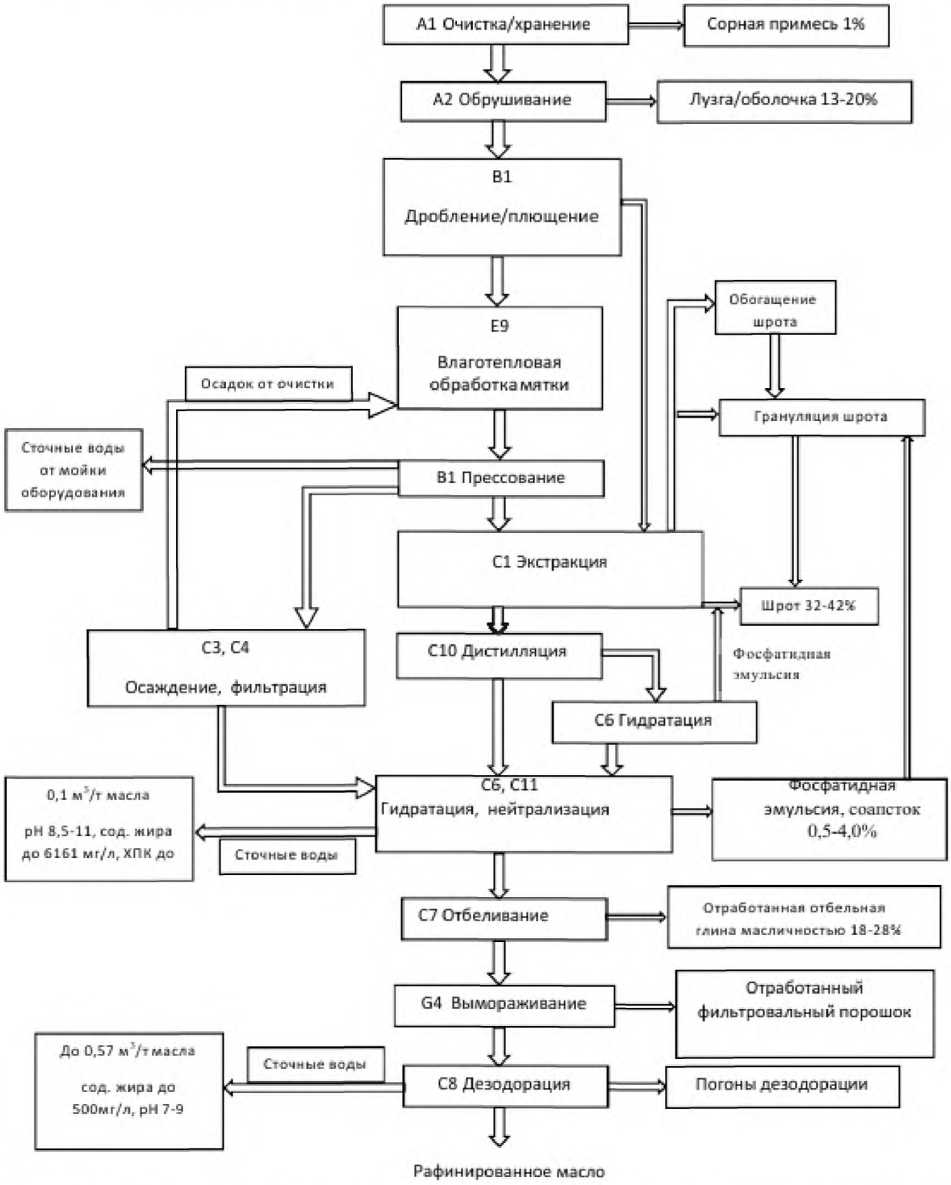

Рисунок 3.3 – Виды и объемы побочных продуктов и отходов, образующихся при переработке растительного масла

3.3.3.4 Энергопотребление

Энергопотребление при производстве нерафинированных растительных масел зависит от вида сырья, оборудования и производственных процессов.

Основными стадиями энергопотребления являются влаготепловая обработка, сушка, измельчение, прессование, экстракция и дистилляция.

Потребление пара составляет 200-500 кг пара/т переработанных семян (155-390 кВт/т), энергопотребление 25-50 кг/кВт/т переработанных семян (90-180 мДж/т)

В таблице 3.35 показано потребление пара и энергии в некоторых процессах рафинации нерафинированного растительного масла.

Таблица 3.35 – Энергопотребление в процессе рафинации нерафинированного растительного масла

Стадия переработки	Общее энергопотребление	Потребление пара	Энергопотребление
	мДж/т готовой продукции	мДж/т готовой продукции	мДж/т готовой продукции
Нейтрализация	145–330	112–280	22–44
Дезодорация	510–1350	420–1120	60–150

3.3.3.5 Использование химических средств

Теоретически экстракционный растворитель должен растворять только глицериды и не извлекать других веществ, таких, например, как каротиноиды, фосфолипиды и др., содержащихся в экстрагируемом материале. Растворители не должны содержать токсичных компонентов и должны быть регенерируемыми с минимальными потерями, безопасными в применении и легко удаляемыми из экстрагированного материала. По этой причине почти всегда применяются только алифатические углеводороды, в частности гексан технический пищевой или нефрас марки П1 63/75или с другими интервалами температуры кипения.

Технический гексан с интервалом температуры кипения 55–70°С является оптимальным растворителем. Гексан легко удаляется из масла при температуре ниже 100°С под вакуумом и может десорбироваться из шрота паром. Растворимость гексана в конденсированной воде составляет только 0,1% [58].

В химической нейтрализации растительного масла используют химические соединения. Используется NaOH в количестве 1-6 кг/т масла в зависимости от вида масла и содержания свободных жирных кислот. Если используется фосфорная кислота, то ее потребление составляет 0,1-2,0 кг/т масла в зависимости от количества в нем фосфоросодержащих веществ. В качестве альтернативы можно использовать лимонную кислоту. Ее потребление составляет 0,1-1,0 кг/т масла.

3.3.4 Производство маргариновой продукции

3.3.4.1 Сточные воды

Производство маргаринов, спредов, заменителей молочного жира, жиров специального назначения, заменителей, улучшителей и эквивалентов масла какао является составной частью масложировых предприятий. Стоки образуются в результате безразборной и разборной мойки оборудования, трубопроводов, полов. Сточные воды могут содержать жиры, органические вещества, остатки моющих веществ.

Среднегодовое количество сточных вод на 1 т изготовленных спецжиров, маргарина, спреда при оборотной и прямоточной системах водоснабжения зависит от вида применяемого оборудования и может составлять для автоматизированных линий от 0,347 до 4,0 $м^3$, из них производственных – от 0,017 до 0,222 $м^3$ и хозяйственно-бытовых от 0,125 до 4 $м^3$ [58, 59, 101].

Удельный расход сточных вод при производстве маргариновой продукции составляет 0,65 и 0,5 $м^3/т$ соответственно для линий производительностью 2,5 и 5 т/час.

Стоки маргариновых цехов прозрачны, с легким желтоватым оттенком и сильным запахом. Состав загрязнений, мг/л: жира - 495 мг/л, Na2CO3 - 1918 мг/л, белков - 111 мг/л, NaOH - 222 мг/л.

После отстаивания в жиролоуловителе и снятия части жира (30-50%) стоки передаются на дальнейшую очистку до показателей в соответствии с требованиями местных санитарных органов и бассейновой инспекции (температура 40°С, pH = 6,5-8,5, взвешенные и жировые вещества 20-50 мг/л, БПКполн. - до 500 мг О2/л - до 500 мг).

3.3.4.2 Выбросы в атмосферу

Вредных выбросов в атмосферу при производстве маргаринов нет.

В Приложении А указаны нормативы предельно допустимых выбросов загрязняющих веществ на полный цикл производства: поступление сырья, процессы подготовки сырья – рафинация, модификации – переэтерификации, гидрогенизации, фракционирования, завершающей стадии – дезодорации, фасования и хранения готовой продукции.

3.3.4.3 Отходы

К отходам при производстве маргарина может быть отнесена только некондиционная продукции или брак, направляемые на повторную переработку.

В Приложение А указаны нормативы образования отходов производства на полный цикл производства: поступление сырья, процессы подготовки сырья – рафинация, модификации – переэтерификации, гидрогенизации, фракционирования, завершающей стадии – дезодорации, исключая фасование и хранение готовой продукции. К отходам может быть отнесена некондиционная продукции или брак, направляемые на повторную переработку.

3.3.4.4 Энергопотребление

Энергопотребление при производстве спецжиров, маргарина, спреда зависит от

вида сырья, оборудования и производственных процессов.

Обобщенные данные об энергопотреблении при производстве маргарина приведены в таблице 3.36.

Таблица 3.36– Энергопотребление в процессе производства маргарина

Продукция	Электроэнергия, кВт ч/т готового продукта	Пар, Гкал на 1 т продукта
Производство маргарина и кулинарных жиров	632,03	738

3.3.5 Производство прочих пищевых продуктов

3.3.5.1 Производство сахара

3.3.5.1.1 Потребление воды и сточные воды

Проведение технологических процессов получения сахара связано со значительным потреблением воды: общий расход воды разного качества составляет около 1800 % к массе перерабатываемой свеклы, из них 700-800 % используется для гидроподачи сахарной свеклы, до 70 % – на отмывание корнеплодов, 800 % – на охлаждение технологического оборудования, до 100 % – в качестве экстрагента и т.д. Потребность в воде сахарных заводов России при максимальной переработке свеклы составляет порядка 620 тыс. $м^3$ в сутки.

Из общего количества воды около 1500 % составляет оборотная вода, до 250–350 % – свежая. В общем объеме потребления свежей воды доля технической воды составляет около 95 %, до 5 % – доля питьевой воды из артезианских скважин.

Сахарная свекла при поступлении в технологический поток привносит с собой до 78 % воды. При работе технологической линии также происходит образование различной воды, например: конденсата вторичных паров выпарной установки в объеме до 150 % к массе свеклы, который содержит аммиак до 190 $мг/дм^3$, жомопрессовых вод до 35-40 % к массе свеклы, барометрической воды до 450 % к массе свеклы.

Для сокращения расхода свежей воды, снижения количества сточных вод предприятия сахарной отрасли применяют оборотные системы. Удельный вес оборотных вод в сахарной промышленности составляет 80-85 % общего количества потребляемой воды.

В настоящее время на предприятиях сахарной отрасли могут быть реализованы оборотные системы: охлаждающих вод главного корпуса – используется для охлаждения технологического оборудования, включает до 800 % воды к массе свеклы; транспортерно-моечных вод – используется для транспортирования и мойки свеклы, включает до 1000 % воды к массе свеклы; очистки сатурационного газа – используется для очистки и охлаждения сатурационного газа, включает до 40 % воды к массе свеклы; холодильной установки склада неупакованного сахара и компрессорной – используется для охлаждения оборудования, включает до 50 % воды к массе свеклы.

Блок-схема образования и потребления воды на свеклосахарном заводе

представлена на рисунке 3.4.

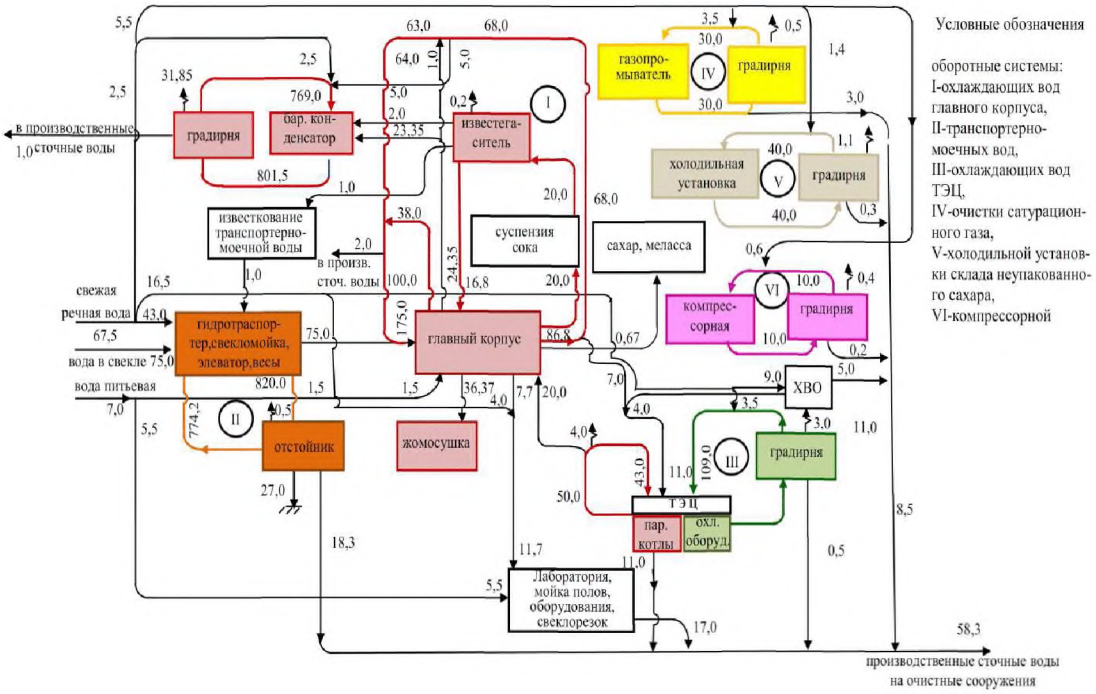

Рисунок 3.4 – Блок-схема образования и потребления воды на свеклосахарном заводе

В таблице 3.37 приведены типовые потребители воды по процессам свеклосахарного производства. Состав потребителей воды может дополняться или сокращаться в зависимости от их наличия или отсутствия на конкретном сахарном заводе, а также в соответствии с применяемыми оборудованием и технологической схемой, нормами потребления и требованиями к качеству воды.

Таблица 3.37 – Основные потребители воды по процессам свеклосахарного производства

Наименование процесса, участка, оборудования	Потребляемая вода	Расход воды, % к массе свеклы
Гидравлическая транспортировка свеклы	оборотная вода системы транспортерно-моечных вод	700
Мойка свеклы	оборотная вода системы транспортерно-моечных вод	200
Ополаскивание свеклы	свежая техническая вода	30
Экстрагирование сахарозы	конденсаты вторичных паров выпарной установки жомопрессовая вода барометрическая вода	90
Промывка осадка сока I сатурации	конденсаты вторичных паров выпарной установки	22
Конденсатор вакуум-фильтров	оборотная вода I категории	55

Продолжение таблицы 3.37

Наименование процесса, участка, оборудования	Потребляемая вода	Расход воды, % к массе свеклы
Конденсатор выпарной установки и вакуум-аппаратов	оборотная вода I категории	400
Предконденсатор	свежая техническая вода	100
Охлаждение утфеля при дополнительной кристаллизации	оборотная вода I категории	25
Подогрев сока перед выпарной установкой	конденсаты вторичных паров выпарной установки	10
Охлаждение вакуум-насосов, компрессоров, подшипников центробежных насосов	свежая техническая вода или оборотная вода I категории главного корпуса	77
Гашение извести	конденсаты вторичных паров свежая техническая вода	20
Газопромыватель сатурационного газа	оборотная вода системы газопромывателей сатурационного газа	30
Промывка сахара в центрифугах	артезианская вода конденсат второго корпуса выпарной установки	3

Объем образования сточных вод в сахарном производстве зависит от вида сырья: в свеклосахарном – до 350 % к массе свеклы, при переработке тростникового сахара-сырца – около 130 % к массе сахара-сырца.

На объемы образования промышленных сточных вод влияют применение различных систем водоиспользования и методов очистки вод, а также использование разных видов оборудования.

В состав сточных вод свеклосахарного производства могут входить осадок транспортерно-моечной воды, фильтрационный осадок, жомопрессовая вода, жомокислая вода, вода после очистки сатурационного газа, воды химводоочистки и ТЭЦ, излишки некоторых оборотных вод.

Основными показателями загрязненности сточных вод сахарных заводов являются содержание взвешенных веществ, органических соединений (по БПК), ХПК, аммонийного азота, хлоридов, сульфатов, фосфатов, нефтепродуктов, сухого остатка, азота нитратов и азота нитритов.

Химический состав сточных вод сахарных заводов представлен в таблице 3.38 (в числителе даны пределы колебаний показателей, в знаменателе – их средние значения).

Таблица 3.38 – Химический состав сточных вод сахарных заводов (по данным анкетирования предприятий)

Показатель	Единица измерения	Значение показателя
Взвешенные вещества	мг/л	666 – 49948 21320
Водородный показатель среды	pH	7,5 – 8,9 8,0
Растворенный кислород	мг/л	0
БПК	мг/л	3248 – 8755 6001
ХПК	мг/л	4547 – 10110 7542
Сухой остаток	мг/л	3760 – 10133 5340
Потери при прокаливании	мг/л	3518 – 8625 4392
Азот органических соединений	мг/л	18 – 136 55
Аммиак и соли аммония	мг/л	3,5 – 22,4 10,9
Нитриты, нитраты	мг/л	0-следы
Сероводород	мг/л	1,9 – 13,5 3,6
Сульфаты	мг/л	9,8 – 131 67,8
Фосфаты	мг/л	3,2 – 16,0 5,7
Хлориды	мг/л	17 – 255 119
Общая жесткость	мг-экв/л	8,3 – 32,8 21,4
АПАВ	мг/л	0,5 – 1,0 0,75
Нефтепродукты	мг/л	0 – 500 250
Железо	мг/л	0 – 300 150

Концентрация загрязнений в воде изменяется в зависимости от удельного расхода воды, при его уменьшении концентрация загрязнений увеличивается. Однако общее количество загрязнений в растворенном виде, удаляемых со сточными водами на очистные сооружения (например, по БПК), уменьшается пропорционально уменьшению удельного количества сточных вод (таблица 3.39).

Таблица 3.39 – Динамика загрязнений, удаляемых со сточными водами свеклосахарного производства, в зависимости от их удельного количества

Удельное образование сточных вод, % к массе свеклы	Удельное значение БПК, кг	
	на 1 т сточной воды	на 100 т свеклы
1500	0,7	1050
120	2,1	250
25	3,7	90

Объясняется это особенностями свеклосахарного производства, которые состоят в том, что в сточных водах могут находиться или отсутствовать осадки транспортерно-моечный (до 15 % к массе свеклы), фильтрационный (до 12 % к массе свеклы). При их отсутствии часть загрязнений не поступает в сточные воды.

3.3.5.1.2 Выбросы в атмосферу

Источники выделения загрязняющих веществ при производстве сахара являются в основном стационарными, организованными. Это выбросы по ходу технологического процесса, технологических печей, содержащие в основном газообразные вещества (до 75 % общих выбросов), и вентиляционные, содержащие разного рода пыль (25 %). К основным вредным веществам технологических выбросов относятся оксид углерода, оксиды азота, диоксид серы, аммиак. Источники выделения загрязняющих веществ, образующихся в процессе производства сахара, представлены в таблице 3.40.

Таблица 3.40 – Источники выделения загрязняющих веществ на предприятиях сахарной промышленности

Наименование производства	Наименование загрязняющего вещества	Наименование источника выделения загрязняющего вещества
Производство сахара	Оксид углерода	Аппараты I и II сатурации Известняково-обжигательные печи Конвейеры обожженной извести Известегасильные аппараты
	Диоксид серы	Аппараты I и II сатурации Сульфитаторы сока, сиропа, воды Серосжигательные печи
	Диоксид азота	Аппараты I и II сатурации Сульфитаторы сока и сиропа Известняково-обжигательные печи
	Оксид азота	Аппараты I и II сатурации Известняково-обжигательные печи
	Аммиак	Аппараты I и II сатурации Выпарные аппараты Сборники конденсата вторичных паров выпарной установки Аммиачные оттяжки выпарных и вакуумных аппаратов
	Пыль сахара	Сушильно-охладительные установки сахара Конвейеры сахара Аппараты упаковки
	Кальций оксид (негашеная известь)	Известегасильные аппараты

Технологический процесс очистки диффузионного сока включает подпроцесс сатурации дефекованного сока. Сатурационный газ, пройдя слой сока в аппаратах первой и второй ступени сатурации, в виде отработавшего газа удаляется через вытяжную трубу высотой 2,5 м от уровня крыши в атмосферу. Эффективность использования газа при сатурации сока и клеровки тростникового сахара-сырца составляет 40-55 %. Минимальное количество оксида углерода, отходящее от аппарата первой ступени сатурации свеклосахарного производства, составляет в среднем 69,3 т/год, максимальное – 196,6 т/год; минимальное количество оксида углерода, отходящее от аппарата второй ступени сатурации свеклосахарного производства, составляет 39,7 т/год, максимальное – 102 т/год.

Основным методом для уменьшения выбросов оксида углерода является ведение процесса, обеспечивающего интенсивное диспергирование газа в соке за счет создания условий многократной циркуляции сока и принудительного барботирования газа. Это возможно при применении сатураторов особой конструкции, что позволяет увеличить степень утилизации газа на первой ступени сатурации до 80 %, на второй – до 65 %.

При подготовке экстрагента, сульфитации очищенного сока и сиропа отработавший в аппаратах сульфитации газ удаляется через вытяжную трубу высотой 2,5 м от уровня крыши в атмосферу. Этот газ содержит остаточные количества диоксида серы: минимальное количество диоксида серы составляет 1,04 т/год, максимальное – 12,96 т/год.

Выбросы оксида и диоксида азота образуются при очистке дефекованного сока в аппаратах сатурации, при получении сатурационного газа в известняково-обжигательных печах, сульфитации очищенного сока и сиропа. Совокупно от этих процессов в атмосферу поступает минимальное количество диоксида азота 0,049 т/год, максимальное – 16,83 т/год; минимальное количество оксида азота – 0,0007 т/год, максимальное – 3,96 т/год.

Все газообразные вещества от аппаратов выбрасываются в воздушный бассейн без очистки.

Сгущение очищенного сока и уваривание утфелей сопровождается выделением аммиака, образующегося при разложении амидосоединений. Аммиак, выделившийся в данном корпусе выпарной установки и от теплообменной аппаратуры, поступает вместе с вторичными парами в паровую камеру следующего корпуса, где он частично растворяется в образующемся конденсате, а частично отводится аммиачной оттяжкой в надсоковое пространство следующего корпуса. Минимальное количество образующегося аммиака составляет 0,08 т/год, максимальное – 32 т/год.

Сушка и транспортировка сахара сопровождаются образованием сахарной пыли. Для улавливания сахарной пыли отработавший в сушильных и охладительных аппаратах воздух, воздух от мест пересыпки и упаковки подвергается очистке в циклонах, как правило, в одну ступень, с эффективностью улавливания сахарной пыли 95-99 %. Минимальное количество сахарной пыли, отходящее с очищенным воздухом в атмосферу составляет – 0,003 т/год, максимальное – 43 т/год.

Процесс загрузки известегасильного аппарата сопровождается образованием пыли кальций оксида (негашеной извести), которая специально не улавливается.

Минимальное количество кальций оксида составляет 0,072 т/год, максимальное – 7,07 т/год.

Объем и состав образующихся производственных выбросов в атмосферу представлен в таблице 3.41.

Таблица 3.41 – Объем и состав образующихся производственных выбросов в атмосферу от предприятий сахарной промышленности (по данным анкетирования предприятий, средние данные)

Наименование загрязняющего вещества	По фактическим данным на один сахарный завод				
	Годовая масса загрязняющего вещества, тонн	Минимальный выброс, г/с	Максимальный выброс, г/с	Средний выброс, г/с	Тип измерений
Азота диоксид	5,35	0,058	1,462	0,765	периодически
Азота оксид	1,14	0,0108	0,1609	0,0866	периодически
Серы диоксид	6,50	0,012	1,489	0,750	периодически
Углерода оксид	250,65	2,77	53,14	27,96	периодически
Аммиак	11,48	0,31	1,93	1,12	периодически
Пыль сахара, сахарной пудры (сахароза)	2,86	0,04	0,52	0,27	периодически
Кальций оксид (негашеная известь)	1,93	0,007	0,392	0,186	периодически

3.3.5.1.3 Отходы

Среди перерабатывающих отраслей агропромышленного комплекса наиболее материалоемкой является сахарная промышленность, в которой объём сырья и вспомогательных материалов, используемых в производстве, образующихся побочных продуктов и отходов в несколько раз превышает выход готовой продукции – сахара. При среднем выходе сахара 12-13 % к массе переработанной свеклы образуется около 83 % свежего свекловичного жома; 4 % мелассы; 8 % фильтрационного осадка; 15 % транспортерно-моечного осадка; 1,4 % отсева известнякового камня; 350 % сточных вод; 3,0 % свекловичных обломков (боя) и хвостиков.

Одним из основных побочных продуктов при получении сахара из сахарной свеклы является свекловичный жом, представляющий собой обессахаренную свекловичную стружку после извлечения их нее сахарозы экстрагированием. Он содержит питательные вещества: пектин, клетчатку, витамин С, минеральные вещества, безазотистые экстрактивные вещества, белок, незаменимые аминокислоты (лизин, лейцин, треонин, валин).

Своеобразный состав свекловичного жома определяет возможные направления его использования, в первую очередь, в кормлении сельскохозяйственных животных, так как жом – питательный продукт, содержащий в

1,5 раза больше, чем в сене, безазотистых легко усваиваемых веществ; одновременно он является источником перевариваемой клетчатки, кальция, меди (в 3 раза больше, чем в овсе), йода (в 17 раз больше, чем в овсе). Свекловичный жом различают по видам: свежий, кислый, сушеный (рассыпной и гранулированный). Разные виды жома отличаются способностью к хранению. Свежий жом имеет краткосрочный – не более 3 суток – период сохранения нативных свойств, поскольку в нем легко развиваются интенсивные ферментативные процессы, в результате которых жом претерпевает биохимические изменения, превращаясь в кислый жом. Кислый жом может длительно храниться в жомохранилищах, но при этом он постепенно теряет свои питательные свойства и образует жомокислые воды, отводимые в сточные воды. В то же время кислый жом содержит основные элементы, необходимые для питания растений, хотя их содержание в сравнении с традиционными органическими удобрениями невелико, например, содержание общего азота составляет 1,3 %. Тем не менее такой жом используется в качестве удобрительного материала в сельском хозяйстве с нормой внесения 20-220 т/га в зависимости от характеристики почв.

Для исключения потери кормовой ценности жома и снижения объемов образования сточных вод используют технологии, связанные с переводом его в долгохранящийся продукт, что расширяет возможности использования. В настоящее время распространение получила технология консервирования свежего жома в полимерных рукавах. Удобством транспортировки обладает высушенный, гранулированный жом, поэтому предприятия активно развивают эти технологии, что позволило с 2010 г. в 4 раза увеличить выработку сушеного жома. В настоящее время до 65 % жома высушивается, до 20 % направляется на корм животным в свежем и кислом виде, около 4 % используется в качестве мелиоранта, оставшаяся часть образует жомокислые воды и отходы.

Меласса – побочный продукт, уровень вовлечения которой в хозяйственный оборот составляет 100 %. Меласса – оттек, отделяемый при центрифугировании утфеля последней ступени кристаллизации. Ее химический состав, кроме сахарозы, определяется химическим составом сахарной свеклы, а именно растворимыми компонентами свекловичного сока, а также зависит от технологических режимов переработки сахарной свеклы, так как в нее переходят продукты разложения нативных веществ свеклы и образованные в технологическом потоке.

В мелассе сконцентрированы многие ценные компоненты: при содержании до 80 % сухих веществ в их состав входит до 50 % сахарозы и 30 % несахаров, в т. ч. ценные аминокислоты (глутаминовая, аспарагиновая, лейцин, тирозин, триптофан) и многие органические кислоты (молочная, муравьиная, уксусная, пропионовая, щавелевая, глюциновая, сахариновая, глутаровая, малоновая, валериановая, янтарная и др.), редуцирующие вещества, катионы металлов, анионы угольной, серной и фосфорной кислот и др., всего до 200 соединений.

Химический состав мелассы тростникового сахара-сырца отличается от состава мелассы свекловичной меньшим содержанием сахарозы, большим содержанием редуцирующих веществ, солей кальция, включает альдегиды, эфиры и органические кислоты. Эти отличия обусловлены составом несахаров сырья, применяемой технологией переработки тростникового сахара-сырца. Обычно состав мелассы

тростникового сахара-сырца колеблется в следующих пределах, в % к ее массе: содержание сухих веществ – 75-80, сахарозы – 38-45, редуцирующих веществ – 0,5-2,0.

Меласса традиционно является сырьем для производства этилового спирта, лимонной, молочной кислот, хлебопекарных дрожжей, т.е. тех продуктов, образование которых связано с протеканием микробиологических процессов. Достаточно сбалансированный по питательным веществам состав мелассы, наличие углеводов, придающих сладкий вкус, определили применение мелассы в кормлении животных. Используется меласса также для производства ацетона, глицерина, пластмасс, клеящих средств, в цветной металлургии, в строительной промышленности, в нефтеперерабатывающей промышленности, в бумажной и мебельной промышленности. В последние годы из мелассы извлекают сахарозу методом ионной хроматографии.

Фильтрационный осадок образуется в процессе очистки диффузионного сока, содержит к массе сухих веществ до 80 % углекислого кальция, 2 % сахарозы, около 18 % органических веществ. Основным препятствием в решении вопроса утилизации фильтрационного осадка было несовершенство аппаратурного оформления схем его выделения, при котором осадок получался нетранспортабельным, малопригодным для механизации операций с ним из-за высокой влажности. Оснащение около 40 % сахарных заводов камерными фильтр-прессами позволило осуществлять обезвоживание фильтрационного осадка до содержания СВ не менее 70 %, что делает его легко транспортируемым, облегчает применение.

Основное применение фильтрационный осадок нашел в сельском хозяйстве в качестве мелиоранта для подщелачивания кислых почв, компенсируя в них недостаток кальция и увеличивая усвояемость других неорганических удобрений, особенно азотистых и фосфорных. Фильтрационный осадок может также успешно использоваться вместо молотого мела в качестве минеральной подкормки для сельскохозяйственных животных и птицы как источник кальция, фосфора, микроэлементов, белка, сахаров, а также в виде добавки при производстве комбикормов и сушеного жома. Поскольку сухой фильтрационный осадок по своему химическому составу близок к костной муке, то в комбикормах для кур-несушек возможна замена 50 % костной муки осадком без снижения показателей продуктивности, воспроизводительной способности птиц. Уровень вовлечения фильтрационного осадка в оборот достигает 65 %.

Транспортерно-моечный осадок, также являющийся одним из наиболее крупнотоннажных отходов, образуется при отделении в отстойниках взвесей транспортерно-моечной воды при ее осветлении в оборотной системе. Осадок состоит, в основном, из плодородного слоя почвы, унесенной с полей вместе со свеклой. Указанный осадок в разбавленном виде (влажность 93-98 %) в составе сточных вод направляется на поля фильтрации. После осаждения взвесей воды в земляных отстойниках и фильтрования на картах полей фильтрации образующийся осадок после естественной просушки извлекается и используется в качестве мелиоранта-рекультиванта для восстановления плодородного слоя земель сельскохозяйственного назначения.

В последние годы в связи с полной механизацией уборочных и погрузочно-разгрузочных работ значительно возросла повреждаемость свеклы, что

способствовало увеличению количества отхода – обломков («боя») свеклы. В настоящее время отделенные обломки («бой») и хвостики свеклы фракцией более 10 мм направляются в переработку, менее 10 мм выводятся со свежим жомом и используются в качестве корма для животных.

Отсев известнякового камня образуется при доставке и загрузке его в известняково-обжигательную печь. Этот отход направляют на временное хранение на выделенные площадки и используют в основном для собственных нужд при эксплуатации дорог на призаводской территории.

3.3.5.1.4 Энергопотребление

Среди пищевых производств производство сахара занимает первое место по энергопотреблению, сложности теплоэнергетического комплекса, взаимозависимости между технологическими и теплоэнергетическими потоками.

Сахарные заводы потребляют тепловую энергию и электроэнергию от собственных теплоэнергоцентралей (ТЭЦ).

Доля топлива и электроэнергии в себестоимости переработки сахарной свеклы составляет около 30 %, а в себестоимости сахара – около 20 %.

Расход условного топлива на российских свеклосахарных заводах находится в диапазоне 3,0-6,4 т на 100 т свеклы, в то время как за рубежом 2,5-3,3 т на 100 т свеклы.

При производстве сахара из тростникового сахара-сырца расход условного топлива составляет от 10 до 20 т на 100 т сахара-сырца. Используемый вид топлива – природный газ.

В свеклосахарном производстве из общего расхода топлива 80-85 % приходится на выработку тепловой энергии для технологических нужд, 8-12 % – на выработку электроэнергии и на получение извести и углекислого газа.

Для проведения технологических процессов расходуется тепловой энергии 30-50 т на 100 т свеклы, из которых до 80 % потребляется при сгущении сока в выпарной установке, остальное – на нагревание сока перед выпарной установкой и другие цели.

Потребителями электроэнергии являются в основном электроприводы насосов, вентиляторов, дымососов – около 70 %·от общего расхода; непроизводственное потребление (коммунальное, внешнее освещение и пр.). составляет около 9,5 %; электроприводы технологического оборудования потребляют до 3,5 %.

Удельный расход электроэнергии по основному свеклосахарному производству составляет 25-50 кВт·ч на 1 т свеклы.

3.3.5.1.5 Шум и вибрация

Шум в технологическом потоке производства сахара возникает при работе большинства технологического оборудования, наиболее сильный – при работе соломоловушек, свеклорезок, центрифуг, известняково-обжигательных печей, компрессорных установок, градирен, грохотов известнякового камня.

Вибрация возникает при работе свеклорезок, центрифуг, виброконвейеров, компрессорных установок.

Раздел 4 Определение наилучших доступных технологий

В данном разделе представлены наиболее значимые методы, позволяющие достичь высокого уровня охраны окружающей среды в промышленности в пределах области применения настоящего ИТС.

Рассматриваются процедуры предотвращения, контроля, минимизации и переработки отходов, а также повторное использование материалов и энергии.

Для обеспечения комплексного контроля и предотвращения загрязнений окружающей среды методы могут быть представлены отдельно или в виде комбинаций.

Описанные методы показывают, что предотвращение может быть достигнуто многими способами, такими как использование производственных технологий, которые в меньшей степени загрязняют окружающую среду по сравнению с другими технологиями; снижение материальных затрат; реинжиниринг процессов для повторного использования продуктов, которые, например, не соответствовали спецификации потребителя; улучшение методов управления и замена технологических средств и добавок менее опасными.

Этот раздел предоставляет информацию о некоторых общих и конкретных методах предотвращения загрязнения окружающей среды и контроля загрязнения окружающей среды, которые были внедрены в промышленном масштабе.

4.1 Производственно-экологический контроль пищевых и перерабатывающих предприятий. Основные методы снижения уровня эмиссий

Нормативно-правовой основой для проведения производственно экологического контроля является Статья 67 Федерального закона № 7-ФЗ от 10.01.2002 г «Об охране окружающей среды» (с изменениями на 29 июля 2017 года) [89].

Производственный контроль в области охраны окружающей среды (производственный экологический контроль) осуществляется в целях обеспечения выполнения в процессе хозяйственной и иной деятельности мероприятий по охране окружающей среды (ООС). Рациональному использованию и восстановлению природных ресурсов, а также в целях соблюдения требований в области охраны окружающей среды.

Субъекты хозяйственной и иной деятельности обязаны предоставить сведения об организации производственного экологического контроля в органы исполнительной власти и органы местного самоуправления, осуществляющие соответственно государственный и муниципальный контроль в порядке, установленном законодательством.

Производственный экологический контроль (ПЭК) – непосредственная деятельность предприятий, организаций, учреждений по управлению воздействием на окружающую среду на основе описания, наблюдения, оценки и прогноза источников воздействия и отходов.

Производственный контроль проводится самим предприятием – природопользователем на своих объектах с целью обеспечения выполнения в процессе хозяйственной и иной деятельности требований природоохранного законодательства. Контроль обусловлен также необходимостью соблюдения установленных нормативов в области охраны ОС, а также самопроверки рациональности природопользования на своих объектах и выполнения планов мероприятий по ограничению и уменьшению воздействия на ОС. Содержание такого контроля, прежде всего, зависит от специфики деятельности предприятия.

Поскольку для обеспечения необходимого уровня качества работ на ряд видов экологической деятельности требуется особое разрешение (например, на проведение инструментальных измерений), то предприятия (прежде всего небольшие), часть производственного контроля выполняют, привлекая специализированные организации. Однако недооценивая важность природоохранной деятельности и стремясь уменьшить затраты предприятия часто экономят на содержании собственной экологической службы и сводят производственный контроль к минимальному объему, выполняемому организациями-подрядчиками, что снижает эффективность самого действенного вида экологического контроля. Тем не менее, по законодательству ответственность за все несвоевременно выявленные нарушения несут руководитель предприятия, лицо, ответственное за природоохранную деятельность, и руководители соответствующих структурных подразделений.

Основными задачами ПЭК является выполнение подразделениями предприятия требований природоохранного законодательства, нормативных документов в области охраны окружающей среды, касающихся:

- соблюдения установленных нормативов воздействия на компоненты окружающей природной среды;
- соблюдения лимитов пользования природными ресурсами и лимитов размещения отходов;
- соблюдения нормативов качества окружающей природной среды в зоне влияния предприятия;
- выполнение планов природоохранных мероприятий по снижению техногенной нагрузки на окружающую среду.

Производственный экологический контроль проводится над:

- соблюдением нормативов использования природных ресурсов и эффективностью их использования;
- соблюдением установленных нормативов воздействия на окружающую среду выбросов и сбросов загрязняющих веществ и лимитов размещения отходов;
- учетом номенклатуры и количества загрязняющих веществ, поступающих в окружающую природную среду от источников загрязнения;
- обеспечением своевременной разработки нормативов воздействия на окружающую среду (нормативов ПДВ, ПДС, лимитов размещения отходов), установленных для природопользователя;
- источниками выделения загрязняющих веществ и образования отходов;
- эффективностью работы природоохранного оборудования (установок по улавливанию и обезвреживанию вредных веществ из отходящих газов, систем очистки хозяйственно-бытовых и производственно-ливневых сточных вод; систем оборотного и

повторного водоснабжения); соблюдением правил обращения с отходами производства и потребления 1-4 класса опасности;

- использованием опасных и вредных химических веществ (в составе сырья, реагентов, биопрепаратов);
- выполнением природоохранных планов мероприятий (в том числе противоаварийных), предписаний и рекомендаций специально уполномоченных государственных органов в области охраны окружающей природной среды;
- наличием и техническим состоянием оборудования по локализации и ликвидации последствий техногенных аварий, по обеспечению безопасности персонала;
- получением информации для обоснования размеров платежей за загрязнение окружающей природной среды;
- своевременным предоставлением информации, предусмотренной государственной статистической отчетностью, системами государственного экологического мониторинга, кадастровым учетом и т.п.

Объектами производственного экологического контроля являются:

- стационарные и передвижные источники выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух;
- системы очистки отходящих газов;
- источники сбросов загрязняющих веществ в окружающую природную среду (в водные объекты, на рельеф, в подземные горизонты), в системы канализации и сети водоотведения;
- системы очистки отработанных вод;
- системы оборотного и повторного водоснабжения;
- источники образования отходов производства;
- объекты размещения и утилизации отходов (площадки временного хранения, стационарные полигоны);
- склады и хранилища сырья, материалов, реагентов;
- объекты окружающей среды, расположенные в пределах промышленной площадки, территории, где осуществляется природопользование, санитарно-защитной зоны (СЗЗ);
- природные ресурсы;
- природные среды, загрязненные химическими веществами по вине природопользователя.

Контроль сбросов, выбросов, количества отходов и энергопотребления осуществляется на основе мониторинга производства продуктов питания.

Блок-схема мониторинга этих показателей на предприятии приведена на рисунке 4.1.

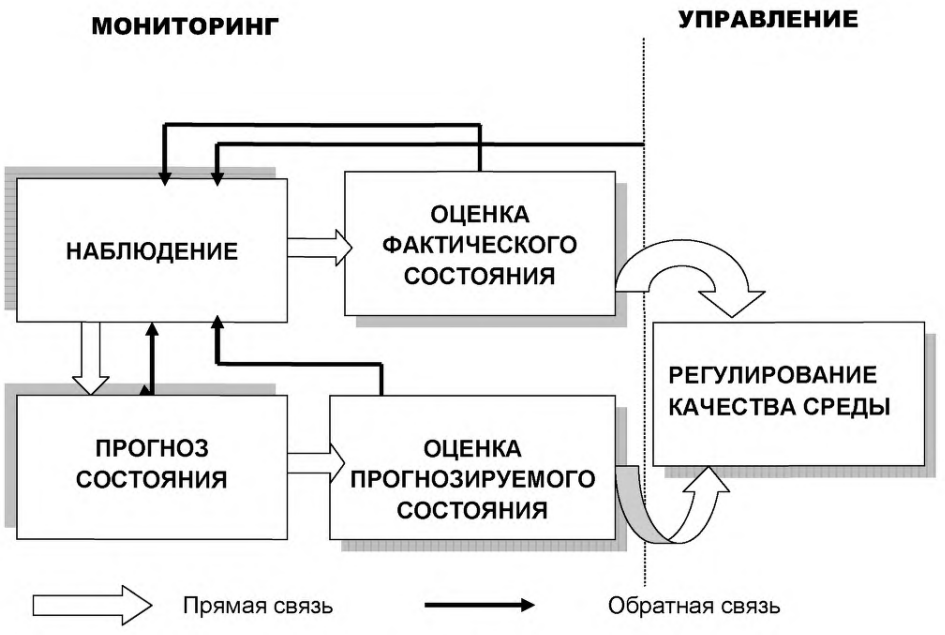

Рисунок 4.1 – Блок-схема мониторинга

Для современного предприятия наличие эффективной системы экологического менеджмента свидетельствует о признании экологически безопасного и стабильного соответствия параметров и характеристик объектов, процессов, продукции компании природоохранным нормам и правилам, обеспечивающий безопасный уровень воздействия на окружающую природную среду и здоровье населения.

Практика показала, что предупреждение является экономически более выгодным, чем ликвидация негативных экологических последствий, влекущая за собой штрафные санкции и административную ответственность.

Кроме того, важным стимулом к внедрению на предприятиях системы управления окружающей средой в соответствии с требованиями международного стандарта ISO 14001, является ужесточение конкурентной борьбы как на внутреннем, так и мировом рынке.

Деятельность в области экологического менеджмента в настоящее время нашла широкое практическое развитие во всех промышленно развитых и многих развивающихся странах. С ней связывают наиболее значительные достижения в решении экологических проблем промышленного производства за последние годы.

В Российской Федерации внедрение систем экологического менеджмента на предприятиях приводит к существенным результатам в отношении улучшения экологических показателей деятельности и снижения отрицательного воздействия на окружающую среду. Кроме того, внедрение СЭМ способствует укреплению системы менеджмента в целом, а также, как правило, выполняет интегрирующую роль в объединении систем менеджмента на предприятии.

Таким образом, проблема формирования новой культуры управления предприятием, базу которой составляют принципы экоэффективности, приобретает особую актуальность.

Однако, в основе экологического менеджмента должны лежать принципы не только экоэффективности, но и экосправедливости.

Под экоэффективностью понимается такая организация разносторонней экологической деятельности, которая позволяет сократить соответствующие издержки и даже получить дополнительную прибыль от мероприятий по охране окружающей среды. Принципы экосправедливости проявляются в осознании руководством предприятия моральной ответственности за отрицательное воздействие на окружающую среду и нерациональное использование природных ресурсов. Внедрение системы экологического менеджмента может рассматриваться как составная часть переходного этапа на пути создания интегрированной системы менеджмента на предприятии.

В процессе идентификации экологических аспектов на предприятии можно учитывать информацию из различных источников, включая:

- технологические инструкции (технологические карты) всех производственных процессов;
- данные о сырьевых материалах, их упаковке;
- сведения об обеспечении техники безопасности при проведении технологических процессов и операций;
- данные об изменении (модернизации, переналадке) технологического оборудования и технологических процессов;
- сведения о введении новых технологических операций и процессов;
- данные внешнего и внутреннего экологического аудита за прошлый период;
- данные лабораторного контроля параметров выбросов в атмосферный воздух, сточных вод, токсичности отходов, почвы, уровней шума и т.д.;
- данные проектов ПДВ, ПНООЛР, проекта обоснования СЗЗ и другой разрешительной документации;
- международные, государственные, муниципальные, корпоративные экологические законодательные акты и стандарты.

В данный процесс необходимо вовлекать работников, непосредственно участвующих в технологическом процессе, т.к. только они могут дать исчерпывающую информацию обо всех операциях в производственной зоне.

При модернизации существующих и строительстве новых предприятий одним из эффективных мероприятий внедрения НДТ является проектирование оборудования с целью минимизации уровней энергопотребления, выбросов и сбросов в окружающую среду.

Так, проектирование насосного и конвейерного оборудования может предотвратить выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух. Потребление энергии может быть сведено к минимуму за счет, к примеру, внедрения программы оптимизации энергопотребления, включая повторное использование тепла и использования изоляции. Основными источниками утечек могут быть резервуары, насосы, уплотнения и клапаны компрессоров и технологические сливы. Примерами эффективных проектных решений являются:

• идентификация и маркировка всех клапанов и настроек оборудования для уменьшения риска их неправильной настройки персоналом;

• оптимизация трубопроводных систем и мощности оборудования для минимизации потерь продуктов;

• минимизация выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух.

Примерами способов минимизации выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух с использованием конструктивных особенностей исполнения оборудования являются оснащение резервуаров плавающими крышками или насосов двойными механическими уплотнениями. Холодильные установки и другое оборудование, например, бойлеры и градирни, могут быть спроектированы такого размера, который необходим для максимально ожидаемой потребности и могут надлежащим образом контролироваться, чтобы постоянно обеспечивать нужные потребности.

Конвейеры могут быть полностью закрыты кожухами и уплотнены или, в случае невозможности установки кожухов, оснащены вытяжными шкафами/колпаками с местной системой отсоса для отвода загрязняющих веществ в атмосферный воздух.

Шум от работающего оборудования может быть сведен к минимуму за счет механической изоляции моторов/двигателей от присоединенных к ним каналов или труб. В гидравлических системах могут быть использованы глушители или демпферы пульсаций для уменьшения передачи шума от потока жидкости в систему трубопровода. Для загрузочных или разгрузочных систем, таких как лотки и бункеры, шум, возникающий от соударений обрабатываемого материала о стенки оборудования, может быть снижен путем обеспечения скольжения материалов по поверхности лотков и снижения высоты падения. Альтернативным вариантом может стать применение облицовочного звукоизолирующего материала.

Вокруг источников шумового загрязнения целесообразно обустройство звукоизоляционных ограждений. Обычно звукоизоляционное ограждение состоит из металлической оболочки, обшитой поглощающим материалом, который полностью или частично ограждает источник шума. Уменьшение уровня шума, которое может быть достигнуто, зависит от изоляции передающегося по воздуху звука стенками и от поглощающей способности внутренней изоляции. Размер, форма и материалы для звукоизолирующего экрана могут быть определены с помощью акустических проектных расчетов для обеспечения доведения уровней шумов к заданной величине.

Примерами применения использования звукоизоляционных материалов при производстве продуктов питания являются:

• для линий розлива в стеклянные бутылки, звукоизоляционное ограждение конвейеров для стеклянных бутылок и бункерных загрузочных устройств для крышек;

• изоляция внутренней части бункеров с ударогасящим изоляционным материалом и обшивка внешних стенок бункеров и защитных ограждений;

• на упаковочных машинах, обшивка верхних панелей и ограждение линий расфасовки;

• при переработке мяса, установка звукозаглушающих колпаков над куттерами с вращающейся чашей;

• ограждение распылительных сушилок (например, в звукоизолированных помещениях, в которые ограничен доступ);

• в морозильных и холодильных камерах, ограждение рефрижераторного оборудования, предусматривающего вентиляцию двигателей и вентиляторов;

• ограждение паровых компрессоров.

Не менее значимым мероприятием, снижающим влияние шумового воздействия, является звукоизоляция промышленных зданий, в которых находится оборудование, работающее с высоким уровнем шума. Например, вентиляторы, градирни и конденсаторы.

Экранирование зданий от производящих шум объектов обеспечивает уменьшение уровня звукового давления на них. Эффект экранирования могут обеспечивать расположенные поблизости другие здания, или его можно получить за счет сооружения барьеров, таких как стены или насыпи.

4.1.1 Характеристика основных методов и оборудования для снижения уровня загрязнения сточных вод

Предприятия пищевой промышленности являются крупными потребителями чистой воды. Воду расходуют непосредственно при различных технологических процессах, для санитарно-гигиенических целей, в виде теплоносителя (пар) и т.п. С ростом производства, технической оснащенности предприятий и повышением санитарных требований общий расход воды возрастает. Соответственно увеличивается и сброс сточных вод. На режим образования (поступления) сточных вод, их состав и количество влияют [100]:

•вид перерабатываемого сырья;

•технологический процесс производства;

•количество потребляемой воды;

•местные условия и др.

Мясокомбинаты на полную обработку туши крупного рогатого скота затрачивают 1,5–2 м^3, свиньи – 0,6–0,8 м^3 воды. Предприятия обычно строят в крупных населенных пунктах (городах, поселках), поэтому источником водоснабжения являются городской водопровод или артезианские скважины. При переработке мяса главным потребителем воды является основное производство При этом существенное влияние на расход воды оказывает ассортимент вырабатываемой продукции. Значителен расход воды на паросиловое хозяйство – в среднем 20–22 м^3 воды на 1 т готового продукта.

Основными направлениями снижения загрязненности сточных вод и уменьшения их объема являются:

• рациональное водопотребление;

• соблюдение технологических регламентов;

• повторное использование воды;

• автоматизация производства и др.

Определение условий сброса сточных вод в водоемы производят по следующим показателям:

• органолептические свойства;

• БПК;

• растворенный кислород;

• кислотно-щелочные свойства;

- содержание токсичных и вредных веществ;
- содержание взвешенных веществ.

К органолептическим и физическим показателям качества воды относят температуру, цветность, запах, прозрачность, мутность и плотность. К основным химическим показателям воды относят определение общей кислотности и щелочности, pH, содержание взвешенных жировых веществ, содержание жиров, содержание органических примесей и т. д.

Загрязнение сточных вод предприятий по производству продуктов питания в основном бывает минеральное, органическое, бактериальное или биологическое. Минеральные загрязнения содержат песок, глину, шлак, растворы минеральных солей, кислот, щелочей, масел и др. Органические загрязнения бывают растительного и животного происхождения. К растительным загрязнениям относятся бумага, растительные масла, остатки плодов, овощей, а к животным – остатки жировых и мускульных тканей, клеевые вещества и пр. Бактериальные и биологические загрязнения представляют собой различные живые микроорганизмы – дрожжевые и плесневые грибки, водоросли, патогенные бактерии.

Технологические (производственные) сточные воды мясной промышленности по характеру загрязнений делят на следующие группы: зажиренные – из цехов и отделений мясоперерабатывающего завода (варочный, ливерный, машинного, сырьевого, формовочного, термического и др.); незажиренные – из всех остальных цехов; (условно чистые) – от холодильных установок и теплообменных аппаратов, котельной. Загрязненность сточных вод зависит от цеха, применяемого оборудования, соблюдения технологического режима и т. п. Производственные зажиренные сточные воды составляют 40 – 55% общего объема, производственные незажиренные – от 20 до 25 %, условно чистые – от 12 до 20 % и бытовые – от 12 до 19 %.

Сточные воды предприятий по производству продуктов питания подразделяют на следующие категории [12, 38, 100]:

- производственные загрязненные – промывные (после промывки масла, сырья и т.д.) и моечные (после мойки фляг, бочек, технологического оборудования, тестомесов, резервуаров, автоцистерн, помещений);
- условно чистые – незагрязненные производственные воды (от холодильного и теплообменного оборудования, вакуум-выпарных аппаратов);
- дождевые и бытовые (санузлы, столовые и другие вспомогательные помещения).

Загрязненные сточные воды предприятий пищевой промышленности содержат, в основном, органические вещества. Сточные воды имеют мутный беловатый или желтоватый цвет. Попадая в водоем без очистки, органические вещества потребляют для своего окисления большое количество кислорода, в результате чего резко ухудшаются условия развития флоры и фауны водоемов. В сточных водах предприятий пищевой промышленности содержатся жиры, растворы солей, кислот, а также механические включения.

Объем загрязненных сточных вод для этих предприятий составляет 20–50% общего стока. Расход незагрязненных производственных сточных вод, направляемых в систему оборотного водоснабжения или на повторное использование, составляет 60–80 % общего расхода воды на предприятиях. Общий расход сточных вод

колеблется от 15–20 до 4000 м^3 в сутки, бытовые стоки составляют 2–10 % общего стока.

Для защиты водоемов от загрязнения сточными водами промышленных предприятий применяют комплекс мероприятий, выбор которых определяется в основном характеристикой источника образования сточных вод, объемом и составом сточных вод. Полный перечень мероприятий по защите водоемов определяется законодательно-нормативными документами.

На предприятиях пищевой промышленности осуществляют следующие мероприятия по защите водоемов:

- технологические;
- применение повторного и оборотного водоснабжения;
- планировочные;
- разбавление сточных вод;
- очистка сточных вод;
- организация контроля состава сточных вод и влияния стоков на санитарный режим водоемов.

Технологические мероприятия включают разработку и применение безотходных или малоотходных технологических процессов, максимальное использование и утилизацию различных компонентов сырья и побочных продуктов. Эти мероприятия позволяют уменьшить содержание веществ (жиров, органических соединений и т. д.) в сточных водах.

Повторное и оборотное водоснабжение непосредственно связано с техническими мероприятиями. При повторном водоснабжении воду после использования в каком-либо технологическом процессе, сохранившую достаточные качественные показатели, без промежуточной обработки используют снова для производства. Например, конденсат можно использовать для мойки полов, оборудования. При оборотном водоснабжении использованную воду подвергают специальной обработке (очистка, охлаждение, подогрев и т. п.), после чего снова используют для производственных нужд. Оборотное водоснабжение широко применяют в холодильных агрегатах, пастеризационно-охладительных аппаратах, а также при процессах, где нет непосредственного контакта воды с продукцией, так как к качеству воды для технологических операций в пищевой промышленности предъявляются высокие требования.

Планировочные мероприятия заключаются в учете гидрогеологических условий при планировании предприятий, а так же проектировании требуемого комплекса очистных сооружений в зависимости от местных условий: наличия городских очистных сооружений (их состава и мощности), необходимости сброса сточных вод непосредственно в водоем (учет места сброса и водозабора, скорости проточного водоема и т. п.) или необходимости принять на очистные сооружения предприятия сточные воды от других источников.

Разбавление сточных вод природной водой осуществляется при непосредственном выпуске сточной воды в водоем после очистных сооружений предприятия. При определении необходимой степени очистки учитывают способность водоемов к самоочищению, благодаря которой происходят процессы снижения концентрации органических и минеральных загрязнений. Процессы самоочищения

зависят от быстроты и полноты смешения сточных вод с водой водоема. Процесс самоочищения зависит от многих условий (сосредоточенный или рассеивающий выпуск, влияние течений, ветровых нагонов воды и т. д.).

Очистку сточных вод проводят с целью извлечения из них или нейтрализации различных веществ – минеральной или органической взвеси, органических растворенных веществ, биологических загрязнений. Предприятия пищевой промышленности обязаны осуществлять очистку сточных вод, однако состав очистных сооружений и требования к ним зависят от типа и мощности предприятия, а также от местных условий.

Составной частью санитарно-технических систем каждого предприятия является комплекс канализационных сетей, санитарных и инженерных сооружений для сбора и отведения с территории предприятия загрязненных отработанных вод, включающий очистку сточных вод и извлечение из них ценных веществ и примесей, а также обеззараживание и обезвреживание.

Все очистные сооружения классифицируют в зависимости от места расположения и используемого метода. По месту расположения очистные сооружения классифицируют на локальные (цеховые), общие (заводские) и районные или городские. Локальные (цеховые) очистные сооружения предназначены для обработки сточных вод сразу после технологических установок, отдельных участков и цехов. Установки локальной очистки входят в технологические линии производства. Общезаводские очистные сооружения являются общими для загрязненных сточных вод различных цехов предприятия, после них доочистку сточных вод проводят на городских или районных сооружениях.

Схема отвода и очистки сточных вод, принятая на предприятии, должна обеспечивать минимальный сброс сточных вод в водоем, максимальное использование очистных сточных вод в системах повторного и оборотного водоснабжения, а также полное извлечение и утилизацию ценных примесей.

Методы очистки сточных вод подразделяют на: механические; биологические; химические и др.

Выбор метода очистки, типа очистных сооружений и их эффективность зависят от объема стоков, концентрации загрязнителей, неравномерности расхода, требований к качеству очищенной воды, наличия и состава районных или городских очистных сооружений и т. д., а также от местных условий с учетом возможного использования очищенной воды для промышленных нужд.

Сточные воды предприятий имеют высокую концентрацию загрязнителей по взвешенным веществам, жиру и органическим примесям. Эти показатели в 10 – 20 раз превышают концентрации загрязнений городских стоков. Поэтому сточные воды предприятий пищевой промышленности должны очищаться на территории предприятия. Основными методами очистки сточных вод на предприятиях отрасли являются механическая, физико- химическая и биологическая очистка.

Механическая очистка сточных вод в большинстве случаев является предварительной ступенью очистных сооружений предприятий, при механической очистке удается извлечь до 60–80% нерастворимых загрязнений. Механический метод очистки применяют для выделения нерастворимых загрязнений отстаиванием, процеживанием, фильтрованием, центрифугированием и т. д. [30].

Для механической очистки применяют различные очистные сооружения: решетки и сетки, перфорированные самоочищающиеся желоба, грязеотстойники, жироуловители, нефтеловушки, дезинфекторы, гидроциклоны, отстойники, сепараторы.

Для задержания крупных частиц примесей применяют *решетки* и *сетки*, которые устанавливают перед местными очистными сооружениями и приемными резервуарами насосных станций. Расстояния между прутьями решеток в зависимости от вида загрязнений изменяются от 0,016 до 0,02 м, скорость движения сточной воды не должна превышать 0,8–1 м/с. Поперечное сечение прутьев решеток бывает прямоугольное, круглое, комбинированное и др. Форму поперечного сечения выбирают в зависимости от извлекаемых взвесей. Решетки задерживают крупные примеси – куски мяса, жира, консервные банки, кусочки дерева и др.

Для предварительного выделения из сточной воды минеральных и органических частиц размером более 0,2 мм используют *песколовки*. Песколовки выполняют в виде сборных железобетонных горизонтальных или вертикальных аппаратов, имеющих прямоугольное или круглое сечение.

Основным сооружением механической очистки сточных вод от оседающих или всплывающих грубодисперсных примесей является отстойник.

В зависимости от направления движения потока воды различают горизонтальные, вертикальные и радиальные отстойники. Если одновременно с отстаиванием вода фильтруется через слой взвешенного осадка, то такой отстойник называется осветлителем. Эффективность отстойников составляет 40–60%. Продолжительность отстаивания – 1–1,5 ч.

Сточные воды, содержащие примеси с плотностью меньшей плотности воды (всплывающие примеси) – нефть и нефтепродукты, смолы, масла, жиры и др., – очищаются в жиро- и маслоуловителях, нефтеловушках. Их конструкции аналогичны конструкциям отстойников. На рисунке 4.2 в качестве примера приведена конструкция горизонтального жироуловителя.

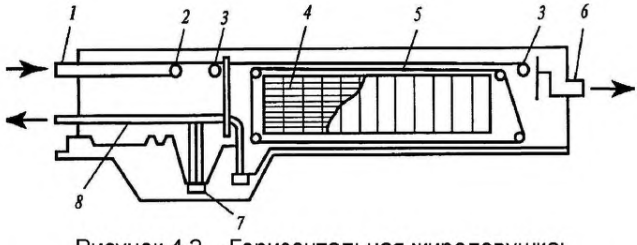

Рисунок 4.2 – Горизонтальная жироловушка:
1 – подвод воды; 2 – водораспределительная труба; 3 – жиросборная труба;
4 – полочный блок; 5 – скребковый транспортер; 6 – отвод воды; 7 – гидроэлеватор;
8 – отвод осадка

Скребковый транспортер передвигает оседающий твердый осадок к приямку, а всплывающий жиропродукт к щелевым поворотным вакуумированным трубам. Толщина слоя всплывшего жиропродукта может достигать 0,1 м.

Высота слоя воды в жироуловителях составляет 1,2–2 м, скорость движения воды – 4–6 мм/с, продолжительность отстаивания – не менее 2 ч. Интенсифицировать процесс осаждения взвешенных частиц позволяет применение напорных и низконапорных (открытых) гидроциклонов.

Для удаления из сточных вод нерастворимых, тонкодиспергированных, плохо поддающихся отстаиванию твердых или жидких примесей используют фильтрование и флотацию.

Процесс фильтрования проводят пропусканием жидкости через пористые перегородки, задерживающие диспергированные вещества.

Процесс идет за счет разности давлений перед фильтрующим слоем и за ним. В качестве пористых перегородок применяют металлические листы и сетки, ткани, различные зернистые материалы – кварцевый песок, антрацит, щебень и т.п. По окончании рабочего цикла промывку (регенерацию) перегородки проводят очищенной водой, подавая её в направлении, противоположном движению стоков в процессе очистки [84].

Достоинствами процесса флотации являются непрерывность процесса, небольшие затраты, простота аппаратурного оформления, селективность, высокая степень очистки (85–95%), возможность рекуперации уловленных частиц. Методом флотации можно удалять из сточных вод растворенные поверхностно-активные вещества, взвешенные вещества, масла (жиры).

Различают напорную и реагентную флотацию.

Сущность напорной флотации заключается в следующем. Сточная вода насыщается газом, чаще всего воздухом. Поднимаясь вверх, пузырьки воздуха слипаются с диспергированными в воде твердыми частицами, и на поверхности воды возникает пенный слой с более высокой концентрацией частиц, чем в исходной сточной воде. Затем слой пены удаляется из аппарата, а сточная вода поступает на следующую стадию обработки.

При реагентной флотации к сточным водам добавляют различные вещества (растворы для корректировки pH, коагулянт, флокулянт). Метод реагентной флотации основан на обработке сточной воды реагентами. В результате химических реакций образуются пузырьки газа: кислород, углекислый газ, хлор и другие, которые флотируют примеси из воды.

Также применяется совмещение двух видов флотации. Очистка сточных вод методом напорной реагентной флотации является надежным и эффективным способом локальной очистки промышленных сточных вод от основных видов загрязнений.

Выбор метода флотации напрямую зависит от загрязняющих веществ, находящихся в сточных водах.

4.1.2 Характеристика основных методов и оборудования для снижения выбросов в атмосферу

Выбросы в атмосферу предприятий пищевой промышленности можно подразделить следующим образом:

• выбросы, образующиеся при производстве энергии и в результате использования транспортных средств с двигателя внутреннего сгорания;

• выбросы, сопутствующие основным технологическим процессам;

• выбросы вспомогательных цехов и производств.

Источником первой группы выбросов является паросиловое оборудование, используемое на производстве, а также автотранспорт.

В зависимости от производительности предприятия, как правило, используют газовые, твердотопливные и электрические паровые котлы. Газовые и твердотопливные котлы выбрасывает газы, в состав которых входят сернистый ангидрид, оксиды азота и серы, твердые частицы.

Большое количество разнообразных технологических процессов определяет широкий качественный состав второй группы выбросов. Большинство технологических процессов, связанных с тепловой обработкой сырья в присутствии влаги, сопровождается образованием разнообразных по физико-химическому составу и по влиянию на организм человека продуктов белка, требующих различных методов контроля и очистки. Особенностью этих выбросов является присутствие неприятно пахнущих веществ (НПВ). Выброс их может произойти почти на любом этапе переработки животного сырья, однако наиболее характерен для таких процессов, как варка, жарка, сушка копчение, выпарка и т. п.

Кроме того, при различных технологических процессах на предприятии образуется значительное количество пыли, выбрасываемой вытяжными вентиляционными системами в атмосферу.

Анализируя выбросы вредных веществ предприятиями, очевидно, что загрязнение атмосферы происходит в основном от трех видов стационарных источников:

• организованные выбросы от технологического оборудования;

• выбросы вентиляционного воздуха системами вытяжной вентиляции;

• неорганизованные выбросы от открытых площадок и сооружений (открытые емкости, открытые сооружения очистки сточных вод, зоны проведения погрузочно-разгрузочных работ, пруды-отстойники и т.д.).

Организованные выбросы от технологического оборудования составляют примерно 10–30 % от общих выбросов предприятий. Несмотря на небольшое относительное количество этих выбросов, концентрации вредных веществ в этом виде наиболее высокие.

Выбросы вытяжных систем вентиляции, в общем, содержат невысокие концентрации выбрасываемых веществ, однако это наиболее массовый по объему выброс (достигает 70–90 % общих выбросов предприятия) с содержанием большого количества разнообразных газо- и парообразных веществ и пыли.

Объем выбросов в атмосферу зависит от технологических особенностей производства, типа установленного оборудования, надежности вентиляционных систем, метеоусловий и многих других факторов.

Следует также учитывать загрязнение атмосферы легковым и грузовым автотранспортом на пищевых предприятиях большой мощности. Расчет валового выброса токсичных веществ с отработанными газами автотранспортом осуществляют по среднему объему транспортной работы или по фактическому расходу топлива (отдельно для грузовых и легковых автомобилей).

По составу и степени вредности выбросов все производства и оборудование обычно делят на следующие группы, имеющие:

- условно чистые выбросы вентиляционного воздуха с содержанием вредных веществ, не превышающим гигиенических норм;
- неприятно пахнущие выбросы в атмосферу;
- значительные выбросы в атмосферу вентиляционного воздуха или газов, содержащих нетоксичные или инертные вещества;
- выбросы в атмосферу вентиляционного воздуха или газов, содержащих канцерогенные, токсические или ядовитые вещества.

Таким образом, на предприятиях пищевой промышленности имеются источники выбросов, относящиеся ко всем группам.

Конструктивно-технологические мероприятия на пищевых предприятиях по контролю и снижению уровня выбросов в атмосферу включают разработку и применение технологий, обеспечивающих максимальное использование сырья, промежуточных продуктов и отходов производства по принципу безотходной или малоотходной технологии. К ним относятся также рекуперация растворителей, герметизация производственного оборудования, сокращение неорганизованных выбросов, применение малосернистого топлива (замена угля и нефти газом) и т.п.

Одним из важнейших конструктивно-технологических мероприятий для предприятий пищевой промышленности является рекуперация тепла в результате использования вторичных энергетических ресурсов, значительная часть которых в настоящее время теряется безвозвратно, увеличивая тепловое загрязнение окружающей природной среды. В случае рационально продуманных технологий и оборудования решаются одновременно две задачи: предотвращение загрязнения атмосферы и существенная экономия энергоресурсов предприятиями.

Предприятия пищевой промышленности располагают следующими вторичными энергоресурсами:

- паро-конденсатной смесью отработавшего пара (энтальпия более 4000 кДж/кг);
- уходящими дымовыми газами котельных установок (температура до 300°С);
- продуктами сгорания природного газа (температура около 500–700 °С);
- отработанными газами теплоизолирующих аппаратов (сушилки, термокамеры);
- вторичными (соковыми) парами выпарных установок;
- сбросными горячими (свыше 60 °С) и теплыми (до 60 °С) водами;
- низкотемпературными вентиляционными выбросами (температура 30–50°С);
- физическим теплом продукции (температура 50–80 °С).

Наиболее перспективными для рекуперации являются уходящие газы котельных установок и технологических агрегатов, работающих на газообразном топливе, соковые пары выпарных установок, отработанный горячий воздух сушилок и т. п.

К важнейшим конструктивно-технологическим мероприятиям относится полное использование всех видов сырья в пищевой промышленности и внедрение малоотходных технологий.

Одной из мер защиты воздушного бассейна является рассеивание газообразных веществ и пыли в атмосфере при выбросе через высокие дымовые трубы. В результате рассеивания происходит снижение максимально возможной концентрации этих веществ в приземном слое атмосферы и удаление зоны максимального загрязнения.

Выбрасываемые в атмосферу вещества смешиваются с атмосферным воздухом и переносятся вместе с ним. На процесс рассеивания веществ в атмосфере влияют такие факторы, как: высота трубы; скорость ветра; рельеф местности; температура атмосферного воздуха и температура выброса; количество выбрасываемых веществ в единицу времени и др.

Рассеивание выбросов через высокие дымовые трубы – одно из распространенных мероприятий по защите воздушного бассейна. Однако при расположении котельной в зоне населенного пункта, высота труб должна превышать высоту окружающих зданий на 15 м. При этом необходимо учитывать, что в зависимости от высоты выброса изменяются только концентрация в приземном слое и зона максимального загрязнения, а общее количество загрязнителей, поступающих в атмосферу, не снижается. Поэтому экономически целесообразно подвергать выбрасываемый воздух более тщательной очистке.

Очистку вентиляционного воздуха и технологических газов производят в газовых очистных установках и аппаратах [76].

Газопылеочистной установкой называется сооружение, предназначенное для извлечения из отходящих газов или вентиляционного воздуха содержащихся в них вредных примесей с целью предотвращения загрязнения атмосферы. Установки состоят из одного или нескольких газопылеочистных аппаратов, вспомогательного оборудования (вентиляторы, насосы, приборы контроля и т.п.) и коммуникаций (воздуховоды, трубопроводы).

Газопылеочистные установки подразделяют на технологические и санитарные.

Отходящие газы, содержащие твердые или жидкие частицы и способные находиться во взвешенном состоянии длительное время, представляют собой двухфазные системы, которые называют аэрозолями. Различают следующие типы аэрозолей: пыли, дымы и туманы.

Ориентируясь на значения, приведенные в таблице 4.1, можно предварительно выбрать тип аппарата очистки.

Таблица 4.1 – Основные типы аппаратов для очистки газов и характеристика области их применения

Тип аппарата	Размер взвешенных частиц, мкм	Степень очистки, %
Пылеосадительная камера	40–1000	до 50
Циклон	5–1000	до 85
Скруббер	20–100	до 99
Тканевый фильтр	0,9–100	до 99
Волокнистый фильтр	0,05–100	до 99
Электрофильтр	0,01–10	до 99

В пылеосадительной камере происходит грубая очистка газа от твердых частиц размером более 40 мкм. Аппарат представляет собой пустотелый прямоугольный короб, имеющий в нижней части бункер для сбора пыли. Запыленный газ движется в аппарате со скоростью 1,5 м/с. При этом под действием гравитационной силы происходит осаждение частиц. К достоинствам пылеосадительных камер относится

низкое гидравлическое сопротивление (50–150 Па), а к недостаткам – невысокая степень очистки газа (до 50%).

Наиболее часто применяемые в промышленности аппараты сухой очистки – *циклоны.* К достоинствам циклонов относятся надежность работы с высокотемпературными газами и абразивными материалами, практически постоянное гидравлическое сопротивление, работа при высоких концентрациях частиц в газе, работа при высоких давлениях, простота конструкции. Существуют различные конструкции циклонов: цилиндрические и конические; групповые батарейные; со спиральным, тангенциальным, винтообразным и осевым подводом газа.

Более высокая степень очистки достигается при использовании аппаратов мокрой очистки – скрубберов. К их достоинствам относятся возможность: комплексной очистки газов – одновременное поглощение взвешенных в газовом потоке частиц и загрязняющих паро- и газообразных компонентов; улавливания частиц размером 0,1 мкм с высокой степенью очистки; очистки влажных и взрывоопасных газов и пыли.

К недостаткам скрубберов относят: образование в процессе очистки сточных вод, содержащих уловленный продукт, и, как следствие, необходимость в системе очистки стоков; возможность уноса капель жидкости газом и необходимость антикоррозийной защиты коммуникаций.

Для промывки газов в скрубберах часто используют воду, а при необходимости комплексной очистки – специально подобранные жидкости.

Существуют следующие типы аппаратов мокрой очистки (скрубберов): полые, насадочные, тарельчатые, ударно-инерционного действия, центробежного действия, скоростные и другие газопромыватели.

Наиболее просты и часто встречаются *полые скрубберы* (рисунок 4.3).

По высоте полого скруббера с противоточным движением газа и жидкости установлены орошающие форсунки. Скорость движения газового потока составляет 0,6–1,5 м/с.

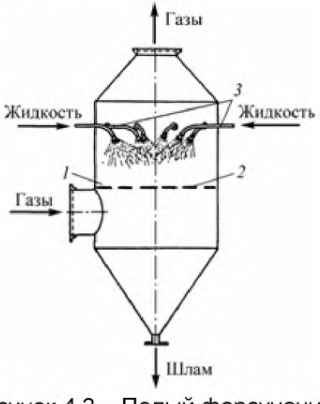

Рисунок 4.3 – Полый форсуночный скруббер:
1 – корпус; 2 – газораспределительная решетка; 3 – форсунки

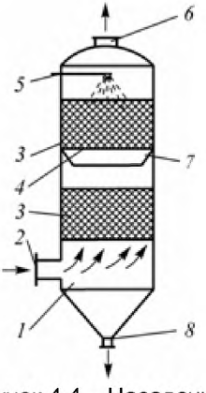

Рисунок 4.4 – Насадочный противоточный скруббер: 1 – корпус; 2 – форсунки; 3 – оросительное устройство; 4 – опорная решетка; 5 – насадка; 6 – шламосборник

Орошающая жидкость подается под давлением примерно 400 кПа. При взвешенных в газовом потоке частицах размером более 10 мкм достигается степень очистки до 90%. К достоинствам аппарата относятся простота конструкции, малое гидравлическое сопротивление, а к недостаткам – большие затраты энергии на распыление жидкости, невысокие скорости газа из-за большого брызгоуноса.

Скрубберы насадочного типа (рисунок 4.4) представляют собой противоточные колонны, внутри которых на опорных решетках располагается насадки различных типов. Задача насадки – обеспечить максимально возможную поверхность контакта газа и жидкости. Насадка в аппарате неподвижна, в этом случае она выполняется из керамики или металла. Такие аппараты применяют только для улавливания хорошо смачиваемой пыли при ее невысоких концентрациях в газе. Скрубберы с неподвижным слоем насадки работают при скоростях газового потока до 1 м/с, плотность орошения насадки составляет 0,5 л/м3 газа; эффективность очистки при размерах частиц более 2 мкм – свыше 90%.

В пористых фильтрах запыленный газ фильтруется через пористую перегородку, задерживающую взвешенные частицы в своих порах или на поверхности. В зависимости от типа пористой перегородки различают тканевые фильтры, волокнистые фильтры, фильтры с насыпным фильтрующим слоем.

Наиболее часто в промышленности используют тканевые рукавные фильтры. Газовый поток поступает на очистку нижнюю часть аппарата, проходит внутрь рукавов и удаляется из верхней части аппарата. В результате отложения в порах и на поверхности ткани пыли гидравлическое сопротивление аппарата увеличивается. При достижении определенного гидравлического сопротивления проводят регенерацию ткани в фильтрах периодического действия механическим встряхиванием, обратной продувкой рукавов чистым газом, при этом пыль собирается в бункере под рукавами.

В пылеочистной технике распространена электрическая очистка для улавливания твердых и жидких частиц из очищаемых потоков. Электрофильтры – устройства, в которых очистка газов от взвешенных твердых и жидких частиц происходит под действием электрических сил. В электрофильтрах степень очистки от субмикронных частиц достигает 99%. Однако следует помнить, что это оборудование является дорогим и сложным в изготовлении и эксплуатации.

При термической обработке продуктов питания, в частности колбасных изделий в процессе обжарки и копчения используют дымовые газы, которые являются одним из характерных источников загрязнения атмосферы мясоперерабатывающими предприятиями. Объем выбрасываемых дымов зависит от типа и количества дымогенераторов. По составу выбрасываемые в атмосферу дымовые газы одинаковы, содержание в них различных веществ отличается и зависит от режимов и работы дымогенераторов, а главное от температуры пиролиза применяемых опилок или щепы. Так, в газовых выбросах от коптильных и обжарочных камер колбасного цеха содержатся органические вещества основной, нейтральной и фенольной групп, а также более 40 соединений, многие из которых обладают неприятным запахом (уксусная, валериановая, масляная и другие кислоты, масляный и изовалериановый альдегиды, метилбутилкетон, пирокахетин, гваякол и др.).

В отработанном коптильном дыме термического отделения колбасного завода наряду с органическими соединениями присутствует значительное количество неорганических вредных примесей, некоторые из которых обладают неприятным

запахом. Кроме того, в выбросах камер присутствуют твердые частицы, окислы серы и токсичные ароматические углеводороды.

В некоторых типах дымогенераторов имеются устройства для механической очистки коптильного дыма от твердых частиц перед подачей дыма в термокамеру – пылеотделители с насадкой из керамических фильтрующих элементов или наиболее часто применяемые гидрозатворы.

Для защиты воздушного бассейна от неприятно пахнущих веществ применяют установки термокаталитического сжигания. Суть метода состоит в окислении обезвреживаемых компонентов кислородом. Данный метод является наиболее дорогим и менее применяемым.

4.1.3 Характеристика основных методов для снижения отходов при производстве продуктов питания

В основу классификации отходов положены следующие признаки: агрегатное состояние; стадии производственного цикла; отраслевой признак; химический состав основных компонентов отходов; физические свойства; класс опасности; способ использования отходов в качестве вторичного сырья.

Различают следующие виды отходов.

Отходы, содержащие в своем составе вещества, обладающие одним из опасных свойств (токсичность, инфекционность, взрывоопасность, пожароопасность, высокая реакционная способность), и присутствующие в таком количестве и в таком виде, что представляют непосредственную опасность для здоровья людей или сохранения окружающей среды как самостоятельно так и при вступлении в контакт с другими веществами, называют *опасными отходами*.

Экотоксичность отходов – способность водной вытяжки из отходов оказывать вредное воздействие на гидробионты.

Устойчивость отходов к биодеградации – способность отходов или отдельных их компонентов подвергаться разложению под действием микроорганизмов.

Применяемый в практической деятельности перечень названий отходов довольно обширен и насчитывает почти тысячу наименований. Наибольшее распространение получают те наименования отходов, которые установлены технологами различных отраслей промышленности. Названия таких отходов приведены в отраслевых справочниках НДТ по технологиям переработки сырья и материалов, выпуску широкой номенклатуры продукции производственно-технического назначения и конечного потребления, а также в специальных отраслевых справочниках НДТ по вторичным материальным ресурсам.

4.2 Характеристика основных методов и оборудования для снижения уровня эмиссий при производстве продуктов питания

4.2.1 Производство продукции из мяса убойных животных и мяса птицы

Суммарные вредные выбросы мясоперерабатывающих предприятий можно разделить на три группы: 1) выбросы, образующиеся при производстве энергии и в

результате использования транспортных средств с двигателями внутреннего сгорания; 2) выбросы, сопутствующие основным технологическим процессам, и 3) выбросы от вспомогательных цехов и производств.

Разнообразие технологических процессов в отрасли определяет широкий качественный состав второй группы выбросов. Большинство технологических процессов, связанных с тепловой обработкой сырья в присутствии влаги, благотворно влияют на развитие химических превращений с образованием продуктов распада белка, разнообразных по физико-химическим свойствам и действию на организм человека. Особенностью таких выбросов является присутствие неприятно пахнущих веществ (НПВ).

Как правило, наряду с НПВ в выбросы переходят частицы продукта и конденсируемые пары — дополнительные источники неприятного запаха. В совокупности эти компоненты формируются в очень сложные, трудно разделяемые смеси веществ, требующие обеззараживания.

При термической обработке колбасных изделий в процессе обжарки и копчения используются дымовые газы, которые являются одним из источников загрязнения атмосферы. В выбросах содержатся органические вещества кислотной, основной, нейтральной и фенольной групп, среди которых присутствуют вещества с неприятным запахом: уксусная, валериановая и другие кислоты, масляный и изовалериановый альдегиды, метилбутилкетон, пирокатехин, гваякол и др. Кроме того, в выбросах содержатся твердые частицы, окислы серы и токсичные ароматические углеводороды. Содержание выбрасываемых веществ изменяется в пределах от 0,05 до 60 мг/м^3. Потребление дыма велико; например, при горячем копчении мяса требуется 80—100 г дыма на 1 кг мяса, а при холодном — 50 г/кг.

В таблице 4.2 приведены результаты исследования состава дыма в зависимости от породы древесины, полученные (для температуры 300 °С); в порядке убывающей технологической ценности.

Таблица 4.2 – Состав коптильного дыма в зависимости от породы древесины

Группа веществ	Количество (в % к общему содержанию) в зависимости от породы древесины			
	Бук	Дуб	Береза	Ольха
Кислоты (по уксусной кислоте)	5,24	5,14	4,57	3,88
Фенолы (по карболовой кислоте)	0,30	0,30	0,19	0,20
Карбонильные соединения (по ацетону)	8,69	8,05	8,71	7,47
Формальдегид	1,10	1,04	0,96	0,87
Ацетальдегид	1,04	1,07	1,16	1,14
Фурфурол	0,69	1,57	0,75	0,66
Диацетил	0,61	0,62	0,44	0,43
Альдегиды + диацетил	3,79	4,30	3,31	3,10

Пыль в мясной промышленности выделяется при производстве полуфабрикатов в тесте (просеивание муки и др. операции), подготовки и хранения специй, пищевых добавок и пряностей. Выделяющаяся пыль в основном органического происхождения, некоторые ее виды способны образовывать с воздухом взрывоопасные смеси.

При образовании пыли следует учитывать, что она представляет очистные потери производства. Поэтому в ряде случаев собранная при очистке воздуха пыль утилизируется. Местные отсосы от источников пылеобразования объединяют в развитую сеть аспирационных систем, оснащенных пылеулавливающими устройствами.

Потребляемая в производственном процессе вода загрязняется органическими веществами животного происхождения (жиром, кровью, кусочками тканей животных, волосом, осколками костей). Кроме того, в сточную воду поступают поваренная соль, нитраты, моющие средства, песок. Все загрязнения в основном находятся в виде трудноразделимых суспензий, эмульсий, коллоидных и молекулярных растворов [30].

Для снижения потерь органических веществ со сточными водами, а также для сохранения экологически чистых природных ресурсов на предприятиях мясной промышленности строят очистные сооружения для удаления механических загрязнений, органических веществ и микроорганизмов из производственных стоков. В проектах могут быть использованы различные схемы очистки сточных вод.

В общем стоке мясокомбинатов с учетом работы локальных очистных сооружений концентрация взвешенных веществ изменяется от 1200 до 2000, содержание жиров составляет 200, а БПКполн — 1400—1500 мг/дм3. Концентрации основных загрязнений в сточных водах отдельных цехов, не прошедших локальную очистку и не разбавленных бытовыми и незагрязненными производственными сточными водами, значительно выше. Так, содержание взвешенных веществ — 300—6236 мг/дм^3, жиров — 491 —2027,2 мг/дм^3, $БПК_{полн}$, — 600—2200 мг/дм^3. Величина pH изменяется незначительно, за исключением отдельных случаев, составляет 7—7,6. В сточных водах мясокомбината большое содержание хлоридов (NaCl) — до 1000 мг/дм^3 и органических загрязнений, находящихся в растворенном (422—1228 мг/дм^3) и нерастворенном (120—2025 мг/дм^3) состоянии. Температура их изменяется от 12 до 25 °С. В зависимости от наличия в воде крови они имеют красно-бурую краску и обладают специфическим запахом [30].

В сточных водах при производстве продукции из мяса убойных животных и мяса птицы часть загрязнений находится в виде коллоидов. В среднем их концентрация равна 283 мг/дм^3.

В сточных водах мясокомбинатов также содержится значительное количество азота: общего 18—192 и аммонийного 14—57 мг/дм^3.

В процессе производства используют нитрит натрия ($NaN0_2$). Его отработанные растворы сбрасывают в канализацию. Поэтому в сточных водах мясокомбинатов присутствуют как нитриты (0,002—0,02), так и нитраты (0,05 мг/дм^3). Фосфор представлен в сточных водах в виде его оксида (P_20_5), его содержание равно 35—60 мг/дм^3.

В качестве моющего средства в большом количестве используют кальцинированную соду, которая увеличивает загрязненность сточных вод и придает ей способность вспениваться.

Проблема очистки производственных сточных вод стоит очень остро.

До недавнего времени в проектах либо отсутствовали очистные сооружения, либо их просто не строили. Это обусловлено тем, что стоимость очистных сооружений достигает 40 % от стоимости предприятия.

Методы и степень очистки сточных вод должны определяться в зависимости от местных условий с учетом возможного использования очищенных сточных вод для промышленных и сельскохозяйственных нужд.

Очистка сточных вод перед спуском в водоем должна осуществляться строго в соответствии с «Санитарными нормами и правилами охраны поверхностных вод от загрязнений» и в соответствии с законом РФ «Об охране окружающей природной среды». Концентрации различных загрязнений в воде не должны превышать предельно допустимые.

Сточные воды предприятий мясной промышленности подвергают, как правило, механической, физико-химической и биологической очистке.

Способы обработки производственных стоков мясокомбинатов выбирают с учетом сложности состава и физико-химических свойств, входящих в них компонентов, фазового состояния жидкостей, экономических характеристик (свойства воды, размер частиц, тип фильтрующего элемента, температура процесса, расход энергии, стоимость оборудования, эксплуатационные расходы и т. д.).

Особый интерес представляет очистка белоксодержащих сточных вод, которая является многоступенчатым процессом. Для очистки данной категории сточных вод используют механические, физико-химические, химические и биологические методы, а также электрические и барометрические методы разделения жидких неоднородных систем.

Механическая очистка обычно используется в качестве локальной. В состав современных локальных сооружений входят механизированные решетки, песколовки, отстойники, флотационные жироловки

Для задержания крупных отбросов (обрывков кишок, костей, остатков каныги, конфискатов, обрывков шпагатов и целлофана, ниток, волоса, копыт и т.д.) на очистных сооружениях, устанавливают решетки с немеханизированной очисткой или механические решетки, решетки-дробилки, сита.

Для очистки стоков от жира в виде отдельных твердых частиц, эмульсий и растворов используют отстойные аппараты — жироловки. В мясной отрасли наибольшее распространение получили горизонтальные жироловки, оборудованные скребковым механизмом сброса.

Для выделения грубодисперсных примесей широко используют отстойные аппараты горизонтального и вертикального типов с нисходяще-восходящим потоком жидкости, рассчитанные на 15—30-минутное пребывание сточных вод. Значительное улучшение структуры потока и интенсификация процесса отстаивания достигаются при использовании тонкослойных аппаратов, в которых из-за разделения зоны отстаивания на ряд отдельно работающих слоев небольшой глубины выравниваются скорости движения потока по живому сечению отстойника и уменьшается время отделения оседающих и всплывающих примесей.

Гидромеханические способы очистки сточных вод целесообразно использовать на предварительном этапе подготовки сильно загрязненных суспензий.

Среди физико-химических методов обработки сточных вод следует выделить термический, каталитический, сорбционный и методы флотации.

В последнее время для очистки производственных сточных вод на мясокомбинатах успешно применяется флотация. Флотация — сложный физико-

химический процесс, в процессе которого происходит извлечение взвешенных и коллоидных частиц из жидкости в результате их прилипания к пузырькам газа (воздуха), диспергированного или образующегося в этой жидкости. Прикрепившиеся к пузырькам частицы загрязнений всплывают на поверхность, образуя слой пены с более высокой концентрацией частиц, чем в исходной жидкости. Методы флотации различаются механизмом образования пузырьков газа: механическое диспергирование воздуха в потоке жидкости (импеллярная, пневматическая флотация); перенасыщение жидкости за счет растворения в ней газов под давлением (напорная, вакуумная, эрлифтная); насыщение жидкости газом за счет электролиза воды (электрофлотация).

Пневматическая флотация осуществляется с помощью пористых материалов путем ввода в жидкость под напором дисперсии воздуха. Разновидность пористой флотации — пенная сепарация, отличается от других видов флотации тем, что очищаемая жидкость подается сверху на пенный слой, образующийся в результате аэрации. Поток тонкодиспергируемого воздуха, двигающийся навстречу потоку сточной жидкости, обеспечивает необходимое время для образования в пене комплексов гидрофобных частиц с воздушными пузырьками. В машинах пенной сепарации воздух и жидкость подаются воздуходувкой. В качестве аэраторов используют специальные перфорированные резиновые трубки, собранные в кассеты.

Электрофлотация осуществляется с помощью пузырьков газа (водорода, кислорода), образующихся при прохождении постоянного электрического тока через электроды, погруженные в жидкость. Соли, содержащиеся в сточных водах мясокомбинатов, создают необходимые границы электропроводности воды и делают процесс экономически целесообразным. Прохождение электрического тока через сточные воды, являющиеся многокомпонентным электролитом, сопровождается различными благоприятными для очистки жидкости физико-химическими процессами. Одновременно могут протекать электролиз, электрофорез, поляризация частиц, реакция окислительно-восстановительного взаимодействия продуктов электролиза с различными компонентами, входящими в состав жидкости, а также друг с другом. При оптимальных условиях для очистки сточных вод мясокомбинатов основная масса пузырьков газа имеет размеры, намного меньшие получаемых другими способами. В этом состоит одно из основных преимуществ процесса электрофлотации.

Электрокоагуляция является частным случаем электрофлотации и заключается в пропускании постоянного электрического тока через сточную воду, причем в качестве электродов используют металлические пластины или стружку из алюминия, железа. Хлопья гидроксидов, полученные таким образом, сорбируют частицы загрязнений, в том числе коллоидные.

Эффективность химических способов повышается за счет применения высокомолекулярных нетоксичных реагентов. Разделение коллоидных систем химическими методами обусловливается, прежде всего, нарушением их кинетической устойчивости и переведением коллоидов в другое фазовое состояние. Это может быть достигнуто путем изменения электрического заряда, вызывающего агрегацию и агломерацию коллоидных частиц. Введение химических реагентов в коллоидные системы позволяет нейтрализовать заряд белковых макромолекул и скоагулировать их.

Биохимические методы очистки позволяют очищать воду от органических веществ естественного происхождения, находящихся в ней в растворенном состоянии.

Метод основан на способности микроорганизмов использовать в качестве субстратов многие органические и неорганические соединения, содержащиеся в сточных водах. Для биологической очистки сточных вод предприятий отрасли используют сооружения (поля орошения, фильтрации, биологические пруды), в которых созданы условия, близкие к естественным. Очистка в искусственных условиях осуществляется на биофильтрах или в аэротенках. Среди естественных способов внимание заслуживает использование биохимических прудов, так как они просты в техническом использовании и содержат микрофлору, максимально приближенную к микрофлоре естественных водоемов. К недостаткам этих методов следует отнести необходимость отвода больших земельных участков, распространение неприятных запахов, зависимость эффективности очистки от климатических и погодных условий, рельефа местности и освещенности солнцем.

Среди инженерных сооружений широкое распространение для очистки сточных вод мясокомбинатов получили биофильтры.

Они представляют собой емкости, заполненные фильтрующим материалом (шлаком, щебнем, керамзитом, пластмассой и т. п.), на поверхности которого развивается биопленка из аэробных микроорганизмов. Однако эффект очистки на биофильтрах сравнительно низкий, поэтому их использование считается нецелесообразным. Они применяются только на третьей стадии очистки сточных вод.

Для модульных мини-цехов мясной и перерабатывающей промышленности используется технология очистки производственных стоков, включающая на последних стадиях процесса использование обратноосмотических мембранных установок производительностью 30—300 м^3/сут.

Перечень наиболее загрязняющих технологических этапов производства мясопродуктов представлен в таблице 4.3.

Таблица 4.3 – Технологические этапы с наиболее высоким количеством эмиссий

Продукт	Технология, этап технологии	Эмиссии
Колбасная и деликатесная продукция	Термическая обработка	Дымовые газы до 60 мг/м^3
Производство полуфабрикатов	Подготовка специй, просеивание муки	Пыль органического происхождения 3 мг/м^3
Производство колбасной и деликатесной продукции, полуфабрикатов и консервов	На всех этапах производства	Содержание взвешенных веществ — 300—6236 мг/дм^3, жиров — 491 —2027,2 мг/дм^3, БПК$_{полн}$, — 600—2200 мг/дм^3, pH 7—7,6, содержание хлоридов (NaCl) — до 1000 мг/дм^3

4.2.2 Переработка и консервирование фруктов и овощей

Основными операциями при переработке фруктов и овощей, на которых образуются сточные воды, являются мойка сырья и оборудования.

В процессе производства овощных консервов сточные воды загрязнены большим количеством ботвы, кореньев, семян, овощей, песка и т.д., поэтому они должны пройти через систему решеток, песколовок и отстойников.

Предварительная обработка сточных воды будет способствовать уменьшению взвешенных веществ, нейтрализации и равномерной подаче в городскую канализационную сеть.

Применяют сооружения механической, физико-химической и биологической очистки. При поступлении в «свежем» состоянии легко получить осадок. Твердые овощные отходы в таком состоянии могут быть использованы на корм скоту.

Сточные воды консервных заводов предварительно очищаются на решетках, жироловках, песколовках, грязеотстойниках. В зависимости от концентрации загрязнений и состава сточных вод применяют отдельные сооружения или их комплекс. В качестве локальных очистных сооружений применяются песколовки как горизонтальные, так и вертикальные. Двухъярусные отстойники используются не только для отстаивания сточных вод, но и для сбраживания осадка. Кроме использования жироуловителей, в целях интенсификации процесса выделения жира при отстаивании жиросодержащих сточных вод рекомендуется перед аэрацией и последующим отстаиванием добавлять активный хлор. Добавка хлора наряду со значительным увеличением выделения жира в осадок способствует осветлению сточных вод. В качестве хорошего коагулянта применяют известь в сочетании с солями железа или алюминия. При этом концентрация извести должна быть 80 мг/л с добавками алюмината натрия 300 мг/л. Химические вещества обесцвечивают сточные воды, а неприятный запах их устраняется нейтрализацией. Норма извести при этом составляет 6 кг на 1 $м^3$ сточных вод.

Для биологической очистки необходима предварительная подготовка сточных вод, заключающаяся в снижении концентрации загрязнений за счет разбавления условно чистыми водами или сточными водами, прошедшими очистку, обогащение питательными веществами.

Биологические пруды устраиваются в виде неглубоких водоемов на слабофильтрующих грунтах. Сточные воды в таких прудах имеют неприятные запах, который уничтожается только нитратом натрия. Дозы его составляют 0,5–0,6 кг/$м^3$. В этом случае кислород нитрата натрия должен окислить 20% БПК сточных вод. Эффективность очистки сточных вод в биологических прудах составляет: по окисляемости – до 90%, по органическому азоту – до 88%, по аммиаку – до 97%, по БПК – до 98%.

При производстве плодоовощных консервов количество $БПК_{полн.}$ находится в пределах от 44 до 204 г/туб при мойке тары и от 41 до 414 г/туб при стерилизации.

При предельных значениях $БПК_{20}$ для сточных вод, сбрасываемых в коммунальные канализации в размере 500 мг/л, нужно разбавить эти стоки или применить методы аэробного, анаэробного снижения БПК перед сбросом.

Аэротенки для очистки сточных вод применяют очень редко, хотя они так же пригодны для этих целей, как и биологические фильтры.

Аэротенк представляет собой сооружение с постоянно протекающей внутри сточной водой, во всей толщине, в которой развиваются аэробные микроорганизмы, потребляющие субстрат, т.е. происходит «загрязнение» сточной воды. Сточные воды поступают в аэротенк, как правило, после стадии механической очистки. Для обеспечения нормального процесса БХО в аэротенках необходимо непрерывно

подавать воздух, что достигается с помощью пневматической, механической или пневмомеханической аэрации.

Сточные воды, имеющие пониженное содержание азота, должны быть обогащены этим элементом до 15 мг/л, а фосфором – до 3 мг/л, pH – 6,5–8,5, иначе необходима нейтрализация; температура сточных вод рекомендуется в пределах 6–30 С, концентрация солей – не более 10 г/л.

Сточные воды целесообразно использовать для орошения. В этом случае возможна совместная очистка производственных сточных вод с хозяйственно-бытовыми.

Средняя нагрузка на земледельческие поля орошения достигает 10–20 $м^3$ на 1 га в сутки. Эффективность этих методов очистки составляет: по взвешенным веществам – до 85–90%, по БПК – 95–98 %, по бактериальным загрязнениям – до 99 %.

Заключительным этапом в процессе очистки сточных вод является обеззараживание. Наиболее распространенный метод его – хлорирование.

После очистки сточных вод на очистных сооружениях остается большое количество осадка, который проходит соответствующую обработку в септических камерах двухъярусных отстойников или метантенках, а также на иловых площадках.

Самым простым и надежным способом утилизации сточных вод является сброс их в коммунальные канализации для совместной очистки с хозяйственно-бытовыми стоками.

При сульфитации, десульфитации и в помещениях с емкостями сульфитированного сырья могут наблюдаться пары сернистого ангидрида. Они удаляются с применением общеобменной вентиляции.

Выбросы сернистого ангидрида при сульфитации плодового сырья могут наблюдаться при нарушении техники безопасности. На консервных предприятиях для сульфитации используется рабочий раствор сернистого ангидрида. Раствор готовят концентрацией 1,5 – 50 % в зависимости от вида сульфитируемых плодов. Сернистый ангидрид применяют жидким из баллонов. Необходимую дозу сернистого ангидрида отмеривают по массе или объему. Для дозировки по объему пользуются сульфитометром и отмеривают необходимое количество в литрах. Все соединения должны быть герметичны, а сернистый ангидрид должен подаваться медленно и полностью растворяться в воде. Для приготовления раствора пользуются специальными таблицами, а для проверки концентрации ареометром под вытяжным шкафом. Работа проводится либо во дворе, либо в хорошо вентилируемом помещении работниками, получившими специальный инструктаж по технике безопасности. При непредвиденных выбросах необходимо действовать согласно типовой инструкции по технике безопасности.

На технологических участках по замораживанию сырья или хладопроизводства на консервных предприятиях используют аммиак, различные хладоны (фреоны) среди которых также возможна утечка. При непредвиденных ситуациях сопровождающимися вредными выбросами необходимо действовать согласно инструкции ПЛАС (Постановление Госгортехнадзора РФ от 18 апреля 2003 г. N 14 «Об утверждении Методических указаний о порядке разработки плана локализации и ликвидации аварийных ситуаций (ПЛАС) на химико-технологических объектах»)

При производстве сушеных плодов и овощей выбросы в атмосферу обусловлены процессами сушки.

Сушилки различных конструкций характеризуются газовоздушными выбросами, которые представляют собой отработанный воздух насыщенный водяным паром, иногда содержащий частицы готового продукта различной степени влажности. Пылевые выбросы удаляются с помощью общеобменных вентиляционных систем. При использовании конвективных сушилок с огневым подогревом работающих на жидком топливе могут выделяться оксиды азота, углерода и серы, удаляемые аналогично – общеобменной вентиляцией.

Пыль, выделяемая на сушилках, при расфасовке готового продукта удаляется в процессе вытяжек, установленных над расфасовочным оборудованием, отправляется в циклоны и далее в сборники для пыли, которые периодически очищаются. Очистка воздуха от пыли предусматривается в соответствии с техническими условиями на вентиляционное оборудование.

Процесс обжарки полуфабрикатов в растительном масле протекает с выделением аэрозоля масла, представляющего собой смесь карбоновых кислот (нормируется по капроновой кислоте) и карбонильных соединений (по пропанолю). В том числе при жарке выделяется акролеин. Пары, которого, удаляются с помощью вытяжки установленной над работающей печью.

При мойке сырья и оборудования выделяется аэрозоль щелочи и аэрозоль дезсредств. Пары моющих растворов поступают в воздух рабочей зоны, а затем удаляются с помощью местных и общеобменных вентиляционных систем. Для уменьшения уровня загрязнения воздуха производственных помещений над ванными моечных машин монтируют зонты местных вентиляционных систем, что позволяет локализовать выделения и удалить основную массу загрязняющих веществ непосредственно в атмосферу. Массовый выброс аэрозоля моющих веществ определяется концентрацией и температурой используемого моющего раствора, а также конструктивными особенностями моющей машины.

В момент приготовления раствора происходит интенсивное выделение аэрозоля, отчасти обусловленное экзотермическим характером процесса растворения гидроксида натрия в воде.

При наличии системы местной вентиляции у моечных машин и над емкостями для приготовления моющих растворов 80% выделяющегося раствора удаляются ими, а 20% общеобменной вентиляцией.

Для снижения энергопотребления на консервных предприятиях необходимо применять автоматизированную систему управления процессами. Следует заметить, что на большинстве современных консервных предприятиях применяют механизированные и автоматизированные линии переработки, что снижает затраты труда и сокращает число рабочих. Однако, на малых предприятиях, где производятся многокомпонентные консервы, применение ручного труда еще наблюдается в полной мере.

Энергопотребление на процессе бланширования прямо пропорционально мощности линии. В основном производительность оборудования на этом процессе составляет около 3–5 т/ч. При таких показателях расход пара по всем применяемым видам бланширователей не превышает 850 кг/ч с 0,8–1,0 МПа; электроэнергии – 1,1–1,5 кВт-ч.

Энергопотребление на процессе стерилизации прямо пропорционально мощности автоклавов. Расход пара по всем применяемым видам автоклавов и пастеризаторов колеблется от 350 до 600 кг/туб (МПа 0,8–1,0); электроэнергии – для автоклавов – от 0,2 до 7,5 кВт ч, для пастеризаторов – около 12 кВт ч.

В настоящее время применяют автоклавы горизонтальные, вертикальные и пастеризаторы непрерывного действия.

При выше указанных операциях образуется отработанный пар, который в настоящее время используют в оборотной воде для котельных с предварительным фильтрованием.

Энергопотребление на процессе сушки прямо пропорционально мощности линии и объема перерабатываемого сырья. В основном применяемая производительность установок около 110–750 кг/ч. При таких показателях расход пара по всем применяемым видам сушильных агрегатов не превышает 1470 – 1950 кг/ч (МПа 0,8–1,0); электроэнергии – 27–40 кВт*кг-ч.

Наиболее часто применяемые виды сушки: конвективная, распылительная, контактная, инфракрасная и очень редко сублимационная.

4.2.3 Производство растительных масел и жиров

По степени интенсивности отрицательного воздействия предприятий масложировой отрасли на объекты окружающей среды ведущее место занимают водные ресурсы.

Поэтому для экономного и рационального водопотребления и водоотведения на масложировых предприятиях необходимо применять такие технологические процессы основного производства и технологические решения, при которых обеспечивается минимальное потребление воды, использование схем оборотного и повторно-последовательного водоснабжения [12, 83, 101].

Система водоснабжения на предприятиях масложировой отрасли, в основном, прямоточная и оборотная с самостоятельным циклом охлаждающей воды и частичным возвратом конденсата. Канализационных сетей две – для производственных и бытовых стоков.

При производстве растительных масел вода расходуется на увлажнение масличного сырья, мокрое шротоулавливание, охлаждение закрытой теплообменной аппаратуры, вакуум-насосы, мойку оборудования и тары, приготовление растворов, брикетирование лузги, подпитку оборотной системы, лабораторных и хозяйственно-бытовых нужд, химводоочистку.

В рафинационном производстве вода расходуется на барометрические конденсаторы, приготовление растворов, промывку масла, на охлаждение и обогрев аппаратуры, а также хозяйственно-бытовые нужды. Сточные воды, образующиеся при разложении соапстока, промывке масел подвергают очистке методом напорной флотации с доочисткой на песчаных фильтрах.

Водопотребление и водоотведение при гидратации фосфолипидов подсолнечного масла на сепарационной линии обусловлено использованием оборотной воды в количестве для:

- охлаждения исходного и гидратированного масла – (если гидратированное

масло направляется на нейтрализацию на том же предприятии, то оно не высушивается и не охлаждается, при этом значительно сокращается количество оборотной воды);

- охлаждения соковых паров, образующихся при сушке масла и фосфатидов;
- создания вакуума;
- смачивания уплотнительных узлов сепаратора.

Умягченная вода смешивается с паром, используется для нагрева фосфатидных осадков перед их сушкой и направляется в сборник конденсата. Конденсат используется для гидратации масла и промывки барабана сепаратора.

Пар расходуется для приготовления горячей воды, для подогрева масла перед высушиванием, для высушивания гидратационного осадка.

Жирсодержащие стоки направляются на кондиционирование шрота по влажности или для очистки на локальные или заводские очистные сооружения.

Водопотребление и водоотведение при дезодорации обусловлено расходом воды на охлаждение и конденсацию парогазовой смеси в барометрических конденсаторах, охлаждение дезодорированного масла и охлаждение подшипников насосов. Часть воды удаляется вместе с пеной, образующейся на поверхности воды в барометрических коробках.

Расход воды в конденсаторах существенно меняется при изменении ее температуры в зависимости от времени года: в летний период часовой расход воды больше, чем в зимний. Расход воды на охлаждение дезодорированного масла зависит от температуры воды, от производительности установки и от температуры масла, поступающего на охлаждение.

Пар давлением 2,45 – 2,94 МПа расходуется на нагрев масла, давлением 0,2 МПа – на инжекцию в дезодоратор и давлением 1,03 МПа – на эжекторы. Пар инжекционный и из эжекторов поступает в барометрические конденсаторы, где конденсируется и вместе с загрязненной водой поступает в систему очистки на флотацию и на градирню. Колебания расхода пара несущественны.

Очистку барометрических вод осуществляют на локальных или заводских очистных сооружениях.

Водопотребление и водоотведение для производства фасованного жира специального назначения, заменителя молочного жира, заменителей, эквивалентов и улучшителей масла какао на автоматизированной поточной линии требует меньшего количества воды по сравнению с производством маргарина. Это объясняется отсутствием рецептурной воды. Жиросодержащие стоки, образуемые при их производстве, от мойки оборудования, в том числе щелочные, направляются в жироловушку.

После жироловушки стоки смешиваются с мыложирсодержащими стоками других производств и направляются для очистки на локальные очистные сооружения. Циркуляционная вода, как и в производстве маргарина, используется в зарубашечных пространствах технологических аппаратов.

Пар расходуется для обогрева баков жирохранилища, подогрева воды в рубашках технологических аппаратов и для подогрева горячей воды, необходимой для обогрева технологических коммуникаций и змеевика бака возврата. Смесь конденсата и циркуляционной воды также используется для нужд производства.

Сточные воды в масложировой промышленности имеют свою специфику [59].

Так, в прессовом производстве образуется незначительное количество сточных вод от мойки оборудования и фильтровальных элементов. Образующиеся мыложирсодержащие стоки направляются на очистку (при наличии цеха рафинации совместно с мыложирсодержащими водами рафинационного производства).

В маслоэкстракционном производстве образуются сточные воды в процессе конденсации паровоздушных смесей, поступающих в конденсаторы из тостеров, системы дистилляции, паровых эжекторов и др.

Сконденсировавшаяся в конденсаторах установки для экстракции паровоздушная смесь в виде конденсата, содержащего бензин и воду, а также вода, используемая для вакуум-насосов и для подпитки водоотделителей, направляется на водоотделители для сепарации бензина и воды. Из водоотделителя бензин сливается в рабочий резервуар и снова используется и цикле производства, а отделившаяся вода поступает в испаритель бензина (шламовыпариватель) для отгонки из нее растворителя с помощью глухого и острого пара, поскольку необработанная вода, отходящая из водоотделителя, содержит обычно 180 – 300 мг/л растворенного и заэмульгированного бензина.

На выходе из шламовыпаривателя сточная вода имеет температуру 75–95°С, поэтому перед сбросом в канализацию (бензоловушку) ее необходимо охладить до 40ºС.

При отсутствии специальных аппаратов для охлаждения сточных вод охлаждение производится путем смешения ее со свежей водопроводной водой (из расчета – 4 т на 1 т сточной воды).

Чистый конденсат, получаемый от конденсации зарубашечного водяного пара в жаровнях, кондиционере и тостере, используется вторично в парокотельной.

Условно загрязненный конденсат, поступающий из дистилляционных и других аппаратов, где возможно его загрязнение, используется в целях дополнительной подпитки градирни для полной компенсации потерь оборотной воды. Часть пара расходуется в процессе производства безвозвратно (без утилизации конденсата) при испарении из мятки в пропарочно-увлажнительных аппаратах, а также при кондиционировании жмыха.

При производстве растительных масел экстракционным способом образуемые сточные воды содержат, главным образом, жировые вещества и бензин.

Предварительно из сточных вод бензин удаляется в бензовыпаривателе при температуре 95 ºС для последующего его повторного использования. Жиросодержащая вода поступает на очистные сооружения предприятия.

Современные производства маргариновой продукции оснащены замкнутыми водными контурами. Подготовленная умягченная вода нагревается паром низкого давления до температуры 65°С и 95°С. Горячая вода подается в рубашки – приемных емкостей для жира, эмульсификаторов, премиксов, на обогрев разливочных головок и трубопроводов. В рецептуру маргарина входит умягченная вода. Пар расходуется на обогрев баков жирохранилища, подготовки растворов эмульгатора и сахара, подогрева воды в зарубашечных пространствах технологических аппаратов и для подготовки воды (горячей) для обогрева технологических коммуникаций и змеевика бака возврата. Смесь конденсата и циркуляционной воды используется для нужд производства.

При производстве маргаринов, жиров специального назначения, заменителей молочного жира, заменителей, улучшителей и эквивалентов масла какао, спредов (далее – маргариновая продукция) мыло- и жирсодержащие стоки создаются за счет промывных вод от мойки технологического оборудования.

Сточные воды, образовавшиеся после мойки оборудования маргаринового производства, проходят цеховые жироловушки, отстаивание и отправляются на локальные очистные сооружения предприятия, где смешиваются с другими жиросодержащими стоками предприятия и очищаются. Очищенные сточные воды используются на пополнение системы оборотного водоснабжения.

Для производства фасованного маргарина требуется питьевая вода и пар. При этом рецептурная вода уходит с продуктом. Вода от обогрева валов переохладителя направляется в жироловушку.

Жирсодержащие стоки от мойки оборудования, в том числе и щелочные, также направляются в жироловушку. После жироловушки они смешиваются с мыложирсодержащими стоками других производств, и направляются для очистки на локальные очистные сооружения [101].

Многие технологические процессы при производстве масложировых продуктов сопровождаются также образованием выбросов в атмосферу [45, 55, 97].

В состав выбросов в атмосферу на масложировых предприятиях входят в основном органическая и минеральная примеси, акролеин и бензин.

Пыльный воздух, удаляемый из очистительных машин и других очагов пылеобразования, подвергается очистке.

В качестве пылеотделителей используют циклоны и/или фильтры (всасывающие или нагнетательные). Для улавливания органической и минеральной пыли, образующейся на маслоэкстракционных заводах, используются циклоны с эффективностью улавливания 70–96 %. В циклонах очистка воздуха осуществляется за счет действия центробежных сил. При круговом движении в циклоне смеси воздуха и сора взвешенные частицы прижимаются к поверхности цилиндра и оседают в коническую часть циклона, откуда через люк выводятся в бункер. Очищенный воздух из циклона выбрасывается вверх через центральную трубу. На рукавных и других фильтрах частицы пыли отделяются за счет фильтрации пыльного воздуха через пористую ткань. Воздух с частицами пыли и сора нагнетается (или всасывается) вентилятором в распределительную коробку рукавного или камерного фильтра, откуда направляется по рукавам. В рукавах воздух через пористую ткань выходит в помещение цеха, а частицы пыли оседают на поверхности ткани. При сотрясении рукавов специальным механизмом пыль с рукавов попадает в нижнюю коробку и шнек и через шлюзовой затвор выводится из фильтра. Таким образом, производится очистка пыльного воздуха, выходящего из сепараторов, семеновеек, шротоохладительных колонок и после пневматической транспортировки сыпучих продуктов.

В производственных помещениях вредными также являются тепловыделения от технологического оборудования и электродвигателей. В летний период добавляются поступления тепла от солнечной радиации. Имеются незначительные выделения паров влаги, масла и масличной пыли подсолнечника. В цехах предусматривают общеобменную приточно-вытяжную вентиляцию и аспирацию. К имеющимся рекомендациям по применению естественной вытяжки из верхней зоны как в зимний,

так и в летний периоды нужно подходить с осторожностью. Удаляемый теплый воздух может быть использован на рециркуляцию в другие помещения в зимний период. Поэтому в прессовых цехах в проектах предприятий включаются системы вытяжной вентиляции с механическим побуждением в зимний и летний периоды. В летний период дополнительно используют системы вытяжной вентиляции с естественным побуждением. Приточный воздух подают в помещение сосредоточенно через эжекторные воздухораспределители типа ВЭС в рабочую зону. Зимой приточный воздух предварительно подогревают в воздухонагревателе. Воздух удаляется при помощи центробежных вентиляторов непосредственно из подвала и с первого этажа.

Пылеулавливающее оборудование устанавливают на нагнетательной линии вентилятора. Применение такой схемы очистки объясняется тем, что запыленный воздух подается на очистку вентиляторными установками, скомпонованными с технологическим оборудованием.

Технологическое оборудование, в котором возможно образование взрывоопасных смесей, обеспечивается системами подачи флегматизатора (азота).

Вместо инертного газа в местах, где по условиям технологии это допускается, возможно, применение водяного пара, а также предусматриваются меры, исключающие возникновение опасного фактора.

Маслоэкстракционное производство оснащается автоматическими средствами контроля параметров, значения которых определяют взрывоопасность процесса, с сигнализацией предельных значений и системами блокировок, препятствующими возникновению аварийных ситуаций.

В целях исключения возможности образования взрывоопасных концентраций смесей паров растворителя с воздухом в производственных помещениях оборудование, содержащее растворитель, мисцеллу, выполняется герметичным. Для максимального снижения выбросов в окружающую среду горючих и взрывопожароопасных веществ при аварийной разгерметизации системы необходимо предусматривать установку запорных и (или) отсекающих устройств. Места расположения запорных и (или) отсекающих устройств устанавливаются в проектной документации. Время срабатывания запорных и (или) отсекающих устройств определяется расчетом, обосновывается в проектной документации и регламентируется. При этом должны быть обеспечены условия безопасного отсечения потоков и исключены гидравлические удары.

Управление системами подачи инертных газов и флегматизирующих добавок осуществляется дистанционно (вручную или автоматически) в зависимости от особенностей проведения технологического процесса. Для производств, имеющих в своем составе технологические блоки I и II категории взрывоопасности, предусматривается автоматическое управление подачей инертных сред; для производств с технологическими блоками III категории - управление дистанционное, неавтоматическое, а при $QB \leq 10$ допускается ручное управление.

В помещениях цеха экстракции, отгонки растворителя из шрота, дистилляции, насосных для перекачки растворителя предусматривается установка газосигнализаторов довзрывных концентраций горючих газов с сигнализацией превышения 10 % уровня от нижнего концентрационного предела распространения пламени.

Для технологического оборудования, содержащего растворитель и мисцеллу, предусматривается система аварийного освобождения.

Запыленность шротовой пылью помещений склада и (или) элеватора шрота необходимо контролировать с помощью переносных приборов или осмотром с регистрацией результатов анализа (осмотра) в специальном журнале.

Контроль содержания пыли в воздухе производственных помещений проводится в соответствии с утвержденным графиком. График определяется техническим руководителем организации. В графике указывается периодичность контроля для конкретных участков производства.

Проблема утилизации органических растворителей имеет особенно большое значение, как со стороны экологии, так и со стороны экономической эффективности предприятия.

Пары растворителя нефраса марки П1 63/75, либо с другими интервалами кипения или гексана пищевого, попадая через неплотности в аппаратах в производственные помещения, могут образовывать с воздухом пожаро- и взрывоопасные смеси.

При использовании нефраса отходящий из дефлегматоров воздух содержит 0,16 кг/м3 паров бензина даже при охлаждении смеси до 0 °С. При нормальной работе дефлегматоры улавливают 60–70 % бензина, содержащегося в паровоздушной смеси.

Для улавливания (рекуперации) паров растворителя и их регенерации в целях пожарной безопасности и возврата в производство ценных продуктов на предприятиях оборудуют специальные установки.

Известны два метода рекуперации растворителя: абсорбционный и адсорбционный.

При абсорбционном методе рекуперации основными аппаратами являются абсорберы (скрубберы) и ректификационные колонны.

Пары растворителя поглощаются жидким абсорбентом, в качестве которого могут применяться: вода, серная кислота, мышьяково-содовый раствор и др. Абсорбент, насыщенный парами растворителя, направляется из скрубберов через теплообменник в ректификационную (регенерационную) колонну, где и происходит десорбция растворителя.

Пожарная опасность процесса рекуперации растворителя заключается в возможности образования в скрубберах, ректификационных колоннах и связанных с ними трубопроводах взрывоопасной паровоздушной смеси

При исправной и нормальной работе аппаратов и трубопроводов в рекуперационной установке не образуются взрывоопасные концентрации паро-воздушной смеси; опасность возникает при нарушении установленного режима работы или при наличии неплотностей в аппаратах и трубопроводах, через которые пары растворителей попадают в атмосферу.

Современная технология – это масляная абсорбция растворителя из паро-газовой смеси с последующей его десорбцией в десорбере.

Общими недостатками абсорбционных методов является образование жидких стоков и громоздкость аппаратурного оформления.

При адсорбционном методе рекуперации улавливание паров растворителя происходит поверхностью твердых веществ (адсорбентом). Наиболее

распространенным адсорбентом является активированный уголь. Пары растворителя, поступающие в адсорбер, конденсируются в тончайших порах адсорбента.

Удаление паров растворителя – десорбция – производится путем продувки аппарата водяным паром, который, проходя под давлением через слой активированного угля, насыщается парами растворителя.

Адсорбционные методы являются одним из самых распространенных в промышленности способов очистки. Их применение позволяет вернуть в производство ряд ценных соединений. Основной недостаток адсорбционного метода заключается в большой энергоемкости стадий десорбции и последующего разделения, что значительно осложняет его применение для многокомпонентных смесей.

Наиболее экологически небезопасным звеном в производстве растительных масел является их очистка от сопутствующих примесей. Традиционным методом очистки сырых растительных масел является химическая рафинация, при которой свободные жирные кислоты нейтрализуются щелочью. Полученное в результате реакции мыло отделяется сепараторами. Нейтральные масла впоследствии промываются, отбеливаются и дезодорируются. Такая схема характеризуется образованием больших объемов сточных вод. На фоне традиционной химической рафинации разработан метод физической рафинации. При физической рафинации свободные жирные кислоты удаляются дистилляцией в одну стадию с дезодорацией в условиях низкого вакуума.

Метод физической рафинации обеспечивает значительно меньшие потери жира в сравнении с щелочным, что является важным ресурсосберегающим преимуществом. Так, при кислотности нерафинированного жира 0,5 % выход дезодорированного жира составляет примерно 981 и 990 кг/т, т.е. физическая рафинация дает экономию около 9 кг жира на 1 т. Дополнительная экономия средств достигается за счет уменьшения расхода реагентов, поскольку на обработку жира тратится значительно меньше кислоты, чем щелочи. Одним из главных преимуществ является ощутимо меньшая нагрузка на окружающую среду, отсутствие зажиренных, трудно утилизируемых соапстоков, экономное расходование технологической воды.

Кроме того, на последующих стадиях маслопереработки физическая рафинация позволяет выводить из пищевых модифицированных жиров остаточное количество катализаторов тяжелых металлов, в частности никеля.

Однако физическая рафинация применима преимущественно для тропических масел, по причине их высокой кислотности.

Современные методы модификации растительных масел включают гидрогенизацию, фракционирование и переэтерификацию.

Главный недостаток традиционного процесса гидрогенизации – образование трансизомеров жирных кислот.

Создание широкого ассортимента специализированных жиров, не содержащих трансизомеров жирных кислот, требует внедрения новых технологий модификации жиров, в том числе фракционирования и переэтерификации.

Переэтерификация - это вид модификации, в ходе которой под воздействием катализатора происходит обмен жирнокислотными радикалами внутри и/или между триглицеридами. В результате происходит изменение температуры плавления, повышение пластичности и однородности.

Для химической переэтерификации используют: метилаты или этилаты натрия или калия, сплавы натрия или калия, гидроксиды натрия или калия. Процесс протекает при воздействии температуры 80–105 0С. В данном случае радикалы жирных кислот меняются местами случайно. Для химической переэтерификации характерны быстрота протекания реакции, невозможность осуществления частичной реакции, высокая температура, образование в ходе процесса побочных продуктов (продуктов распада катализатора). Свойственна высокая реакционная способность катализатора, что требует предварительной обработки масла и очистки после переэтерификации.

Энзимная переэтерификация осуществляется с использованием специфической и неспецифической липазы. С помощью специфической липазы процесс позволяет получать продукт с заданным триглицеридным составом.

Достоинством химической переэтерификации является низкая стоимость реализации в промышленных условиях по сравнению с энзимной переэтерификацией. Объясняется это высокой стоимостью ферментов. Кроме того, ферментный катализатор обладает высокой чувствительностью к качеству сырья, что влечет за собой дополнительную дезодорацию перед переэтерификацией. Этих недостатков лишен химический катализатор. Процесс химической переэтерификации осуществляется в аппаратах периодического действия, что позволяет получать различный ассортимент модифицированных жиров, тогда как энзимная переэтерификация осуществляется в аппаратах поточного типа и предусматривает получение одного вида продукта.

4.2.4 Производство сахара

Особенность свеклосахарного производства заключается в том, что оно в течение более 200 лет неизменно базируется на следующих основных локальных операциях: подача сахарной свеклы в переработку с отделением примесей, отмывание корнеплодов; изрезывание их в стружку, подготовка экстрагента, извлечение сахарозы из свекловичной стружки методом экстрагирования с получением диффузионного сока и жома; известково-углекислотная очистка диффузионного сока, основанная на многократной последовательной обработке известью и диоксидом углерода с выводом образующегося осадка; сгущение очищенного сока в многоступенчатой выпарной установке; кристаллизация сахарозы в несколько ступеней с получением утфельной массы, разделяемой на центрифугах с выделением кристаллов сахара и оттеков; сушка и упаковка сахара. Локальные операции основаны на тепломассообменных и различных физико-химических процессах и связаны с потреблением значительных объемов водных, энергоресурсов, природных ископаемых, технологических вспомогательных средств. Поэтому функционирование основной технологической линии производства сахара на свеклосахарном заводе сопровождается работой технологических линий вспомогательных производств – производства извести и сатурационного газа; оборотных систем технологических вод; очистки сточных вод; технологических линий побочных производств – сушки жома; обессахаривания мелассы.

Локальные операции отличаются многообразием технологических схем, технических решений, конструкций технологического оборудования, способов

достижения технологической цели, а также различной энерго- и материалоемкостью и воздействием на окружающую среду.

Техническое оснащение свеклосахарного завода представлено большим парком оборудования, включающего специальное технологическое оборудование (например, диффузионные аппараты, аппараты сатурации, выпарные аппараты, вакуум-аппараты, центрифуги, аппараты сушки сахара, а также очистные сооружения); оборудование общего назначения (подогреватели, конденсаторы, фильтры, отстойники и др.), насосный парк, передаточные механизмы, сборники и др.

Технический прогресс в сахарной отрасли осуществляется по пути интенсификации процессов, снижения ресурсо-, энергопотребления, образования отходов, минимизации воздействия на водный, воздушный бассейны.

Модернизация сахарных заводов ведется за счет установки высокоэффективного оборудования, решающего вышеперечисленные задачи: прессов глубокого отжатия жома, камерных фильтр-прессов, барботерных аппаратов сатурации с циркуляцией сока, выпарных аппаратов пленочного типа, вакуум-аппаратов с искусственной циркуляцией, пластинчатых подогревателей, вертикальных кристаллизаторов, энергосберегающих центрифуг непрерывного действия, сушильно-охладительных установок для сахара, установок для сушки и гранулирования жома, установок [98] для обессахаривания мелассы методом ионообменной хроматографии. Указанное оборудование позволяет сократить потребление сырья, воды, энергии, снизить эмиссии в окружающую среду и образование отходов, повысить выход сахара, получить новую готовую продукцию.

Технологии, позволяющие снизить выбросы в атмосферу оксида углерода и сахарной пыли, сократить расход свежей воды и образование сточных вод, уменьшить количество отходов производства, сократить расход условного топлива и известнякового камня, рассмотренные ниже в качестве элементов реализации локальных технологий на этапах технологического потока, могут быть отнесены к НТД в производстве сахара.

Получение диффузионного сока. На свеклосахарных заводах наиболее распространена технология получения диффузионного сока, включающая следующие операции: изрезывание корнеплодов в стружку, подготовка экстрагента, экстрагирование сахарозы, отжатие жома.

Процесс экстрагирования сахарозы ведется в противоточном режиме до максимального обессахаривания свекловичной стружки. В данной технологии используется 100 % свежей воды; образуется: 120-130 % к массе свеклы диффузионного сока; 80-83 % свежего жома, 35-45 % отжатого до 13-18 % сухих веществ жома; 35-40 % к массе свеклы жомопрессовой воды.

Технология является ресурсо-энергозатратной, она связана с большим расходом свежей воды, приводит к образованию сточных вод, характеризуется низкой степенью возможности переработки жома, сопровождается потерями сахара в жомопрессовой воде. Так, обессахаривание свекловичной стружки до содержания сахарозы в жоме 0,30-0,35 % к массе свеклы приводит к невысокому эффекту очистки при экстрагировании, что требует более высокого расхода извести и сатурационного газа на очистку диффузионного сока, соответственно, расхода известнякового камня и топлива на его обжиг. Высокая величина отбора диффузионного сока приводит к

большему расходу условного топлива на сгущение очищенного сока. Низкое содержание в отжатом жоме сухих веществ требует высоких затрат на его сушку. Жомопрессовая вода хотя и содержит 0,3-0,4 % к массе свеклы сахарозы, но не может быть использована в технологическом потоке из-за низкой ее чистоты и сбрасывается в сточные воды, приводя к потерям сахара.

На ряде свеклосахарных заводов получила распространение технология получения диффузионного сока, отличающаяся применением прессов глубокого отжатия жома и использованием жомопрессовой воды в качестве экстрагента [49]. По данной технологии до 90 % массы сахарозы от ее содержания в свекловичной стружке извлекается в диффузионных аппаратах, что позволяет достичь отбора диффузионного сока 105-110 % к массе свеклы. Извлечение оставшейся в жоме сахарозы осуществляется путем его механического обезвоживания на прессах глубокого отжатия жома до 32 % сухих веществ, с образованием 20 % отжатого жома, при этом остаточное содержание сахарозы в отжатом жоме сохраняется на уровне 0,30-0,35 % к массе свеклы как и в вышеприведенной технологии. Образующаяся в количестве 50-60 % к массе свеклы жомопрессовая вода, содержащая 1,2-1,6 % сахарозы, имеет чистоту практически на уровне чистоты свекловичного сока и направляется в составе экстрагента в диффузионный аппарат, заменяя до 50 % общего его количества. Жом глубокой степени отжатия направляется на высушивание, при этом затраты на сушку сокращаются [81].

Данный вариант технологии имеет следующие преимущества: уменьшаются потери сахарозы за счет использования жомопрессовой воды; уменьшается расход известнякового камня для получения реагентов на очистку за счет повышения эффекта очистки при экстрагировании и чистоты диффузионного сока; снижается расход условного топлива на выпаривание воды за счет уменьшения отбора сока; ликвидируются сточные воды за счет использования жомопрессовой воды в технологическом потоке; снижаются энергозатраты на высушивание жома за счет повышенного исходного содержания сухих веществ в нем, что позволяет увеличить объемы жома, направляемого на сушку.

Достигаемые экологические преимущества. Сочетание процессов экстрагирования и глубокого отжатия жома при получении диффузионного сока позволяет:

• уменьшить расход извести на очистку диффузионного сока;

• уменьшить отбор диффузионного сока на 10-15 % к массе свеклы;

• снизить расход условного топлива на сгущение очищенного сока на 0,4-0,5 % к массе свеклы;

• снизить объемы потребления свежей воды на 50 % к массе свеклы;

• увеличить производительность линии на 10…15 %; дополнительно выработать 0,10-0,15% к массе свеклы сахара; увеличить объемы переработки побочной продукции – жома.

Воздействие на окружающую среду. Высушивание жома глубокой степени отжатия позволяет полностью решить проблему его переработки с получением нового продукта – сушеного жома, сократить расход тепловой энергии на его высушивание; исключить таким образом образование отхода. Переход на данную технологию приводит к снижению количества сточных вод на 50-60 % к массе свеклы за счет

использования жомопрессовой воды в технологическом процессе. Исключается образование такого отхода как жом.

Эксплуатационные данные. Данная технология является освоенной и распространена на 30 % российских свеклосахарных заводов. Обеспечивает повышение эффекта очистки сока при экстрагировании на 3,0-5,0 % и чистоты диффузионного сока на 1,0-1,5 ед., увеличение выхода сахара на 0,10-0,15 % к массе свеклы, сокращение расхода условного топлива на 0,4-0,5 % к массе свеклы и расхода известнякового камня на 0,2-0,3 % к массе свеклы; уменьшение расхода тепловой энергии на высушивание жома в 1,5 раза.

Применимость, техническая возможность. Технология в целом применима на свеклосахарных заводах, относительно несложна в эксплуатации. Основной мотивацией ее реализации является предотвращение образования сточных вод и отходов производства, сокращение расхода материальных ресурсов, увеличение выхода сахара.

Экономические аспекты внедрения. Данная технология экономически целесообразна: обеспечивает снижение количества сброса сточных вод; дает возможность эффективной переработки побочной продукции – получения сушеного жома; ее энерго- и ресурсоэффективность выше в связи со снижением расхода условного топлива и известнякового камня.

Технология требует дополнительных капитальных затрат, связанных с приобретением прессов глубокого отжатия жома и жомосушильной установки. Для сахарного завода мощностью 6 тыс. т сахарной свеклы в сутки необходимо 2 пресса глубокого отжатия жома стоимостью около 210,0 млн руб. каждый и 1 жомосушильная установка с вспомогательным оборудованием стоимостью 150,0 млн руб., в целом капитальные затраты составят около 570, 0 млн руб.

Очистка диффузионного сока. Очистка диффузионного сока включает следующие операции: предварительную дефекацию, основную дефекацию, первую ступень сатурации, дефекацию перед второй ступенью сатурации, вторую ступень сатурации, сульфитацию, фильтрование соков.

Первая и вторая сатурации сопровождаются выделением загрязняющих веществ в атмосферу (CO_2, CO, NH_3, NO_2, NO, SO_2); фильтрование сока – образованием отхода – фильтрационного осадка.

Процесс сатурации заключается в обработке дефекованного сока диоксидом углерода и имеет своей технологической целью достижение максимального эффекта очистки сока путем адсорбции растворимых несахаров на поверхности образующихся частичек карбоната кальция и получение сока с высокими фильтрационно-седиментационными показателями при высоком коэффициенте использования диоксида углерода сатурационного газа [7].

Наряду с кинетикой массообмена и химических реакций на скорость процесса сатурации существенный эффект оказывают гидродинамические условия в сатураторе, к основным показателям которых относятся: размер газовых пузырей, газосодержание, поверхность контакта фаз, скорость движения взаимодействующих фаз, высота барботажного слоя, распределение времени пребывания частиц потока жидкости в сатураторе, во многом определяемые конструкцией аппаратов [19]. На сахарных заводах применяются непрерывно действующие аппараты сатурации: решетчатые

безбарботерные без циркуляции сока, решетчатые безбарботерные с циркуляцией сока или барботерные с циркуляцией сока.

При сатурировании дефекованного сока в аппаратах, подобных решетчатому безбарботерному сатуратору, наблюдается неравномерность в распределении сока и газа, что приводит к неполному использованию адсорбционной способности карбоната кальция, снижению эффекта очистки сока и коэффициента утилизации диоксида углерода из сатурационного газа, который составляет 40-55 %.

Следовательно, уменьшению выбросов CO_2 в отработавшем газе будет способствовать ведение процесса, обеспечивающего интенсивное диспергирование газа в соке за счет создания условий многократной циркуляции сока и принудительного барботирования газа. Данный метод позволяет улучшить условия массообменных процессов между сатурационным газом и соком, приводит к повышению эффекта адсорбционной очистки и улучшению фильтрационных и седиментационных свойств сока, одновременно повышается коэффициент использования сатурационного газа при соответственном уменьшении расхода известнякового камня на его получение на 0,2 % к массе свеклы. Применение барботерных аппаратов сатурации с циркуляцией сока позволяет увеличить степень утилизации газа на первой ступени сатурации до 80 %, на второй – до 65 %.

Сатурационный газ, кроме углекислого газа (CO_2), содержит оксид углерода (CO), выбросы которого коррелируют с выбросами CO_2, а следовательно, закономерно снижаются с улучшением условий массообменных процессов между сатурационным газом и соком.

Стадия фильтрования сока первой сатурации заключается в разделении суспензии с образованием фильтрационного осадка. Степень обезвоживания выделяемого осадка зависит от типа применяемого фильтровального оборудования. До недавнего времени основным оборудованием являлись вакуум-фильтры, которые выделяли осадок с влажностью 50 %, при этом на его промывку от сахара расходуется до 65 % воды. Отделенный с вакуум-фильтров осадок разбавлялся водой и направлялся в сточные воды. Такой способ является основным для 55 % сахарных заводов и требует на перекачку осадка до 60 % к массе свеклы воды. На 45 % заводов реализован способ выделения осадка с влажностью 25-30 % на камерных фильтр-прессах с расходом воды на промывку осадка 5-9 % к массе свеклы. Такой осадок транспортабелен, что позволяет использовать в качестве мелиоранта/рекультиванта.

Достигаемые экологические преимущества. Проведение сатурации на основе многоступенчатого контакта газа и сока обеспечивает снижение выбросов оксида углерода на 10-15 %, увеличение степени утилизации сатурационного газа на 15-20 %, снижение расхода известнякового камня на 0,2 % к массе свеклы.

Выделение фильтрационного осадка в обезвоженном виде обеспечивает снижение расхода воды на промывку осадка в 8-13 раз, исключение расхода воды на перекачку на поля фильтрации, снижение потерь сахарозы с фильтрационным осадком в 2 раза; исключается образование такого отхода как фильтрационный осадок.

Воздействие на окружающую среду. В отходящем из сатуратора газе основными загрязняющими веществами являются оксид углерода, диоксид серы, оксид азота, основная доля приходится на оксид углерода. Концентрация оксида углерода, отходящего от аппарата первой ступени сатурации свеклосахарного производства,

составляет 5500-30000 мг/м^3; отходящего от аппарата второй ступени сатурации – 5300-40000 мг/м^3. Переход на сатурацию с многоступенчатым контактом газа и сока приводит к снижению концентрации оксида углерода, отходящего от аппаратов сатурации, до 5300-6500 мг/м^3.

Выделение фильтрационного осадка в обезвоженном виде позволяет уменьшить количество сточных вод на 60 % к массе свеклы, исключить образование отхода.

Эксплуатационные данные. Технология сатурации на основе многоступенчатого контакта газа и сока является освоенной и распространена на 23 % сахарных заводов Российской Федерации. Обеспечивает снижение выбросов оксида углерода в 5-8 раз по сравнению с применением безбарботерного решетчатого сатуратора и в 3-4 раза с использованием только барботирования или только циркуляции сока, повышение эффекта очистки сока при этом составляет 1,4-1,6 %.

Выделение фильтрационного осадка в обезвоженном виде на камерных фильтр-прессах распространено на 45 % сахарных заводов. Обеспечивает снижение выхода фильтрационного осадка в 1,4-1,6 раза по сравнению с использованием вакуум-фильтров, уменьшение в 8-13 раз расхода воды на промывку осадка; потери сахарозы в фильтрационном осадке не более 0,04-0,06 % к массе свеклы; уменьшение расхода электроэнергии за счет исключения сброса осадка в составе сточных вод на поля фильтрации.

Применимость, техническая возможность. Технология сатурации на основе многоступенчатого контакта газа и сока в целом применима, характеризуется относительной простотой реализации и эксплуатации. Имеются аппараты первой ступени сатурации, например, марки Ш1-ПАС, которые предусматривают внутреннюю циркуляционную трубу, осевой циркулятор сока и барботер, состоящий из газораспределительных труб. Модернизация действующих аппаратов также не представляет сложности.

Технология выделения фильтрационного осадка в обезвоженном виде на камерных фильтр-прессах применима и характеризуется относительной простотой реализации и эксплуатации.

Экономические аспекты внедрения. Технология сатурации на основе многоступенчатого контакта газа и сока экономически целесообразна для обеспечения низких выбросов CO, CO_2 в атмосферу. Ресурсо- и энергоэффективность данного процесса выше, чем с применением безбарботерного решетчатого сатуратора, поскольку приводит к уменьшению расхода известнякового камня.

Технология требует капитальных затрат, связанных с приобретением дополнительных устройств при модернизации аппаратов или высокоэффективных аппаратов сатурации. Капитальные затраты при полной замене одного сатуратора составляют в среднем 10,0 млн руб., при установке газораспределительных устройств и циркуляторов сока – 7,0 млн руб.

Ресурсо- и энергоэффективность применения камерных фильтр-прессов выше, чем применения вакуум-фильтров, приводит к уменьшению расхода воды.

Капитальные затраты для сахарного завода мощностью 6 тыс. т сахарной свеклы в сутки составят 45 млн руб. на установку 2 камерных фильтр-прессов.

Сушка и упаковка сахара. Сушка и упаковка сахара включают следующие операции: сушку кристаллов сахара, охлаждение кристаллов сахара; отделение

ферромагнитных примесей; сортировку сахара по размеру кристаллов на фракции и отделение комков; фасование и упаковку сахара в мешки; очистку отработавшего воздуха.

В процессе высушивания и охлаждения сахара в среднем до 10-20 % кристаллов сахара истирается с образованием пыли. Также имеет место выделение сахарной пыли при выгрузке сахара из аппаратов на ленточный конвейер, при транспортировке его к последующим операциям, загрузке в комкоотделитель, в процессе отделения комочков в сортировочной установке, загрузке сахара в бункеры упаковочного отделения. Концентрация сахарной пыли в местах образования достигает 45-100 мг/м^3. Сахарная пыль при концентрации воздушной смеси выше 10-20 г/м^3 и размере частиц менее 160 мкм является взрывоопасной, поэтому осуществляют очистку воздуха, отработавшего после высушивания и охлаждения сахара, от сахарной пыли. Отделенный от сахарной пыли отработавший воздух удаляется в атмосферу вентилятором по герметичному воздуховоду, выведенному на 2 м выше конька крыши здания.

Наибольшее распространение на заводах (73 %) получила очистка отработавшего воздуха с подводом мелкодисперсного фильтрованного сока второй ступени сатурации при интенсивной турбулизации пылевоздушного потока в скрубберах, достигаемый коэффициент эффективности очистки – 0,95-0,97. Часть заводов (13 %) осуществляют очистку отработавшего воздуха в поле центробежных сил в циклонах [3], достигаемый коэффициент эффективности очистки – 0,70-0,85. Ряд заводов (14 %) применяет двухступенчатую очистку отработавшего воздуха: на первой ступени в циклоне механически отделяется около 70 % частиц сахарной пыли; на второй ступени в циклон в поток воздуха с сахарной пылью противотоком под давлением 0,3-0,4 МПа подают фильтрованный сок второй ступени сатурации в мелкодисперсном состоянии, движущийся с высокой скоростью [99], что способствует улавливанию частичек сахарной пыли каплями сока, их осаждению и растворению в соке. Уловленная сахарная пыль из циклона первой ступени очистки и раствор из циклона второй ступени очистки используются в соответствии с технологической схемой завода. Двухступенчатая очистка воздуха обеспечивает коэффициент эффективности очистки воздуха до 0,98-0,99. Таким образом, почти 90 % заводов применяют эффективные схемы обеспыливания воздуха с коэффициентом эффективности очистки воздуха 0,95-0,99.

Вместе с тем, на большинстве сахарных заводов установлены сушильно-охладительные аппараты барабанного типа, истирание кристаллов в которых достигает 20 %, а сахарная пыль характеризуется неравномерностью распределения по размеру [19]. Для этой категории аппаратов уменьшению выбросов сахарной пыли в отработавшем воздухе будет способствовать очистка его в две ступени. Часть сахарных заводов оснащены сушильно-охладительными установками, конструкции которых позволяют проводить процессы сушки-охлаждения со степенью истирания кристаллов сахара 8,5-12,0 %. Для этой категории аппаратов очистку отработавшего воздуха достаточно осуществлять в скруббере.

Система аспирации предусматривает местные отсосы от источников пылеобразования и одноступенчатую очистку воздуха в пылеулавливающем

оборудовании циклонного типа с водяной пленкой, обеспечивающую коэффициент очистки воздуха 0,95-0,97.

Достигаемые экологические преимущества. Организация двухступенчатой очистки отработавшего при высушивании и охлаждении сахара воздуха позволяет уменьшить концентрацию сахарной пыли в воздухе, удаляемом в атмосферу от сушильно-охладительной установки, в 1,2-1,3 раза по сравнению с использованием только скруббера и в 2-4 раза с использованием только циклона. Годовой выход сахара увеличивается на 1,5-2,0 т.

Воздействие на окружающую среду.

В отходящем из сушильно-охладительных установок очищенном отработавшем воздухе основным загрязняющим веществом является пыль сахара. Годовая масса сахарной пыли, выбрасываемой в атмосферу при осуществлении двухступенчатой очистки воздуха, сократится с 3,5-4,5 т до 1,5-2,5 т; концентрация сахарной пыли в воздухе, удаляемом в атмосферу от сушильно-охладительной установки – с 45-100 мг/м^3 до 25-28 мг/м^3.

Эксплуатационные данные. Очистка отработавшего при высушивании и охлаждении сахара воздуха с использованием скруббера или циклона и скруббера является освоенной и распространена на 90 % сахарных заводов, обеспечивает коэффициент эффективности очистки воздуха 0,95-0,99. Расход фильтрованного сока второй ступени сатурации в скрубберах составляет 0,2-0,5 м^3/ч.

Применимость, техническая возможность. Технология в целом применима, характеризуется относительной простотой реализации и эксплуатации.

Экономические аспекты внедрения. Двухступенчатая очистка отработавшего при высушивании и охлаждении сахара воздуха экономически целесообразна для обеспечения уменьшения выбросов сахарной пыли в атмосферу. Энергоэффективность данного процесса одинакова для разных схем очистки отработавшего воздуха. Капитальные затраты при установке дополнительного скруббера в зависимости от производительности завода составят 2,5-3,5 млн руб.

Очистка сточных вод. Очистка производственных сточных вод свеклосахарных заводов после отстаивания взвешенных веществ осуществляется на картах полей фильтрации методом испарения и почвенной очистки, основанной на способности самоочищения почвы [17,80]. Сущность почвенной очистки заключается в том, что при медленной фильтрации сточных вод через почву в верхнем слое толщиной 20-30 см на поверхности частичек почвы задерживаются взвешенные и коллоидные вещества с адсорбированными растворенными органическими веществами. Микроорганизмы почвы, используя проникающий в поры почвы кислород, переводят органические вещества в минеральные соединения. Эффективность удаления органических загрязнений по БПК при естественной биологической очистке производственных сточных вод свеклосахарных заводов составляет 70 %, по ХПК – 50 %, по аммонийному азоту – 9 %, по хлоридам – 50 %, по фосфатам – 60 %, по сульфатам – 40 %, при этом в отдельных случаях возможно проникновение в грунтовые воды аммонийного азота, фосфатов, сульфатов, хлоридов. Процесс естественной биологической очистки сточных вод на полях фильтрации сопровождается выделением сероводорода, метана, аммиака, имеющих специфичный запах.

Для интенсификации процесса естественной очистки сточных вод отдельные заводы используют микробные культуры направленного действия, например, микроводоросль хлореллы [39,40]. Интенсификация процессов при применении хлореллы базируется на продуцировании ею в процессе фотосинтеза кислорода, участвующего в процессах окисления органических веществ. Благодаря этому степень удаления органических загрязнений по БПК достигает 98 %, по ХПК – 96 %, по аммонийному азоту – 40 %, по хлоридам – 80 %, по фосфатам – 80 %, по сульфатам – 80 %.

Достигаемые экологические преимущества. Степень очистки сточных вод увеличивается, что дает возможность сократить площади полей фильтрации на 10-15 га; удаляются неприятные запахи.

Воздействие на окружающую среду. Эмиссии загрязняющих веществ (фосфатов, хлоридов, сульфатов, аммонийного азота) в подземные грунтовые воды практически исключаются; исключаются специфичные неприятные запахи.

Эксплуатационные данные. Технология очистки сточных вод с применением хлореллы применяется на двух сахарных заводах Российской Федерации. Обеспечивает высокую степень очистки сточных вод с исключением загрязнения подземных грунтовых вод.

Применимость, техническая возможность. Технология в целом применима, характеризуется простотой реализации и эксплуатации. Метод основан на использовании суспензии микроводорослей, которая распространяется равномерно на поверхности воды при помощи распылителя.

Экономические аспекты внедрения. Технология экономически целесообразна для обеспечения высокой степени очистки сточных вод от загрязняющих веществ, приводит к уменьшению площади очистных сооружений.

Текущие затраты для одного свеклосахарного завода мощностью 6 тыс. т сахарной свеклы в сутки составляют около 1 млн. руб.

Раздел 5 Наилучшие доступные технологии

5.1 Производство продукции из мяса убойных животных и мяса птицы

Фундаментальное решение проблемы защиты окружающей среды возможно путем создания и широкого внедрения малоотходных и безотходных технологий, технического перевооружения основного и вспомогательного производств, обеспечивающих комплексную переработку сырья, утилизацию отходов и улавливание ценных компонентов, содержащихся в отходах и составляющих чистые потери сырья при технологической обработке.

Для обеспечения безопасности проектируемых производств следует исходить из современных достижений в разработке техники и технологии, комплексной механизации и автоматизации производственных процессов при строгом соблюдении технологической и трудовой дисциплины.

При разработке проектов строительства новых или реконструкции старых предприятий мясной и птицеперерабатывающей промышленности целесообразна организация безотходного экологически чистого производства.

Основными направлениями в создании мало- и безотходных технологий в мясной промышленности являются: разработка новых технологических решений рационального использования сырьевых ресурсов;

- разработка технических средств и процессов, обеспечивающих сокращение выбросов вредных веществ и преобразование их в экологические формы, уменьшение расхода свежей воды, уменьшение загрязненности сточных вод;
- использование вторичных продуктов убоя при производстве мясосодержащих изделий;
- механическая дообвалка кости и использование костного остатка для получения пищевого жира, сухих пищевых бульонов, кормовой муки;
- переработка непищевых отходов для получения кормовых продуктов, биогаза, биотоплива;
- увеличение глубины переработки сырья до 90%.

Современное состояние сырьевой базы и рынка консервированных мясопродуктов требует коренных изменений подходов к решению технологических проблем. Так, консервированные мясопродукты долгие годы выпускались на основе потушного использования мясного сырья и односортной жиловки мяса, что отрицательно сказывалось на качестве консервов и рациональном использовании мясного сырья.

С целью оптимального использования мясного сырья сотрудниками ВНИИ мясной промышленности разработана новая рациональная разделка туш с многосортной жиловкой на различные морфологические группы, в зависимости от содержания жировой и соединительной ткани, и определены направления рациональной переработки говядины и свинины в консервном производстве (рисунок 5.1, 5.2).



Рисунок 5.1 – Схема рациональной переработки говядины на консервы



Рисунок 5.2 – Схема рациональной переработки свинины на консервы

Предлагаемая технология разделки позволяет значительно увеличить глубину переработки мяса на 90 и более %, получив при этом повышение качества консервов, увеличение ассортимента с различной ценовой характеристикой.

При производстве деликатесной, колбасной продукции и полуфабрикатов, распространен технологический отход в виде брака изделий. Данный брак, возможно, использовать в качестве замены основного сырья в количестве до 10% от основного.

В промывных и сточных водах мясо- и птицекомбинатов содержится некоторое количество жира, которое улавливается как непосредственно в цехах локальными жироулавливателями, так и при фильтровании. Со сточными водами теряется большое количество ценного сырья. В общем стоке мясокомбината содержится 600—1200 мг/дм^3 жира и 100—1300 мг/дм^3 азота. Значительная масса ценного технического сырья скапливается в отстойниках очистных сооружений. В то же время, эта жировая масса служит ценным сырьем для вытопки технического жира в автоклаве при температуре 125 °С в течение 3—4 ч. Очищенный жир направляют на хранение и реализацию. Выход жира составляет 25—35%, что позволяет повысить эффективность производства за счет получения дополнительной продукции и исключить сброс жира в окружающую среду.

Для защиты от загрязнения пресных вод в проектах необходимо предусматривать проведение технологических и технических мероприятий. Технологические мероприятия — это сокращение свежей воды на технологические нужды, снижение концентрации загрязнения в сточных водах. Технические мероприятия предусматривают очистку сточных вод перед сбросом их в водоемы, а также применение повторного и оборотного водоснабжения предприятия.

Известно, что характерной особенностью предприятий мясной отрасли является многотоннажное потребление питьевой воды. Сброс промышленных стоков мясоперерабатывающих предприятий достигает 16—20 м^3 на каждую тонну выработанного и переработанного мяса. Величина часового сброса в течение суток изменяется в широком интервале и характеризуется коэффициентом неравномерности, равным 2,5—3,5. При проектировании очистных сооружений для задержания крупных частиц, попадающих в сток, как правило, минуя решетки канализационных трапов, предусматривают механизированные решетки с зазорами 16 мм. С уменьшением зазоров до 6—10 мм эффективность очистки увеличивается, но и гидравлическое сопротивление решетки также увеличивается. Часто с такой целью используют комбинированные решетки конструкции Шапиро, которые способствуют устранению защемления загрязнений, облегчению процесса очистки и снижению потерь гидравлического напора очищаемых стоков. Решетки просты и надежны в эксплуатации [31,64]..

В локальной очистке сточных вод положительно зарекомендовали себя фильтры-прессы, ротационные и вакуумные фильтры, фильтрующие барабаны в комплекте с приспособлением для очистки фильтровальной поверхности и др.

Для выделения из стоков примесей с размерами частиц от 15 мм и более в практике отечественных и зарубежных предприятий применяют песколовки, которые подразделяют на горизонтальные, вертикальные и с вращательным движением жидкости, тангенциальные и аэрируемые. Предпочтение отдается горизонтальным песколовкам с прямолинейным или круговым движением жидкости, а также

тангенциальным. Осадок из песколовок удаляют с помощью гидроэлеватора, гидросмывом по иловой трубе под гидростатическим давлением жидкости, механическим способом или вручную. Песколовки рассчитаны на продолжительность обработки стоков от 30 до 15 мин.

Для очистки стоков от жира в виде отдельных твердых частиц, эмульсий и растворов используют отстойные аппараты — жироловки. В мясной отрасли наибольшее распространение получили горизонтальные жироловки, оборудованные скребковым механизмом сброса. Продолжительность отстоя — 30 мин, эффективность работы отстойника 50—55 %, причем 20—25 % жира задерживается вместе с осадком, а 30 % всплывает на поверхность воды. В настоящее время применяют жироловки различных модификаций: ВК конструкции Авдеева, Я4-ФБК и др. При использовании принципа колебаний объемов в отстойниках грубой и тонкой очистки из промышленных отходов можно получить технический жир.

Для локальной очистки от примесей неорганического происхождения и жира используют гидроциклоны, в которых задерживается около 70 % взвешенных веществ. Особый интерес представляют двухступенчатые гидроциклоны для выделения жира и белковых примесей. Первая ступень служит для очистки воды от жира, вторая ступень — для выделения из сточной воды кусочков кости и белковой ткани. Высокой степени очистки можно достичь при использовании трубоциклонных аппаратов.

С целью обезвоживания осадков, образующихся в результате очистки сточных вод, применяют центрифуги типа ОГШ (осадительные горизонтальные шнековые), которые снижают влажность осадков на 40—55 %.

Наибольшее распространение в отечественной практике получили импеллярная, напорная и электролитическая флотации. Эффективность импеллярной флотации при извлечении жиров и взвеси составляет 62—64 %. Продолжительность процесса обработки 10 мин. При увеличении времени обработки до 20 мин эффективность очистки возрастает до 67—77 %. Однако увеличение продолжительности флотации сопровождается ростом объемов декантата, загрязненного жирами и взвесями, который необходимо направлять на повторную очистку. Несмотря на хорошую аэрацию возможности импеллярной флотации ограничены, так как размер основной массы пузырьков газа, получаемых в машинах, относительно велик (0,5—1,2 мм). Эти способы энергоемки: на 1 $м^3$ очищаемой воды затрачивается до 2,6 кВт ч электроэнергии. К недостаткам флотации относятся невозможность использования реагентов, а также образование больших количеств флотоконцентрата за счет перелива воды.

Напорная флотация внедрена на ряде предприятий страны, эффективность очистки составляет 55—75 % частиц. Существует несколько модификаций, отличающихся способом насыщения воздуха, вводом газонасыщаемой жидкости, конструктивными особенностями установок.

Эффективность извлечения жира и взвешенных частиц из очищаемой жидкости при пневматической флотации составляет 84—86 %. Удельные затраты энергии в машинах пенной сепарации составляют 0,55 кВт ч/$м^3$. К преимуществам этих установок следует отнести отсутствие вращающихся частей, что делает их более простыми в эксплуатации и позволяет снизить расход потребляемой энергии. Однако пенная сепарация в мясной отрасли пока широкого применения не получила, хотя извлеченный белково-жировой концентрат можно употреблять на кормовые цели.

Наиболее распространен электрофлотационный аппарат В2-ФФА производительностью 50 $м^3$/ч, эффективность изъятия жира которого составляет 85 %, а расход электроэнергии 0,3 кВт ч/$м^3$.

Значительных результатов по отчистке сточных вод можно добиться при электрокоагуляции. Эффект очистки установки типа ЭФК-А, внедренной на некоторых мясокомбинатах, составляет по жиру 95—99 %, по взвесям — 93— 98 %, расход энергии — 0,6 кВт ч/$м^3$. К недостаткам следует отнести расход дефицитного листового алюминия, исключение возможности утилизации отходов, выделенных на этапе реагентной обработки стоков, повышенный расход электроэнергии.

Таким образом, повысить эффективность удаления жира позволяет флотация. В то же время белковые вещества, содержание которых в сточных водах практически одинаково с количеством жира, с помощью флотации не извлекаются, так как их большая часть находится в сточных водах в коллоидно-растворенном состоянии. Потери ценных веществ не только причиняют ущерб предприятиям, но и создают проблемы при сбросе вод в городские коллекторы из-за высоких значений ХПК и БПК стоков.

Метод химической обработки воды неорганическими коагулянтами известен достаточно давно. Например, производственные жирные воды мясокомбинатов обрабатывают сернокислыми и хлорными солями железа и алюминия в количестве 0,1—0,8 кг/$м^3$, сухой известью или известковой водой (0,5—1,0 кг/$м^3$), хлором.

В развитии реагентных способов очистки сточных вод особое место занимают природные и синтезированные высокомолекулярные вещества, называемые флокулянтами. Они представляют собой нерастворимые в воде высокомолекулярные вещества, применяемые для отделения твердой фазы от жидкой, и образующие с находящимися в воде грубодисперсными и коллоидными частицами трехмерные структуры (агрегаты, хлопья, комплексы).

К ним относятся разнообразные химические вещества, которые подразделяют на неорганические полимеры, синтетические молекулярные вещества растительного и животного происхождения. Последние могут быть как натуральными, так и химически обработанными.

Среди флокулянтов предпочтение отдается полимерам природного происхождения, преимущество которых состоит в отсутствии токсичных свойств и полной безвредности для организма человека.

Как при совместном использовании коагулянта и флокулянта, так и при применении только флокулянта содержание в очищенной воде эфироизвлекаемых веществ снижается с 300—5000 до 25—75 мг/$дм^3$, взвешенных веществ — с 800—4000 до 60—70 мг/$дм^3$, величина ХПК уменьшается с 2700—4600 до 500—800 мг/$дм^3$. Только при одном использовании флокулянта доза составляет 20—35 мг/$дм^3$, а при совместном применении флокулянта с коагулянтом — 0,5—2 мг/$дм^3$. В этом случае коагулянт дозируется в количестве 150— 200 мг/$дм^3$.

Для предотвращения загрязнения атмосферы вредными и дурно пахнущими веществами, отводимыми от линий переработки технического сырья, разработана система газоочистки. Метод основан на адсорбционно-окислительном процессе, где в качестве окислителя используют, например, гипохлорит натрия, получаемый электролизом поваренной соли. Объем очищаемых газов составляет 8000 $м^3$/ч, степень очистки — 92 %; содержание вредных веществ в очищенных газах не превышает допустимых концентраций.

Для улавливания пыли наиболее эффективными являются циклоны. Циклонные пылеуловители более эффективны, чем пылеотстойные камеры, так как циклон с объемом 0,15 м^3 имеет производительность 1000 м^3/ч. Циклоны устанавливают, как правило, на нагнетающий и всасывающий трубопроводы. Струя запыленного воздуха поступает в циклон по касательной к его круглому сечению и движется вниз по спирали между наружным кожухом и внутренней выхлопной трубой. При таком движении на пылинки действует центробежная сила, отбрасывающая пылинки к стене, где они складываются в агрегаты. С поступательным движением воздуха эти пылинки опускаются в нижний кожух циклона, а затем в приемный бункер. Циклоны эффективны при очистке воздуха от пыли с размерами частиц 10 мкм и более. Чтобы очистка была эффективной, скорость движения воздуха должна быть не менее 15—18 м/с.

Проведенные исследования говорят о перспективности мокрых систем очистки выбросов (г = 99 % для частиц размером 2—5 мкм). В ряде случаев циклоны заменяют на мокрые пылеуловители.

Для эффективной отчистки воздуха от органических, неорганических примесей и микроорганизмов на мясоперерабатывающих предприятиях применяются газоконверторы. Использование газоконвертора «Ятаган ВК» позволяет отчистить воздух от запахов, меркаптанов, аммиака и сероводорода, и иных паров и газов органической природы на фоне большой влажности воздуха. Достигаемая степень очистки от 80 до 98 % в зависимости от условий работы. Использование газоконвертора, например «Ятаган Р», предназначено для очистки вентиляционных выбросов от паров и газов органической природы и запахов, а также аммиака и сероводорода. Достигаемая степень очистки от 70 до 90 % в зависимости от условий работы.

Установка «Плазмаир» предназначена для удаления и обезвреживания таких загрязнителей как: дым, нежелательные запахи, угарный газ, патогенная микрофлора, органические газообразные соединения. Установка также способна обезвредить и удалить пары уксусной кислоты, формальдегид, окись углерода, ацетальдегид, кетоны, ацетон, этанол, бутанол, акролеин, карбонатовые кислоты, ароматические углеводороды, аммиак, фенол, стирол, дибутилфтолат, толуол, этилбензол, ксилол, масляная кислота и др. Степень отчистки воздуха от 80 до 98%. Преимуществом оборудования «Плазмаир» является возможность его встраивания в систему вытяжной вентиляции при производстве предприятиями продукции, сопряженном с большим выделением вредных химических веществ.

Установка состоит из трех отдельных блоков, соединенных воздуховодами:

- в первом блоке – модуле предварительной очистки — воздух с помощью системы фильтров освобождается от твердых не газообразных частиц размером 0,1–10 мкм: пыль, волокна, аэрозоли и т.п.;
- во втором блоке – плазменном модуле – происходит мощный газовый разряд, в результате которого образуется зона низкотемпературной плазмы. Электроны бомбардируют и разрушают атомы вредных газообразных веществ. Одновременно выделяется озон, под воздействием которого загрязнители окисляются и превращаются в безопасные соединения, такие как вода и углекислый газ;
- в последнем блоке – модуле каталитической очистки – остатки опасных примесей попадают на универсальный комбинированный катализатор и подвергаются

глубокому окислению. Воздух окончательно избавляется от разложившихся загрязнений и избыточного озона.

По способу интеграции с системой вентиляции аппараты «Плазмаир» подразделяются на три типа:

- для очистки приточного воздуха – встраиваются в приточную вентиляционную систему;
- для очистки выбросов – встраиваются в вытяжную вентиляционную систему;
- рециркуляционные установки – работают в замкнутом режиме в закрытых помещениях.

Существенным преимуществом оборудования этого типа является также низкое энергопотребление.

Наиболее распространенными способами снижения вредных выбросов при копчении являются:

1 — регулирование процесса дымогенерации, поддержание температуры тления опилок на более низком уровне (не более 400 °С), применение современных дымогенераторов;

2 — очистка дыма перед подачей в коптильную камеру (механическая фильтрация, водоиммерсионная или электростатическая очистка). ПАУ содержатся, прежде всего, в частичковой фазе дыма, которая удаляется фильтрованием, осаждением или конденсацией в воде.

3 — удлинение пути движения дыма от дымогенератора до камеры (но не более 30 с), в этом случае в дымоходах остается большая часть смоляной фракции, содержащей ПАУ;

4 — использование коптильных препаратов вместо дыма, предварительно очищенных от смоляной фракции и ПАУ

Например, удлинение пути движения дыма на 10 м приводит к уменьшению содержания в дыме бенз(а)пирена на 35 %, бензантрацена — на 25 %, а в выкопченной колбасе — на 3,0 – 5,0 %. Увлажнение дыма перед подачей его в камеру снижает уровень ПАУ на 1,9 – 3,0 %.

В составе представленных технологий по ряду подпроцессов технологической схемы в качестве частных НДТ рекомендуется проводить мероприятия, представленные в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Перечень рекомендуемых частных НДТ для производства мясной продукции

№	Описание мероприятия	Эффект от внедрения			Ограничение применимости	Основное оборудование
		Снижение эмиссий основных загрязняющих веществ	Энергоэффективность, отн. ед.	Ресурсосбережение, отн. ед.		
1	2	3	4	5	6	7
1	Сокращение расхода воды и пара при стерилизации	Сокращение объемов сточных вод	Снижение расхода энергоресурсов на единицу готовой продукции	Снижение расхода воды на 15–30% и пара на 30–40%	–	Стерилизационные аппараты непрерывного действия (туннельного типа)

Продолжение таблицы 5.1

1	2	3	4	5	6	7
2	Очистка сточных вод	Снижение уровня загрязненности сточных вод веществ	Снижение расхода электроэнергии-до 0,6 кВт ч/м^3.	Вторичное использование воды, переработка собранного жира на технический жир	–	Двухступенчатые гидроциклоны, механизированные решетки Шапиро. Установки для электролитической и реагентной флотации
3	Очистка выбросов	Снижение уровня эмиссий в окружающую среду	Расход электроэнергии до 0,6 Вт/м^3	Очистка воздуха в один этап	–	Газоконверторы, установка «Плазмаир».

Перечень технологических показателей НДТ для переработки и консервирования мяса приведен в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Перечень технологических показателей НДТ для переработки и консервирования мяса

Продукт	Технология	Технологические показатели НДТ			Примечание
		Эмиссии	Энергоэффективность	Ресурсосбережение	
1	2	3	4	5	6
Мясные и мясосодержащие консервы	Тепловая обработка готовой продукции (стерилизация)	Сокращение эмиссий из-за вторичного использования пара и воды	Снижение расхода энергоресурсов на 10–20 % за счет повышения производительности	Снижение расхода воды на 15–30% и пара на 30–40%	п.4.2.1
Мясные и мясосодержащие консервы, полуфабрикаты всех видов, колбасная и деликатесная продукция	Очистка сточных вод с применением механизированных решеток Шапиро с зазором 6–10 мм; двухступенчатых гидроциклонов; флотации	Удаление жира до 70% Эффективность очистки 80-98%	Расход электроэнергии от 0,60 до 2,2 кВт-ч/м^3.	Уменьшение образования непищевых отходов в пищевом производстве	п.4.2.1
Мясные и мясосодержащие консервы, полуфабрикаты всех видов, колбасная и деликатесная продукция	Сокращение выбросов дыма, нежелательных запахов, угарного газа, патогенной микрофлоры, органических газообразных соединений.	Степень очистки от органических загрязнителей до 98%, пародымовой смеси до 90%	Расход энергии от 15,5 кВт/ч	Экономия электроэнергии за счет снижения количества очистных сооружений	п.4.2.1

Экономические аспекты реализации НДТ при переработке мяса представлены в таблице 5.3.

Таблица 5.3 – Экономические аспекты реализации НДТ при переработке мяса

Технологические мероприятия, объекты производства	**Капитальные затраты**	**Эксплуатационные затраты (на единицу выпускаемой продукции)**	**Обоснование экономического эффекта**	**Примечание**
Стерилизация консервов	4,0–5,5 млн. руб.	Экономия расхода воды и пара при стерилизации. Возможность вторичного использования пара и воды.	Снижение расхода воды и пара на единицу готовой продукции. Снижение потерь воды и пара	Применение стерилизационных аппаратов непрерывного действия (туннельного типа)
Очистка сточных вод	860 тыс. руб.	Очистка сточных вод от частиц с размерами от 6 мм. Степень очистки до 80%	Использование отходов для получения биогаза	Установка решеток Шапиро с зазором 6–10 мм
	От 34 тыс. руб.	Наиболее эффективное удаление жира, до 70 %	Перетопка собранного жира на технические цели	Установка двухступенчатых гидроциклонов
	От 40 тыс. руб.	Эффективность применяемого метода до 98 %	Перетопка собранного жира на технические цели, использование отходов для получения биогаза Повторное использование воды на технические цели	1. Импеллярная флотация 2. Напорная флотация 3. Электролитическая флотация 4. Реагентная флотация
Очистка выбросов	От 700 тыс. руб.	Степень очистки от органических загрязнителей до 98%. Степень очистки пародымовой смеси до 90%.	Сокращение расхода электроэнергии за счет снижения количества очистных сооружений	

5.2 Переработка и консервирование фруктов и овощей

Ассортимент плодоовощной отрасли весьма разнообразен и включает в себя по технической документации более 1000 наименований, однако предприятия выпускают не более 100 – 150.

Перспективным направлением развития отрасли является разработка новых видов плодоовощных консервов с заданными биологическими свойствами (седативными, противорадиационными, канцерогенными и др.) и гарантированным содержанием ценных компонентов (полифенолов, витамина С, пектина, каротина и др.), т.е. функциональных продуктов питания.

Перспективными для создания НДТ являются также направления по разработке объективных методов и приборов контроля качества сырья, полуфабрикатов и готовых пищевых продуктов; средств по контролю, управлению и регулированию, проведению технологических процессов (сенсорные технологии, ультразвуковая дефектоскопия, низкотемпературная флуоресцентная спектрофотометрия и др.).

В связи с тем, что заключительные стадии консервной продукции определяют ее качество и безопасность, то актуальной и перспективной тенденцией отрасли является: разработка экологически чистых упаковок с целью максимального снижения загрязнений окружающей среды; замена традиционных упаковок новыми видами или менее опасными упаковочными материалами, способными подвергаться повторной переработке или использованию в качестве многооборотных; создание биологически разлагаемых и съедобных упаковок на основе зерна и крахмала пищевых продуктов.

Поскольку в консервной отрасли объем сточных вод существенен, то для снижения затрат на производство готового продукта целесообразно снизить сбросы, которые могут загрязнять окружающую среду, в том числе водные ресурсы.

Во многих странах ведется поиск наиболее экономичных и высокоэффективных способов очистки сточных вод и других загрязнителей окружающей среды (воды, почвы, воздуха). В принципе это сочетание классических методов очистки с новыми методами, с использованием микроорганизмов.

Характерной чертой является сочетание классических методов очистки (механический, физико-химический, биологический и т.д.) с новыми методами (обратный осмос, ультрафильтрация, микрофильтрация, электродиализ и пр.), с использованием микроорганизмов (дрожжи, бактерии).

На рисунке 5.3 показана эффективная схема очистных сооружений сточных вод при переработке овощей.

Около половины сточных вод после полной очистки достигает качества питьевой воды и может повторно использоваться в пределах установки. Исходное значение ХПК 1500 мг/л сокращается почти до нуля. Система разделения биомассы ультрафильтрацией также предоставляет разделенный материал, пригодный для подачи непосредственно на этап доочистки посредством RO и ультрафиолетовым излучением.

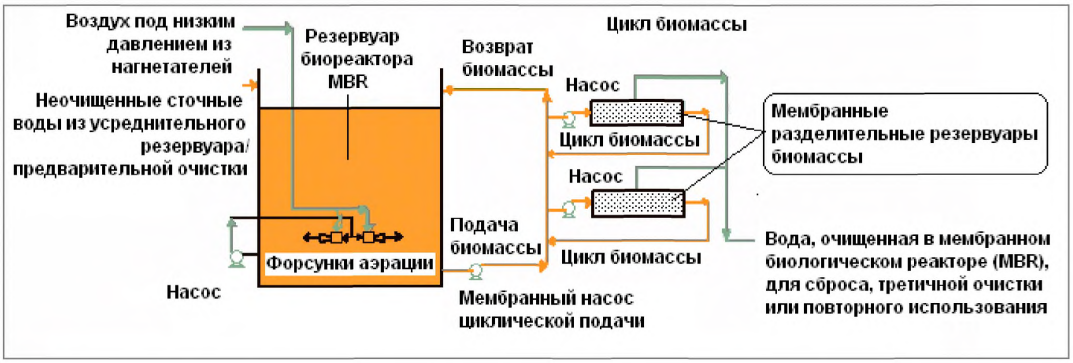

Рисунок 5.3 – Очистные сооружения сточных вод при переработке овощей, для повторного использования воды

В деятельности пищевых производств, можно выделить несколько основных аспектов:

• **экологический аспект**: загрязнение сточных вод, а соответственно, водоемов, приводящее к изменению химического состава, разрушению естественных экосистем, исчезновению видов, генетическому ущербу.

• **экономический аспект**: выплата штрафов за превышение уровня БПК, жиров и т.д.; затраты на ликвидацию загрязнений, очистку стоков и всей канализационной системы.

• **практический аспект**: неустанная чистка жироуловителей и колодцев, борьба с запахами на производстве, устранений засоров, чистка, а иногда и замена канализационных труб.

В настоящее время для очистки стоков применяют метод коагуляции – укрупнения под воздействием коагулянта мелких частиц загрязнителя. Для интенсификации процесса применяют флокулянты, которые повышают плотность образующихся агрегатов и уменьшают расход коагулянтов.

Очистка стоков в метантенках происходит за счет переработки в анаэробных условиях органических осадков. В результате чего происходит распад органических веществ с образованием метана. Получаемый при этом осадок может использоваться в качестве удобрения.

В центрифугах и гидроциклонах происходит осаждение взвешенных частиц под действием центробежной силы, отбрасывающей тяжелые частицы к периферии потока. Гидроциклоны и центрифуги просты по своему устройству, компактны, нетребовательны в обслуживании.

С учетом перечисленного список рекомендуемых мер по водосбережению и водоочистке для предприятий по переработке овощей и фруктов может быть следующий:

• совершенствование систем транспортировки продукции для сокращения или полного отказа от транспортировки продукции и отходов в потоке воды, а также для минимизации риска пролива сырья и воды;

• сокращение потребления воды для первичной очистки продукции там, где это возможно, за счет использования сухих методов, таких как вибрация с просеивающими приспособлениями, совершенствование методов промывки;

• рассмотрение варианта использования непрерывного потока или сухих каустических процессов для очистки от кожуры;

• использование процедур безразборной мойки емкостей и оборудования для уменьшения расхода химикатов, водо- и энергопотребления (безразборная мойка – метод очистки внутренних поверхностей труб, аппаратов, технологического оборудования и запорной арматуры без разборки с использованием одобренных к использованию химических веществ и/или моющих средств при минимальном воздействии на окружающую среду, совместимый с последующими процессами очистки сточных вод);

• использование кранов с автоматическим запорными клапанами, а также использование воды под высоким давлением и отверстий оптимальной конструкции;

• разделение охлаждающей воды и технологической воды для организации переработки сточных вод и рециркуляции охлаждающей воды;

• проведение обследования емкостей-накопителей и очистных сооружений на предмет возможного переполнения и утечек;

• внедрение процедур, предусматривающих уборку твердого мусора с транспортных средств и поверхностей до намачивания и мытья, например, с использованием скребков, веников и пылесосов;

• установка (или модернизация) водоочистных сооружений;

• установка решеток для снижения или предотвращения попадания твердых материалов в канализационные сети;

• обеспечение сбора и хранения органических отходов отдельно от других отходов, чтобы их можно было использовать при приготовлении компоста или удобрений или для выработки энергии;

• выбор моющих средств, которые не оказывают отрицательного воздействия на окружающую среду, а также позволяют использовать сточные воды и шлам в сельскохозяйственных целях.

Выбросы в атмосферу в консервной промышленности незначительны.

Основные меры защиты атмосферы от загрязнений промышленными пылями и туманами предусматривают широкое использование пыле- и туман улавливающих аппаратов и систем. Исходя из современной классификации пылеулавливающих систем, основанной на принципиальных особенностях процесса очистки, пылеочистное оборудование можно разделить на четыре группы: сухие пылеуловители, мокрые пылеуловители, электрофильтры и фильтры. Пылеуловители различных типов, и том числе и электрофильтры, применяют при повышенных концентрациях примесей в воздухе. Фильтры используются для тонкой очистки воздуха с концентрациями примесей менее 100 мг/м^3. Если требуется тонкая очистка воздуха при высоких начальных концентрациях примесей, то очистку ведут в системе последовательно соединенных пылеуловителей и фильтров.

К сухим пылеуловителям относятся все аппараты, в которых отделение частиц примесей от воздушного потока происходит механическим путем за счет сил

гравитации, инерции, Кориолиса. Конструктивно сухие пылеуловители разделяют на циклоны, ротационные, вихревые, радиальные, жалюзийные пылеуловители и др.

Одни из представителей этой линейки — циклоны ЦН-15-750. За 20 лет производства, эти агрегаты зарекомендовали себя как бесперебойные рабочие машины улавливания пыли. С помощью таких циклонов можно решить достаточно эффективно проблему запыленности на производстве, которая влечет за собой ряд других более опасных проблем.

Пылеуловители – циклон типа ЦН-15 (рисунок 5.4) используются для сухой очистки воздуха, загрязненного в результате некоторых технологических процессов, связанных с сушкой, обжигом, агломерацией и прочими процессами на производственных и промышленных предприятиях различной направленности. Пылегазоочистные установки типа циклон ЦН-15 несмотря на свою невысокую стоимость и небольшие эксплуатационные затраты, обеспечивают весьма эффективную очистку (85 – 98%) газов от средних и крупных частиц пыли.

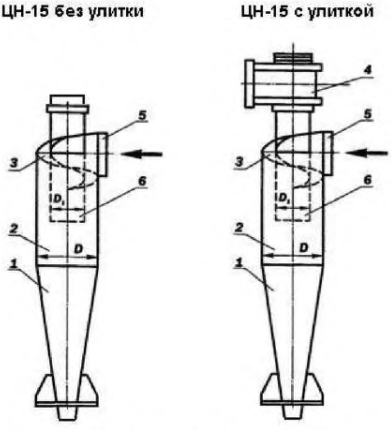

Рисунок 5.4 – Пылеуловитель – циклон типа ЦН-15
1-конус; 2-цилиндр; 3-винтообразная крышка; 4-улитка; 5-входной патрубок; 6-выхлопная труба.

Конструкция агрегата пригодна к эксплуатации в рабочей зоне с температурой до 400 °С и степенью запыленности для сухой, слабослипающейся пыли до 1000 г/ м^3 и для среднеслипающейся пыли – до 250 г/м^3.

Циклон состоит из конуса, цилиндра, выхлопной трубы, винтовой крышки, входного патрубка, улитки и опорного фланца.

Пылегазоочистные агрегаты ЦН пригодны для установки и эксплуатации в одиночном и групповом исполнении, сочетая 2, 4, 6 и 8 циклонов. Выбор нужного варианта зависит от качества, расхода воздуха и других условий эксплуатации. Увеличение диаметра прибора приводит к пропорциональному снижению степени очистки воздуха.

Групповые циклоны оснащаются камерой очищенного воздуха в виде сборника или улитки, с левым или правым направлением вращения. Одиночные установки могут

быть только с улиткой и только с вращением правого типа. Бункер агрегата изготавливается в виде пирамиды.

В процессе работы циклона данной модификации обеспечивается непрерывная выгрузка пыли. При этом необходимо следить за уровнем, скопившейся пыли, который не должен превышать отметку, расположенную на крышке бункера.

Материалами для изготовления циклонов служит низколегированная и углеродистая сталь. Углеродистая – простая сталь, которая используется в среде до минус 40 градусов, а низколегированная сталь – износостойка и может использоваться при температуре ниже минус 40°С.

Использование вторичных сырьевых ресурсов приводит к повышению эффективности производства и освобождению предприятий от отходов консервной промышленности.

Для создания НДТ перспективны разработки по комплексному использованию сырья и безотходной переработке образующихся вторичных ресурсов с применением микробиологической биотрансформации сырья, главным образом в направлении обогащения его белком, синтезируемым бактериями, дрожжами или грибами в целях получения кормов, кормовых и пищевых добавок.

Известно, что при переработке семечковых плодов образуется значительное количество отходов – выжимок, вытерок, очисток.

По химическому составу яблочные выжимки являются ценным продуктом. Они содержат 21 – 23 % сухих веществ, в том числе 4 – 55 % сахара, 1,5 – 2,5 % пектиновых веществ, 0,5 % минеральных веществ, 5 % клетчатки, 0,2 – 0,4 % органических кислот.

Ввиду высокого содержания сахара, кислот и пектина, яблочные выжимки могут быть использованы для получения сахарокислотных экстрактов и пектина [21], низкосортного пюре, для кормовых целей, для извлечения из семян масла. Влажность сырых выжимок при хорошей работе оборудования должна быть не более 70 %, сухих веществ 8 – 10 %.

Из яблочных выжимок можно вырабатывать желирующий концентрат, используемый в производстве джема, повидла желе и других продуктов.

Яблочные выжимки используются в качестве одного из компонентов питательной среды для выращивания плесневых грибов в производстве пектолитических ферментов.

В районах, где плодоовощные заводы расположены поблизости от спиртовых заводов, большой интерес представляет организация производства кормового концентрата витамина B_{12} из выжимок яблок в сочетании со спиртовой бардой. Технический витамин получают биосинтезом при термофильном метановом анаэробном брожении.

Смесь яблочных выжимок в количестве 20 % и спиртовой барды дает больший выход продукта, чем одна спиртовая барда. Концентрат после высушивания до воздушно-сухого состояния содержит большое количество витамина B_{12} – 18 – 20 мг/кг.

Альтернативным вариантом последующей биоконверсии проэкстрагированных яблочных выжимок является использование их как субстрата для выращивания съедобного гриба вешенки обыкновенной. По этой технологии выжимки после экстрагирования подвергаются пастеризации при 50 – 70 °С (72 часа), после чего

осуществляется засев соответствующей культуры гриба, расфасовка инокул в полиэтиленовые мешки, проращивание мицелия в течение 15 – 20 суток при температуре 22 – 24 °С и непосредственное плодоношение при температуре 12 – 14 °С и относительной влажности воздуха 95 – 100 %. Установлено, что свежие грибы по содержанию белка, незаменимых аминокислот и ненасыщенных жирных кислот не уступают эталону – белому грибу – и могут с успехом использованы в свежем виде для приготовления различных блюд и для консервирования.

Отходы переработки тыквы характеризуются богатым химическим составом. Так, семена тыквы содержат, в % в пересчете на сухое вещество: липиды – 34,1 – 38,0; белок – 3,0 – 32,5; целлюлоза – 13,6 – 18,10; растворимые углеводы – 9,0 – 10,4. Содержание масла в ядре (в шелушенных семенах без оболочки) – 43 – 56 %.

Семена крупноплодной тыквы, отделяемые на линии тыквенного пюре, имеют высокую влажность и после подсушивания на солнце до влажности 8 – 9 % должны быть очищены от сорных примесей. Очистку тыквенных семян от минерального и органического сора осуществляют на ситовых сепараторах. С подситка и верхнего сита сходят крупные сорные примеси. Основная фракция тыквенных семян сходит с нижнего сита, проход через него представляет собой мелкие сорные примеси. Сорность тыквенных семян не должна превышать 1 % при исходной засоренности 4 %.

После очистки на сепараторах семена перед подачей их на измельчение освобождают от металлопримесей на магнитных сепараторах.

Так как масличность оболочки семян тыквы довольно высока, а сами семена имеют высокую механическую прочность, их перерабатывают в нешелушенном виде.

Учитывая высокую лузжистость мятки (51 – 53 %) и обуславливаемую этим жесткую структуру мезги, необходимо во избежание возможных запрессовок следить за влажностью готовой мезги, поступающей в пресс.

Прессование ведут в две стадии. После прессования полученное масло отстаивают, а затем фильтруют. Жмых идет на повторное прессование, перед которым его сначала измельчают, проводят влаготепловую обработку и окончательное прессование.

Получение жмыхов из семян не требует применения какой-либо специальной техники, технология и оборудование аналогичны получению жмыхов из других видов растительного сырья.

Аналогично получают масло из семян арбуза и дыни.

Порошок из жома тыквы обладает высокой пищевой и биологической ценностью. Он содержит значительное количество пектиновых веществ, способность которых к образованию вязких растворов широко используют для стабилизации продуктов. Кроме пектина в порошке жома содержится клетчатка, гемицеллюлоза. Их роль в настоящее время все больше возрастает за счет потребности организма в пищевых волокнах.

Предложен следующий способ использования порошка из жома тыквы в производстве приправ: его смешивают с водой в соотношении 1:20, добавляют лимонную кислоту и прогревают, периодически помешивая в течение 60 мин. Затем полученную смесь охлаждают и используют при производстве майонезов.

Применение добавки позволило снизить массовую долю растительного масла на 40 %, а количество яичного порошка в майонезах на 10 %.

Томатные семена – это отход производства концентрированных томатопродуктов и томатного сока. Выход сырых томатных семян составляет 1,2 %, а сухих – 0,5 % к массе перерабатываемых томатов. Томатные семена являются скоропортящимся вторичным сырьем и поэтому перед транспортировкой на перерабатывающие предприятия подлежат сушке на месте, где они были получены.

В процессе производства томатного масла образуются отходы в виде жмыха (после отжима масла из семян), шрота (после экстракции) и соапстока (после рафинирования масла). Жмых томатных семян содержит, %: целлюлозу 6 – 22, минеральные вещества – 5,3 – 6,3, в том числе фосфора – 1 – 1,4, кальция – 0.3 – 0,7, калия – 0,4, натрия – 0,2, магния – 0,2 и каротиноидов – 1,7. Томатный жмых имеет влажность 4 – 7 %, содержание сырого протеина – не менее 40 %, жира – не более 10 %, золы, нерастворимой в 10 %-ной соляной кислоте – 1,55 %. Он является хорошим кормом для животных, а также сырьем для производства белков.

При производстве сушеных фруктов и овощей для сушки в настоящее время применяют кроме перечисленных в 3 разделе видов сушки инфракрасные сушилки. Они имеют разную мощность и могут использоваться как в на малых производствах, так и на крупных. Простота и удобство в обслуживании позволяет повсеместно использовать данное оборудование.

Основная часть влаги из продуктов удаляется за счет воздействия терморадиационного нагрева ИК-излучением установленного диапазона длин волн. Удаляется влага за счет принудительной конвекции воздуха, которая осуществляется благодаря работе двух циркуляционных вентиляторов. Внутри шкафов расположено четыре секции. В каждой из них находятся ТЭНы, покрытые функциональной керамикой. Они и являются источниками ИК-излучения. Над ними установлены сетчатые поддоны, на которых и сушат продукты.

Специально для производств, где необходимо обеспечить высокие показатели чистоты входящего в шкаф воздуха, предусмотрена возможность установки фильтров от грубой до особо тонкой очистки.

В отличие от сушилок, основанных на конвективном распределении теплого воздуха, инфракрасные модели имеют ряд существенных преимуществ. Во-первых, осуществляется равномерное прогревание плодов и содержащейся в них жидкости. При этом ИК-лучи проникают в структуру плодов на глубину 8 – 10 мм, обеспечивая на выходе высокое качество продукта.

Во-вторых, в инфракрасных сушилках используется невысокий температурный режим – в диапазоне от 35 до 70 °С. Такая обработка позволяет сократить потребление электрической энергии, получив продукт, максимально сохранивший свою питательную ценность.

Оптимизация энергопотребления на предприятиях целесообразна после проведения энергоаудита. Энергоаудит может включать в себе подробное обследование зданий и имеющегося оборудования, проведение комплексных работ. Так, замена устаревших технологий и оборудования является основным способом снижения энергозатрат. Замена устаревшего оборудования, как правило, требует значительных финансовых вливания и окупается достаточно долго.

В план снижения затрат могут также включаться и менее дорогостоящие мероприятия. Например, внесение изменений в существующие технологии,

использование вторичных энергоресурсов, согласование действий энергетиков и технологов и различных подразделений на предприятии. Взаимодействие различных структур на предприятии также влияет на потребление энергии в целом.

Утечки могут происходить на внешних электрических, тепловых и других сетях. Энергопотребление в зданиях различного типа имеет свои особенности, например, если в офисах необходимо поддерживать комфортную температуру, то в технических и производственных помещениях, температура может быть значительно ниже. Также к снижению энергозатрат приводит оптимизация процессов погрузки/выгрузки, складирования, поставок.

Вопрос полного и эффективного использования тепловой энергии, в частности энергии пара, актуален для всех предприятий.

Первым этапом использования насыщенного водяного пара является его полная конденсация в теплообменном оборудовании. Именно во время конденсации пар отдает основное количество тепла, которое он содержит, а именно, теплоту парообразования. Обеспечить полную конденсацию пара и исключить пролетный пар позволяют правильно подобранные и надежно работающие конденсатоотводчики.

Вторичный пар можно отделить от конденсата и использовать как обычный пар низкого давления. Каждый использованный кг пара вторичного вскипания – это сэкономленный кг пара, который должен был бы выработать котел в случае выбрасывания вторичного пара в атмосферу.

Рекуперация пара вторичного вскипания оправдана как с экономической точки зрения, так и с точки зрения сокращения выбросов тепла в окружающую среду [32].

Необходимые и достаточные условия для успешной рекуперации пара вторичного вскипания следующие:

- для обеспечения потребителей достаточным количеством вторичного пара расход конденсата высокого давления должен быть постоянен и стабилен;
- теплообменное оборудование и конденсатоотводчики должны нормально работать при противодавлении, существующем в сепараторе вторичного пара;
- не рекомендуется в качестве источника конденсата высокого давления применять оборудование, расход пара, на котором меняется в широких пределах, например пароводяной теплообменник системы ГВС. В случае снижения тепловой нагрузки, т. е. расхода пара, количество получаемого вторичного пара также упадет.
- важно, чтобы потребность в паре низкого давления была равной или превышала возможности образования вторичного пара. Любой дефицит вторичного пара может быть легко компенсирован подпиткой пара высокого давления. Излишки же вторичного пара придется сбрасывать в атмосферу через специальный клапан;
- одно из традиционных направлений применения вторичного пара отопление цехов и производственных помещений с помощью паровоздушных калориферов. Однако это актуально только в отопительный в период, а в теплое время года остро встает вопрос об использовании вторичного пара. Более предпочтительно, если это, конечно, возможно, так называемое последовательное использование вторичного пара в том же технологическом процессе, от которого был отведен конденсат высокого давления для получения этого вторичного пара.
- еще одним существенным моментом может стать наличие потребителя вторичного пара вблизи источника конденсата высокого давления, так как

транспортировать пар низкого давления на большое расстояние представляется проблематичным. Для этого потребуются трубопроводы большого диаметра, что может сделать экономически неоправданным утилизацию вторичного пара вообще.

В составе представленных технологий по ряду подпроцессов технологической схемы в качестве частных НДТ рекомендуется проводить мероприятия, представленные в таблице 5.4.

Таблица 5.4 – Перечень рекомендуемых частных НДТ при переработке фруктов и овощей

№	Описание мероприятия	Эффект от внедрения			Ограничение применимости	Основное оборудование
		Снижение эмиссий основных загрязняющих веществ	Энергоэффективность, отн. ед.	Ресурсосбережение, отн. ед.		
1	2	3	4	5	6	7
1	Внедрение современных моечных машин для снижения уровня загрязненности плодоовощного сырья	Снижение объема промывных вод на ≈10–15 %	Снижение энергопотребления на 1 тонну перерабатываемого сырья на ≈15 %	Уменьшение расхода воды за счет рециркуляции	–	Моечные машины барабанные, барботажные, барботажно-вихревые
2	Бланширование плодоовощного сырья	Возможность использования бланшировочных вод после фильтрации	Уменьшение расхода энергии	Снижение потребления воды на 7–10%	–	Бланширатель ленточного типа
3	Снижение расхода воды и пара при стерилизации	Возможность вторичного использования пара и воды	Снижение расхода энерготрат за счет повышения производительности	Снижение расхода воды на 15–30 % и пара на 30–40 %	–	Стерилизационные аппараты непрерывного действия (туннельного типа)
4	Применение низких температур для сушки плодоовощного сырья с целью сохранения максимального качества сырья	Отсутствие эмиссий в окружающую среду	Снижение энергоемкости оборудования	Снижение температуры (35–70 °С) процесса, обеспечивающее максимальное сохранение биологических активных веществ продукта	–	Инфракрасные сушилки
5	Совершенствование процесса мойки емкостей и оборудования	Уменьшение расхода химикатов, снижение уровня эмиссий в сточных водах	Уменьшение энергопотребления	Уменьшение водопотребления.	–	Безразборная мойка оборудования

Перечень технологических показателей НДТ для переработки и консервирования фруктов и овощей приведен в таблице 5.5.

Таблица 5.5 – Перечень технологических показателей НДТ для переработки и консервирования фруктов и овощей

Продукт	Технология	Технологические показатели НДТ			Примечание
		Эмиссии	Энергоэффективность	Ресурсосбережение	
1	2	3	4	5	6
1.Плодоовощные пюре, повидло, томатопродукты 2. Плодово-ягодные маринады, продукты с высоким содержанием сахара, овощные, закусочные, обеденные и натуральные консервы	Совершенствование процессов мойки плодоовощного сырья	Расход воды 2–5 $м^3$ в час	Снижение энергопотребления на 1 тонну сырья на ≈15 % при использовании моечных машин с максимальной мощностью ≤1,0–1,5 кВт/ч на 1 т перерабатываемого сырья	Уменьшение расхода воды за счет рециркуляции	п. 4.2.2
1.Плодоовощные пюре, повидло, томатопродукты 2. Плодово-ягодные маринады, продукты с высоким содержани-ем сахара, овощные, закусочные, обеденные и натуральные консервы	Организация процесса бланширования фруктов и овощей с повторным использовани и ем бланшировочных вод после фильтрации	Повторное использование бланшировочных вод после фильтрации	Снижение энергопотребле-ния на 1 тонну сырья на ≈15 %	Расход воды ≤1,5–2,0 $м^3$/ч	п. 4.2.2
1.Плодоовощные пюре, повидло, томатопродукты	Организация стерилизации в непрерывном потоке с возможностью	Вторичное использование пара и воды	Снижение энерготрат на 10–20 % за счет повышения	Снижение расхода воды на 15–30% и пара на 30–40%	п. 4.2.2

Продолжение таблицы 5.5

1	2	3	4	5	6
2. Плодово-ягодные маринады, продукты с высоким содержанием сахара, овощные, закусочные, обеденные и натуральные консервы	вторичного использования пара и воды		Производительности		
Сушеные фрукты и овощи	Инфракрасная сушка	Отсутствие эмиссий в окружающую среду	Энерготраты ≤ 1 кВт/ч на испарение 1 кг влаги	Температура сушки 35–70 °С	п. 4.2.2

Экономические аспекты реализации НДТ при переработке плодов и овощей представлены в таблице 5.6.

Таблица 5.6 – Экономические аспекты реализации НДТ при переработке плодов и овощей

Технологические мероприятия, объекты производства	**Капитальные затраты**	**Эксплуатационные затраты (на единицу выпускаемой продукции)**	**Обоснование экономического эффекта**	**Примечание**
Внедрение современных моечных машин для снижения уровня загрязненности плодоовощного сырья	При установке моечных машин барабанного типа от 1.0 млн руб., барботажного типа от 100 тыс. руб.	Снижение количества промывных вод. Снижение энергопотребления на 1 тонну сырья. Уменьшение расхода воды	Увеличение степени полезного использования воды за счет рециркуляции	Моечные машины барабанного типа, барботажного и барботажно-вихревого типа
Тепловая обработка сырья путем бланширования	1,0–2,0 млн. руб.	Повторное использование бланшировочных вод после фильтрации. Уменьшение расхода энергии. Снижение потребления воды на 7–10%	Увеличение степени полезного использования воды и пара	Бланширователи ленточного типа

Продолжение таблицы 5.6

Технологические мероприятия, объекты производства	Капитальные затраты	Эксплуатационные затраты (на единицу выпускаемой продукции)	Обоснование экономического эффекта	Примечание
Концентрирование плодоовощного пюре с применением ферментных препаратов	100000 – 250000 за 1 аппарат	Снижение потребления электроэнергии за счет ускорения процесса концентрирования. Увеличение выхода готового продукта. Снижение количества отходов при протирании	Увеличение выхода готового продукта, ускорение технологического процесса, снижение потерь сырья. Сокращение расхода пара на 1 кг испаренной влаги.	Применение 3-х корпусных и более выпарных установок
Стерилизация готовой плодоовощной продукции	1,0–2,5 млн. руб.	Снижение расхода воды и пара при стерилизации. Возможность вторичного использования пара и воды.	Увеличение степени полезного использования воды и пара. Снижение потерь воды и пара	Применение стерилизационных аппаратов непрерывного действия (туннельного типа)
Низкотемпературная сушка плодоовощного сырья	от 140 тыс. руб.	Снижение энергоемкости оборудования. Снижение температуры процесса. Максимальное сохранение биологически активных веществ продукта	Снижение энергозатрат, уменьшение потерь высушиваемого продукта.	Инфракрасные сушилки

5.3 Производство растительных масел и жиров

Для технологии получения и рафинации растительных масел с точки зрения наилучших доступных технологий можно выделить два основных направления.

Первое связано с совершенствованием существующих технологических процессов путем внедрения отдельных видов оборудования, которые при

достаточно высоком выходе готового продукта позволяют сократить эмиссии в окружающую среду и потребление различных видов энергии.

Второе направление связано с внедрением технологии, полностью исключающих наиболее опасные с точки зрения выбросов и сбросов процессы.

Учитывая, что основные выбросы в масложировом производстве, образуются при подготовительных операциях очистки и обрушивания семян, а сбросы – при получении растительных масел экстракционным способом и последующей рафинации, особое внимание уделяется процессам очистки воздуха от пыли и повторного использования оборотной воды в производстве.

Сложность решения проблемы очистки производственных сточных вод обусловлена вариабельностью их состава, разнообразием физико-химических процессов, лежащих в основе их очистки, большими капитальными и эксплуатационными затратами на сооружение и обслуживание очистных комплексов и отдельных установок.

Требования к составу сбрасываемых в канализацию стоков диктуют необходимость разработки новых схем очистки, интенсификации работы существующих очистных сооружений.

Последняя может быть обеспечена как путем совершенствования существующих конструкций, так и дополнительным включением в схему очистки новых эффективных узлов, обеспечивающих требуемую степень очистки.

Для очистки сточных вод, содержащих значительные количества органических веществ, применяют сооружения первичной (механической, физико-химической, электрохимической) и вторичной (биологической) очистки.

Механическую очистку применяют для удаления из сточных вод нерастворимых примесей.

На данной стадии очистки используют решетки, сита, песколовки, отстойники, жироловки, различные фильтры.

Практически все предприятия масложировой промышленности имеют цеховые или дворовые жироловушки первичной очистки сточных вод. В настоящее время применяют жироловки различных модификаций: СТК, ОТБ и т. д. Продолжительность обработки стоков от 15 до 30 мин. Удаление жиропродуктов происходит механическим и механизированным способом. Однако, обычные жироловки во многих случаях не обеспечивают надлежащего обезжиривания из-за особых условий распределения жира в виде тонких пленок на поверхности воды. Механическая очистка, даже при соблюдении требуемого времени отстоя, даёт эффект очистки по жировым веществам не выше 40 – 50%.

Из физико-химических способов очистки наиболее распространены флотационный и сорбционный методы, а также реагентный метод.

Наибольшее распространение для очистки стоков пищевой промышленности получила напорная реагентная флотация.

Данный метод основан на образовании перенасыщенного раствора газа в напорной емкости под давлением и последующем выделении мельчайших пузырьков в открытых флотокамерах за счет перепада давлений.

Механизм данного метода состоит в том, что пузырьки воздуха образуются непосредственно на поверхности частиц загрязнений во всем объеме жидкости, благодаря чему повышается степень извлечения этих частиц.

Для повышения эффективности очистки сточных вод перед флотацией применяют реагентный метод. Обработка стоков коагулянтом и флокулянтом облегчает удаление взвешенных веществ и коллоидов путем их концентрирования в форме хлопьев (флокул) с последующим отделением в системах отстаивания, флотации и/или фильтрации.

Коагуляция представляет собой процесс дестабилизации коллоидных частиц путем изменения дзета-потенциала за счет привнесения в коллоидную среду многовалентных катионов, которые могут быть как свободными, так и связанными с органической макромолекулой (катионные полиэлектролиты).

Флокуляция заключается в агломерировании частиц с образованием микрофлокул, объединяющихся затем в более крупные флокулы.

Значительного повышения эффективности реагентного способа можно добиться оптимизацией технологии очистки, предусматривающей смешение реагентов с водой, а также подбором используемых коагулянтов и флокулянтов.

Наибольшее применения в качестве коагулянтов получили сульфат алюминия, гидроксохлорид алюминия и хлорид железа (III). В несколько меньшем масштабе используются сульфаты железа, смешанные коагулянты в виде солей алюминия и железа. Заметно в меньших количествах используют алюмоаммонийные и алюмокалиевые квасцы. Возрастает использование коагулянтов, в первую очередь, железа и алюминия, получаемых электрохимическим способом.

Реагентная обработка стоков рафинационного участка масложирового предприятия позволяет эффективно их осветлить. Степень очистки по ХПК и $БПК_5$ составляет более 65 и 45 % соответственно, по взвешенным веществам – более 45 %.

Всем реагентным методам при всех их достоинствах свойственны общие недостатки, а именно: потребность в реагентах, малоэффективность при наличии нескольких видов загрязнений, чувствительность к изменению технологии, трудность в реализации продукта очистки. Это приводит к накоплению жиромассы и в конечном итоге, к остановке очистных сооружений.

В настоящее время помимо физических и физико-химических методов очистки широко применяется биологический метод, основанный на жизнедеятельности микроорганизмов – деструкторов жировых веществ.

Биологическая очистка сточных вод основана на способности микроорганизмов использовать растворенные и коллоидные органические загрязнения в качестве источника питания в процессах своей жизнедеятельности. Она имеет ряд важных преимуществ перед другими методами. Микроорганизмы осуществляют полную деструкцию загрязнения до газообразных продуктов и воды, обеспечивая тем самым круговорот элементов в природе. Таким образом, при биологической очистке в отличие от других

способов не происходит концентрации загрязнений или перевода их в другую форму. В то же время биологические методы наиболее экономичны, так как за исключением основных капиталовложений почти не требуют расходов во время эксплуатации сооружений, а главный действующий компонент биологической очистки – активный ил самовоспроизводится.

С учетом того обстоятельства, что сточные воды, содержащие жировые вещества имеют в основном повышенную температуру, селектировано несколько видов термофильных микроорганизмов, способных разрушать жиры при температуре свыше 50°С. К таким культурам относятся *Acinetobacter species, Rhodococcus species*. Эффект очистки при таком способе достигает 100%.

Для биологической очистки сточных вод этого применяют специальные очистные сооружения аэробного (аэротенки, биофильтры) или анаэробного (метантенки) типа. В аэротенках органические загрязнители сточных вод разрушаются микроорганизмами активного ила до простейших продуктов. Активный ил представляет собой комплексный биоценоз, в состав которого входят микроорганизмы, простейшие и некоторые другие живые организмы, не играющие роли в очистке. Одним из важных свойств активного ила является способность образовывать хлопья. Эти хлопья состоят из частиц органических загрязнений, микробов и других живых существ. Благодаря способности к хлопьеобразованию активный ил отделяется от очищенной им воды, оседает и может быть удален из сооружения. Освобожденная от микрофлоры и продезинфицированная вода направляется в природные водоемы.

Для снижения техногенного влияния выбросов в масложировой промышленности применяются методы мембранной технологии: ультрафильтрация, нанофильтрация и обратного осмоса. Мембранные процессы ввиду простоты конструкций установок создают принципиально новые малогабаритные малоэнергоемкие технологические схемы. Разделение систем мембранным способом производится при минимальных затратах энергии. Расход энергии при мембранном разделении смесей значительно ниже, чем затраты энергии в других процессах. Так, на продавливание 1 $м^3$ воды через мембрану при давлении 4,9 МПа расходуется 1,36 кВт/ч, а на испарение такого же объема воды требуется 630 кВт/ч. Другим важным преимуществом мембранных методов является осуществление процесса при температуре окружающей среды. Данная технология обеспечивает очень высокую степень очистки. Мембраны с диаметром пор менее 0,4 мкм способны задерживать даже вирусы. Очищенная таким способом сточная вода может быть снова вовлечена в производство, она не требует последующей доочистки, что сокращает продолжительность общего производственного цикла и снимает необходимость комплектации дополнительного оборудования. При этом отфильтрованные таким способом жиры не изменяют своего состава и служат хорошим исходящим материалом для дальнейшей переработки.

Московский маргариновый завод имеет многолетний опыт эксплуатации ультрафильтрационной установки отечественного производства для очистки стоков цеха рафинации масла. Производительность установки 1,5 $м^3$/ч,

производственная площадь 20 м^2, потребляемая мощность 7-10 кВт, масса 1000 кг. Концентрация жиров в исходной воде может колебаться от 10000 до 30000 мг/л, но уже первая стадия ультрафильтрации снижает ее до 150-300 мг/л [93].

Мембранные ультрафильтрационные установки с разными конструкциями (трубчатые, плоскорамные, половолоконные, рулонные) и различными мембранами внедрены на многих заводах при очистке различных видов сточных вод (Кировский маргариновый завод, Уссурийский МЖК, Новосибирский ЖК и т.д.). По масложировой промышленности в целом ультрафильтрация сточных вод позволит вернуть в производство 10-15 тыс. т жиров в год, из которых можно получить 30-45 тыс.т жидкого мыла или использовать их при кормлении сельскохозяйственных животных. Экономический эффект составляет 12 руб. с 1 т растительного масла со сроком окупаемости одной ультрафильтрационной установки 0,7 года.

Ультрафильтрационный способ очистки сточных вод позволяет пересмотреть подход к решению экологических проблем жироперерабатываюших предприятий, к созданию гибких технологий переработки жирсодержащих отходов и бессточных малоотходных производств.

Очистка отработанного воздуха осуществляется в циклонах. Циклоны различаются между собой по устройству и количеству установленных аппаратов в системе очистки [45, 55, 99].

Циклон с конусом-коагулятором позволяет решить проблему очистки выбросов от волокнистой пыли. Он применяется на масложировых предприятиях для улавливания пыли, образующейся при переработке семян подсолнечника, для улавливания пыли шрота и т.д. Циклон отличается от других циклонов с обратным конусом наличием дополнительного элемента – конуса-коагулятора. Эффективность циклона составляет более 99 %. Разработано 11 номеров циклонов на производительность от 200 до 9000 м^3/ч.

Регулируемый циклон РЦ имеет обратный конус, снабженный спирально-винтовым аппаратом, в котором размещено регулирующее устройство. Циклон рекомендован для улавливания пылей с повышенной влажностью и маслянистостью, склонных к слипанию. В циклоне данной конструкции происходит коагуляция пыли, чем предотвращается вынос крупных частиц, обладающих парусностью. Внутренняя поверхность циклона периодически очищается от налипшей пыли с помощью направляющей лопатки.

Разработано 10 номеров циклона РЦ производительностью от 250 до 4900 м^3/ч.

Циклоны с внутренней рециркуляцией (ЦВР) предназначены для улавливания пыли сои и других видов сухой неслипающейся мелкодисперсной пыли. Благодаря внутренней рециркуляции воздушного потока, повышается эффективность очистки, которая составляет 98-99%. Разработано 9 номеров циклона ЦВР на производительность от 900 до 4500 м^3/ч.

Перечень рекомендуемых частных НДТ для производства и рафинации растительных масел представлен в таблице 5.7, а перечень технологических показателей НДТ для производства и рафинации растительных масел

приведены в таблице 5.8.

Таблица 5.7 – Перечень рекомендуемых частных НДТ для производства и рафинации растительных масел

№ НДТ	Описание мероприятия	Эффект от внедрения			Ограничение применимости	Основное оборудование
		Снижение эмиссий основных загрязняющих веществ	Энергоэффективность, отн. ед.	Ресурсосбережение, отн. ед.		
1	Очистка сточных вод	Снижение уровня загрязненности сточных вод веществ	Снижение расхода электроэнергии	Вторичное использование воды	Потребность в реагентах, малоэффективность при наличии нескольких видов загрязнений, чувствительность к изменению технологии	Жироловки различных модификаций: СТК, ОТБ, установки для напорной реагентной флотации, биологическая очистка сточных вод
2	Очистка сточных вод	Снижение уровня загрязненности сточных вод веществ	Снижение расхода электроэнергии	Вторичное использование воды без дополнительной доочистки	–	Мембранная ультрафильтрационная установка
3	Очистка выбросов	Снижение уровня эмиссий в окружающую среду	Расход электроэнергии до 0,6 Вт/м^3	Очистка воздуха в один этап	–	Регулируемые циклоны РЦ, циклоны с внутренней рециркуляцией (ЦВР), циклоны с конусом-коагулятором
4	Сокращение расхода воды и пара при рафинации	Уменьшение объема стоков и пониженное влияние на экологию; в технологическом процессе не образуется соапсток, который требует последующей обработки, что обеспечивает снижение себестоимости производства.	Снижение расхода пара и тепла, повышает качество конечного продукта.	Высокая производительность, более низкие затраты на производство, снижение затрат на химические реагенты.	Может использоваться для ограниченного числа видов сырого масла, перед рафинацией требуется проведение эффективной гидратации	Дезодоратор

Таблица 5.8 - Перечень технологических показателей НДТ для производства и рафинации растительных масел

Продукт	Технология	Технологические показатели НДТ			Примечание
		Эмиссии	Энергоэффективность	Ресурсосбережение	
Рафинированное растительное масло	Очистка сточных вод с применением жироловок различных модификаций: СТК, ОТБ, установок для напорной реагентной флотации, биологической очистки	Удаление жира до 70% Эффективность очистки 100%	Расход электроэнергии от 0,60 до 2,2 кВт-ч/м^3.	Уменьшение образования непищевых отходов в пищевом производстве. Степень очистки из-за наличия загрязнений в коллоидном и растворенном состоянии и составляет по жирам – 80 %, по ХПК – 55 %, эффект обеззараживания - 90-99 %.	Пп.4.2.3
Рафинированное растительное масло	Очистка сточных вод с применением мембранной ультрафильтрационной установки	Высокая степень очистки, удаление вирусов	При продавливании 1 м^3 воды через мембрану при давлении 4,9 МПа расходеэлектроэнергии1,36 кВт/ч	Очищенная сточная вода может быть снова вовлечена в производство без последующей доочистки, что сокращает продолжительность общего производственного цикла и снимает необходимость комплектации дополнительного оборудования. Отфильтрованные жиры не изменяют своего состава и служат хорошим исходящим материалом для дальнейшей переработки.	п.4.2.3

Продолжение таблицы 5.8

Нерафинированное растительное масло	Применение регулируемого циклонного аппарата для очистки воздуха от пыли	Степень очистки 98-99%	Расход энергии от 15,5 кВт/ч	Высокая производительность, простой технологический процесс, проходящий в одну стадию, отсутствие необходимости в дополнитель-ном оборудова- нии для повтор-ной очистки воздуха в фильтрах	п. 4.2.3
Рафинированное растительное масло	Физическая рафинация раститель- ных масел	Отсутствие эмиссий в окружаю- щую среду	Расход энергии: в режиме пуска – 128 кВт/ т; в режиме работы – не более 30 кВт/т.	Уменьшение расхода воды и пара за счет проведения процесса в одну стадию	п.4.2.3

Экономические аспекты реализации наилучших доступных технологий представлены в таблице 5.9.

Таблица 5.9 – Экономические аспекты реализации НДТ при производстве и рафинации растительных масел

Технологические мероприятия, объекты производства	Капитальные затраты	Эксплуатационные затраты (на единицу выпускаемой продукции)	Обоснование экономического эффекта	Примечание
Очистка сточных вод	От 34 тыс.руб.	Очистка сточных вод до 70 %	Повторное использование воды на технические цели	Циклоны различных модификаций
	От 40 тыс.руб.	Эффективность применяемого метода до 98 %	Использование отходов для получения биогаза Повторное использование воды на технические цели	Напорная реагентная флотация
	От 40 тыс.руб.	Эффективность применяемого метода до 100 %.	Эффект очистки (ХПК) составляет 77–78 %, снижение БПК – 73-79 %, удаление взвешенных веществ – 94-98 %.	Биологическая очистка
	От 200 тыс.руб.	Производительность установки 1,5 $м^3$/ч, производственная площадь 20 $м^2$, потребляемая мощность 7-10 кВт.	Концентрация жиров в исходной воде может колебаться от 10000 до 30000 мг/л,на первой стадии ультрафильтрации снижается до 150-300 мг/л.	Мембранная ультрафильтрационная установка

Продожение таблицы 5.9

Технологические мероприятия, объекты производства	Капитальные затраты	Эксплуатационные затраты (на единицу выпускаемой продукции)	Обоснование экономического эффекта	Примечание
Очистка воздуха от пыли на системе циклонов	от 23,8 тыс. руб. при производительности от 250м^3/ч запыленного воздуха	Степень очистки от 98-99%. Монтаж оборудования на существующих системах аспирации Затраты не превышают 10% от стоимости оборудования	Высокая производительность, простой технологически й процесс, проходящий в одну стадию, отсутствие необходимости в дополнительном оборудовании для повторной очистки воздуха в фильтрах	Затраты зависят от объемов образующегося запыленного воздуха
Применение технологии физической рафинации с одновременной дезодорацией растительных масел вместо технологии химической рафинации для отельных видов масел	От 1, 7млн руб.	Снижение расхода пара и тепла. Снижение энергопотребления на 1 тонну сырья. Уменьшение расхода воды и промывных вод.	Высокая производительность, более низкие затраты на производство, простой технологически й процесс, проходящий в одну стадию, проведение процесса без использования химических реагентов, ускорение технологическо го процесса, отсутствие эмиссий	Может использоваться действующее оборудование

Ниже приведен перечень наилучших доступных технологий для производства масложировой продукции, позволяющих сократить эмиссии в окружающую среду, потребление воды, энергии и снизить образование отходов.

5 Периодический процесс гидрогенизации с применением реакторов насыщения

Описание: при данном методе реактор-гидрогенизатор работает как в условиях вакуума, так и под избыточным давлением водорода. При таком методе для вытеснения из аппарата воздуха перед подачей водорода и перед сливом готового гидрогенизированного жира не требуется продувка реактора азотом. Кроме того, в реактор насыщения для гидрогенизации подается строго расчетное количество водорода, которое вступает в реакцию полностью. Также указанное оборудование предусматривает эффективную рекуперацию тепла. Жиры, поступающие на процесс, нагреваются за счет теплообмена с готовым гидрогенизированным жиром. Такой прием позволяет существенно экономить пар и электроэнергию.

Достигаемые экологические преимущества: существенно сокращены выбросы в атмосферу газов – азота и водорода, содержащих продукты разложения жиров, таких как низкомолекулярные кислоты, альдегиды и кетоны, в т.ч. акролеин, сокращение потребления энергии.

Применимость: применимо на всех масложировых заводах.

Мотивация для внедрения: снижение расходов на очистку воздуха, снижение потребления энергии.

6 Процесс деметаллизации после гидрогенизации (фильтрация на фильтрах картриджного типа)

Описание: под деметаллизацией подразумевается проведение процесса адсорбционной очистки – отбелки, вследствие чего в качестве отходов получают только зажиренную отработанную глину. При проведении деметаллизации остаточное содержание никеля не превышает 0,2 мг/кг.

В настоящее время при производстве гидрогенизированного жира нецелесообразно производить его очистку щелочной нейтрализацией с последующей отбелкой и дезодорацией. При таком способе рафинации в качестве отходов образуется соапсток, сточные воды загрязненные жирами и мылами, зажиренная отработанная отбельная глина, жирные кислоты. Применение фильтров картриджного типа в процессе гидрогенизации позволяет практически на 100% удалить отработанный катализатор от гидрогенизированного жира.

Достигаемые экологические преимущества: проведение процесса деметаллизации снижает нагрузку на очистные сооружения предприятий, т.к. отсутствуют сточные воды, не требуется хранение и реализация соапстока.

Применение картриджных фильтров позволяет минимизировать загрязнение отбельной глины в последующем процессе очистки гидрогенизированного жира.

Применимость: применимо на всех масложировых заводах.

Мотивация для внедрения: снижение расходов на очистку сточных вод, на приобретение дополнительных буферных ёмкостей, сокращение расходов на закупку отбельной глины, а так же экономия энергии в силу отсутствия дополнительного процесса дезодорации.

7 Повторное использование никелевого катализатора

Описание: при данном методе отработанный никелевый катализатор используется повторно после первого цикла гидрогенизации.

Достигаемые экологические преимущества: снижение отходов в виде отработанного никелевого катализатора

Применимость: применимо на всех масложировых заводах при условии установки дополнительного оборудования для повторного внесения.

Мотивация для внедрения: снижение расходов на приобретение никелевого катализатора.

8 Получение водорода для гидрогенизации методом электролиза воды

Описание: большую долю в структуре себестоимости масложировых продуктов занимает стоимость производства водорода. Компактные станции получения водорода методом электролиза воды производства норвежской фирмы «Норск Гидро» позволяют исключить образование сточных вод, содержащих электролит – гидроокись калия, все щелочные стоки возвращаются в процесс.

Достигаемые экологические преимущества: выбросы водорода в смеси с азотом минимизированы и присутствуют только на этапах пуска и остановки, отсутствие сточных вод.

Применимость: применимо на всех масложировых заводах.

Мотивация для внедрения: снижение расходов на очистку сточных вод, снижение себестоимости готового продукта. Стоимость 1 н.м3 водорода – 21 рубль.

9 Получение водорода для гидрогенизации методом паровой конверсии метанола

Описание: производство водорода методом паровой конверсии метанола сжиганием смеси деминерализованной воды и метанола, без образования сточных вод. Минимизированы выбросы газов в атмосферу, так же отсутствует стадия комперимирования водорода, т.е. снижен уровень шума и потребление электроэнергии.

Достигаемые экологические преимущества: выбросы водорода в смеси с азотом минимизированы, отсутствие сточных вод.

Применимость: применимо на всех масложировых заводах.

Мотивация для внедрения: снижение расходов на очистку сточных вод и на потребление энергии, снижение себестоимости готового продукта. Стоимость 1 н.м3 водорода – 17 рублей.

10 Получение водорода для гидрогенизации методом парового риформинга природного газа

Описание: производство водорода методом парового риформинга природного газа и водяного пара. Чистота вырабатываемого водорода может достигать 99,999 об % Побочным продуктом этого процесса является водяной пар, который может быть использован в производстве.

Достигаемые экологические преимущества: выбросы водорода в смеси с азотом минимизированы, отсутствие сточных вод.

Применимость: применимо на всех масложировых заводах.

11 Этерификация и переэтерификация (энзимная, химическая)

Описание: Процессы этерификации и переэтерификации без образования отходов, т.к. процесс пост-обработки переэтерифицированного жира не требуется.

Достигаемые экологические преимущества: отсутствие отходов при проведении процессов этерификации и переэтерификации.

Применимость: применимо на всех масложировых заводах.

Мотивация для внедрения: отсутствие отходов

12 Использование компьютерных технологий для контроля и управления технологическими операциями и CIP-мойкой оборудования

Описание: использование компьютеризированных систем автоматизации на предприятиях масложировой промышленности, выпускающих готовые изделия на эмульсионной основе (маргарины, спреды, майонезы, пасты и т.д.) позволяет повысить качество выпускаемой продукции, эффективно использовать энергоресурсы, минимизировать потери сырья и продукции на всех этапах технологического процесса. Система позволяет дистанционно управлять технологическими потоками посредством пневматических клапанных устройств с компьютеризированного рабочего места технолога или оператора. Современные программно-технические средства с высокой точностью определяют концентрацию моющих веществ в промывной воде, благодаря чему вода после последнего ополаскивания может использоваться для следующего маршрута мойки.

Достигаемые экологические преимущества: снижение потребления энергии, воды.

Применимость: применимо на большинстве масложировых заводов.

Мотивация для внедрения: снижение потребления воды, моющих и дезинфицирующих средств до 15 %.

13 Химическая переэтерификация с применением «сухой» пост- обработки

Описание: процесс «сухой» пост-обработки после процесса химической переэтерификации, заключающийся в разрушении катализатора растворами кислот – лимонной либо ортофосфорной, с последующей адсорбцией образовавшихся солей с помощью отбельной глины. Таким образом, получается только один вид отходов – зажиренная отработанная отбельная глина, имеется экономия электроэнергии.

Достигаемые экологические преимущества: снижение отходов при проведении процесса химической переэтерификации.

Применимость: применимо на всех масложировых заводах.

Мотивация для внедрения: снижение количества отходов.

5.4 Производство сахара

Из представленного материала в разделе 4.2 в качестве частных НДТ производства сахара рекомендуются следующие технологические мероприятия, приведенные в таблице 5.10. Перечень технологических показателей НДТ для НДТ производства сахара приведен в таблице 5.11.

Таблица 5.10 – Перечень рекомендуемых НДТ для производства сахара

№ НДТ	Наименование мероприятия	Основное оборудование	Применимость
1	Проведение процесса получения диффузионного сока сочетанием экстрагирования и глубокого отжатия жома	Пресс глубокого отжатия жома	Общеприменима
2	Проведение процессов первой и второй ступени сатурации на основе многоступенчатого контакта газа и сока	Сатуратор, конструкция которого предусматривает многократную циркуляцию сока и диспергирование газа в соке	Общеприменима
3	Очистка отработавшего при высушивании и охлаждении сахара воздуха	Скруббер или циклон и скруббер	Общеприменима
4	Выделение фильтрационного осадка в обезвоженном виде	Фильтр-пресс камерный	Общеприменима
5	Высушивание свекловичного жома глубокой степени отжатия	Жомосушильный аппарат	Общеприменима
6	Естественная биологическая очистка сточных вод на полях фильтрации с применением микробных культур направленного действия	Карта полей фильтрации с искусственно созданным составом микроорганизмов	Общеприменима

Экономические аспекты реализации НДТ при производстве сахара представлены в таблице 5.12.

Таблица 5.11 – Перечень технологических показателей НДТ для производства сахара

№ НДТ	Наименование мероприятия	Технологические показатели НДТ			Приме-чание
		эмиссии	энергоэффективность	ресурсосбережение	
1	Проведение процесса получения диффузионного сока сочетанием экстрагирования и глубокого отжатия жома	Отсутствие сточных вод с локального участка	Потребление электроэнергии прессом глубокого отжатия жома 250-500 кВт	Расход свежей воды на локальном участке менее 50 т на 100 т свеклы	п 4.2.4
2	Проведение процессов первой и второй ступени сатурации на основе многоступенчатого контакта газа и сока	Выбросы оксида углерода не более 0,32 кг на 1 т свеклы	Нет	Расход известнякового камня не более 4 т на 100 т свеклы	п 4.2.4
3	Очистка отработавшего при высушивании и охлаждении сахара воздуха	Выбросы сахарной пыли не более 0,06 кг на 1 т сахара	Нет	Дополнительная выработка сахара 1,5-2,0 т для одного завода	п 4.2.4
4	Выделение фильтрационного осадка в обезвоженном виде	Отсутствие сточных вод с локального участка	Потребление электроэнергии фильтр-прессом камерным 8-13 кВт	Потери сахара в фильтрационном осадке не более 0,08 т на 100 т свеклы	п 4.2.4
5	Высушивание свекловичного жома глубокой степени отжатия	Исключение свекловичного жома как отхода	Нет	Расход тепловой энергии на сушку в 1,5 раза ниже, чем при высушивании жома средней степени отжатия	п 4.2.4
6	Естественная биологическая очистка сточных вод на полях фильтрации с применением микробных культур направленного действия	Исключение загрязнения подземных грунтовых вод загрязняющими веществами (фосфатами, хлоридами, аммонийным азотом, сульфатами), исключение специфического запаха	Нет	Уменьшение площадей очистных сооружений на 10-15 га для одного завода	п 4.2.4

Таблица 5.12 – Экономические аспекты реализации НДТ при производстве сахара

№ НДТ	Наименование мероприятия	Капитальные затраты (на 1 сахарный завод производственной мощностью 6,0 тыс. т), млн руб.	Эксплуатационные затраты (на 1 сахарный завод производственной мощностью 6,0 тыс. т), млн руб.	Обоснование экономического эффекта	Приме-чание
1	Проведение процесса получения диффузионного сока сочетанием экстрагирования и глубокого отжатия жома	420,0	10,0	Увеличение выхода сахара на 0,10-0,15 % к массе свеклы, снижение расхода условного топлива на 0,4-0,5 % к массе свеклы, уменьшение расхода известнякового камня на 0,2-0,3 % к массе свеклы	п 4.2.4
2	Проведение процессов первой и второй ступени сатурации на основе многоступенчатого контакта газа и сока	20,0 (приобретение сатуратора). 14,0 (модернизация действующего сатуратора)	2,0	Увеличение степени утилизации сатурационного газа на 15-20 %, уменьшение расхода известнякового камня на 0,2 % к массе свеклы	п 4.2.4
3	Очистка отработавшего при высушивании и охлаждении сахара воздуха	3,5	0,5	Увеличение выхода сахара на 1,5-2,0 т/год	п 4.2.4
4	Выделение фильтрационного осадка в обезвоженном виде	45,0	2,0	Увеличение выхода сахара на 0,05 % к массе свеклы, реализация нового продукта	п 4.2.4
5	Высушивание свекловичного жома глубокой степени отжатия	150,0	80,0	Снижение расхода тепловой энергии в 1,5 раза, реализация нового продукта	п 4.2.4
6	Естественная биологическая очистка сточных вод на полях фильтрации с применением микробных культур направленного действия	-	1,0	Увеличение степени очистки сточных вод, уменьшение площадей очистных сооружений на 10-15 га	п 4.2.4

Раздел 6 Перспективные наилучшие доступные технологии

6.1 Производство продукции из мяса убойных животных и мяса птицы

Перспективной НДТ для производства продукции из мяса убойных животных и мяса птицы может стать двухступенчатая схема очистки сточных вод, включающая в себя две ступени:

I ступень: физико-химический способ очистки при необходимости с электрохимической обработкой до требований для слива на биологические очистные сооружения. Окончательная схема зависит от состава сточных вод и включает оба вида обработки в случае высокого содержания органических примесей (ХПК более 2000 мг O_2/л) и повышенного значения хлоридов (не менее 500 мг/л).

II ступень: биологический метод очистки до требований для слива в водоем рыбохозяйственного назначения.

При этом I ступень предполагает следующие основные стадии: удаление крупных механических примесей, свободных и эмульгированных жиров и масел; электрообработку для деструкции органических примесей; реагентную обработку исходной сточной воды (корректировка значения pH, ввод коагулянта и флокулянта); разделение суспензии отстаиванием; обезвоживание осадков фильтрованием или центрифугированием. При разработке технологии очистки для конкретного предприятия отдельные стадии технологической схемы могут отсутствовать. По желанию Заказчика данная установка может дополнительно комплектоваться узлом обессоливания на базе мембранной технологии, что позволяет снизить солесодержание (в т.ч. сульфатов, хлоридов, фосфатов и т.д.) до требуемых показателей как для слива в общий коллектор, так и для возврата в производственный цикл.

II ступень предполагает доочистку сточных вод биологическим методом с использованием анаэробных и аэробных процессов с одновременной нитри-, денитрификацией. Для интенсификации процессов биологической очистки используются специальная загрузка для иммобилизации активного ила («ершовая» загрузка), тонкослойные блоки в отстойниках, высокоэффективная система аэрации.

Для доочистки предусмотрена стадия фильтрации на зернистой загрузке.

Очистка вод мясокомбината с применением самых современных технологических решений.

Известно, что сточные воды мясокомбинатов относят к категории высококонцентрированных по содержанию органических загрязнений.

При очистке сточных вод мясокомбината необходимо обеспечить и ее дезинфекцию, уничтожение токсинов, продуктов секреторной деятельности и патогенных бактерий, вирусов, паразитов и других микроорганизмов. Биологическая очистка вод мясокомбината, дополненная системами осветления и фильтрации, все равно в полной мере не обеспечивает инактивацию и удаление микрозагрязнителей.

Самыми удачными вариантами естественной дезинфекции без использования химических препаратов являются ультрафиолетовые системы очистки, излучающие ультрафиолетовое излучение. Они экологически безопасным способом дезинфицируют сточные воды и инактивируют микроорганизмы в результате воздействия ультрафиолетовых лучей на ДНК патогенных микроорганизмов за считанные секунды. В этом случае в отличие от химической дезинфекции не образуются вредные побочные продукты. Очистка вод мясокомбината ультрафиолетовым излучением имеет несколько преимуществ по сравнению с применением химических способов. Ультрафиолетовое излучение более эффективно особенно в отношении вирусов, а также ультрафиолетовые установки требуют значительно меньше пространства, более короткого времени воздействия и пребывания в очистной установке.

Окисление озоном устойчивых загрязняющих веществ – красителей, вредных веществ, микроорганизмов, неприятных запахов происходит быстро и без образования вредных побочных продуктов и больших количеств остаточных веществ. Озонирование воды успешно для очистки вод мясокомбината, удаления тенсидов, фенолов, адсорбируемых органических галогенопроизводных и для обесцвечивания. Такие установки эффективно снижают химическую потребность в кислороде и разрушают секреторные вещества. Озон уничтожает вирусы и бактерии, а также осадок сточных вод и могут успешно использоваться для удаления неприятных нежелательных запахов.

Не менее перспективны с точки зрения НДТ для мясоперерабатывающей промышленности технологии очистки сточных вод с использованием мембранных биореакторов [2].

Все чаще в проектах водоснабжения и водоотведения различных объектов архитекторы и проектировщики предлагают в качестве водосберегающего мероприятия повторное использование воды. Одной из технологий переработки сточных вод в «серые» воды, активно развивающейся в настоящее время, является очистка сточных вод мембранными биореакторами. Подобные системы очистки находят применение не только в масштабных проектах, но и в зданиях небольшой площади, имеющих подключение к городским системам водоснабжения и водоотведения – компактность систем с использованием мембранного биореактора позволяет размещать их в подвалах.

Мембранный биореактор сочетает биологическую обработку активным илом с механической мембранной фильтрацией. Мембранный модуль используется для разделения иловой смеси и представляет собой альтернативу широко применяемому методу осаждения активного ила во вторичных отстойниках, используемую в традиционных системах биологической очистки в аэротенках.

Существует два типа биореакторов: с внутренним расположением мембраны: погруженные в очищаемую воду мембраны являются неотъемлемой частью биологического реактора; внешним расположением мембран: мембраны отделены от технологических емкостей и требуют установки промежуточных перекачивающих насосов.

На рисунке 6.1 представлена традиционная схема очистки сточных вод и схема очистки с помощью мембранного биореактора. Представленная схема очистки с

биореактором способна отфильтровать из сточных вод твердые вещества, болезнетворные микроорганизмы и вирусы.

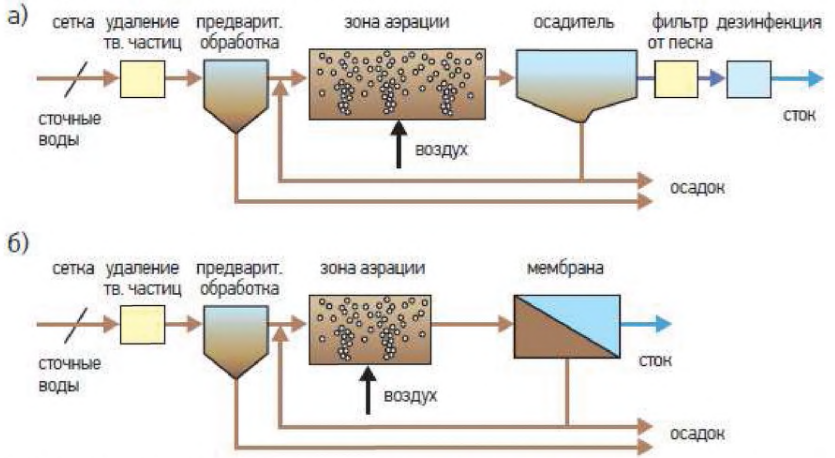

Рисунок 6.1 – Традиционная схема очистки сточных вод (а) и схема очистки с помощью мембранного биореактора (б)

Последние технические инновации и значительное снижение стоимости мембран привели к росту популярности мембранных биореакторов. Об успешном применении данной технологии свидетельствует тот факт, что на рынке появляются новые типоразмеры мембранных реакторов, а также увеличивается мощность этих устройств.

Системы очистки с мембраной, погруженной в биореактор, потребляют значительно меньшее количество энергии (энергопотребление может быть на два порядка ниже, чем у раздельных систем). В конфигурации с погружной мембраной важным параметром, влияющим на процесс очистки вод, является аэрация. Аэрация поддерживает твердые вещества в состоянии суспензии, очищает поверхности мембраны и обеспечивает кислородом биомассы, что приводит к лучшему биологическому разложению и клеточному синтезу.

Другим ключевым шагом в развитии последних мембранных биореакторов является использование двухфазной пузырьковой жидкости для контроля загрязнения. Это позволило автоматизировать процессы очистки. Низкие эксплуатационные затраты, достигнутые при применении погружной конфигурации мембранного биореактора, наряду с устойчивым снижением стоимости мембраны, привели к значительному росту применения установок с середины 1990-х годов. С того времени конструкцию постоянно модифицировали, применялись улучшенные типы мембраны, проводились эксперименты по подбору оптимальной скорости потоков сточных вод и аэрируемого воздуха с целью увеличить срок службы мембраны. В последние годы была разработана процедура более четкого контроля рабочих параметров, а также внедрена обратная промывка, которая позволяет мембранным биореакторам устойчиво функционировать и затрачивать небольшое количество энергии, около 0,3 кВт·ч на м^3 продукта.

Тем не менее, несмотря на использование обратной промывки, производительность фильтрации мембранного биореактора неизбежно снижается в процессе эксплуатации. Это происходит из-за отложения растворимых и твердых частиц на и в мембране, что связано с взаимодействием между компонентами активного ила и мембраны. Это основной недостаток остается одной из наиболее сложных проблем, стоящих перед дальнейшим развитием мембранных биореакторов.

Промывка мембранного блока осуществляется с помощью циркуляционного насоса, который обеспечивает равномерное омывание мембран по всей их длине, что гарантирует одинаковую чистоту поверхности в любой точке. Промывка мембранного блока полностью автоматизирована. Она длится несколько часов и осуществляется несколько раз в год в качестве профилактической меры в автоматическом режиме.

В зависимости от технологических задач мембранный биореактор может использоваться как на этапе финишной очистки (до стадии обеззараживания), так и для предочистки перед нанофильтрацией и обратным осмосом при необходимости обессоливания очищенной воды.

В основу действия биореактора положен синтез биотехнологии и технологии разделения водных суспензий на ультрафильтрационных полимерных мембранах.

Система мембранного биореактора состоит из аэротенка и мембранного модуля, оборудованного половолоконными ультрафильтрационными или микрофильтрационными мембранами. Обрабатываемые сточные воды поступают в аэротенк. Находящаяся в аэротенке иловая смесь циркулирует через мембранный модуль. Ультрафильтрационные мембраны служат для повышения концентрации активного ила в аэротенке и глубокой очистки обрабатываемых сточных вод. Аэротенк в системе мембранного биореактора работает с высокой концентрацией активного ила, поэтому его размеры в 2–3 раза меньше размеров классического проточного аэротенка.

Мембранный модуль состоит из 10–20 кассет с мембранами. В каждой кассете располагаются от 5 до 15 пучков мембранных волокон. Половолоконная мембрана представляет собой полую нить наружным диаметром около 2 мм и длиной до 2 м. Поверхность нити представляет собой ультрафильтрационную мембрану с размером пор 0,03–0,1 мкм.

Каждый пучок состоит из 100–1000 мембранных волокон и оборудован общим патрубком отвода фильтрата. Столь малый размер пор является физическим барьером для проникновения организмов активного ила, имеющих размер более 0,5 мкм, что позволяет полностью отделить активный ил от сточной воды и снизить концентрацию взвешенных веществ в очищенной воде до 1 мг/л и менее (рисунок 6.2).



Рисунок 6.2 – Принципиальная схема мембранного модуля

Фильтрация происходит под действием вакуума, создаваемого на внутренней поверхности мембранного волокна самовсасывающим насосом фильтрации. Для организации фильтрации между внутренней полостью мембран и пространством мембранного блока создается разность давлений (0,01~0,06 МПа). При этом смесь сточных вод и активного ила фильтруется через поверхность мембран снаружи вовнутрь. В результате отделения твердых и коллоидных частиц на половолоконных мембранах концентрация активного ила в блоке мембранного биореактора и в аэротенке повышается, что способствует глубокой биологической очистке стоков и обеспечивает уменьшение объема аэротенка в 2–3 раза.

Очищенная вода поступает по напорным трубопроводам на обеззараживание, а активный ил остается в мембранном резервуаре и поддерживается во взвешенном состоянии с помощью системы аэрации, встроенной в мембранный модуль.

Аэрирование осуществляется сжатым воздухом с помощью аэрационных систем (воздуходувок). В зависимости от требуемой производительности мембранные модули объединяются в мембранный блок. Число мембранных модулей в блоке может быть увеличено при необходимости повышения производительности системы.

Применяемое в системах мембранных биореакторов касательное фильтрование иловой смеси предотвращает ее забивание, т.е. накопление отложений (бактерий). Такое движение иловой смеси обеспечивается циркуляционным насосом с производительностью, значительно выше расхода подлежащей обработке сточной воды. Возможность регулирования расхода и давления в циркуляционном контуре позволяет наладить полноценное управление процессом мембранного фильтрования при максимальной его эффективности. Кроме того, реализация режима касательного фильтрования имеет положительные последствия в отношении биологии всей системы. Постоянное омывание мембран диспергирует очищающие бактерии, которые более не образуют плотные флоккулы, а потому возможность их прямого контакта с загрязнениями и кислородом значительно увеличивается. Из этого следует, что соотношение активных бактерий и окисляемых загрязнений оказывается большим в системе МБР, чем это обычно встречается в классической системе с активным илом.

Микроорганизмы активного ила не выносятся из системы МБР, поэтому биореактор работает в условиях высокой концентрации биомассы значительного возраста. Кроме того, постоянная циркуляция приводит к механическому воздействию на оболочки бактерий. Именно поэтому основная потребляемая бактериями энергия используется не для размножения (как это происходит в классических биотехнологиях), а расходуется для поддержания жизнедеятельности, что приводит к снижению прироста избыточной активной биомассы.

Особенности технологии обусловлены тем, что отказ от гравитационного метода разделения иловой смеси позволяет повысить концентрацию активного ила в биореакторе до 10–20 г/л (в обычном аэротенке – до 3 г/л).

Высокие концентрации активного ила позволяют эксплуатировать биореактор в режиме низких нагрузок, что создает резерв окисляющей способности, повышает устойчивость биоценоза активного ила к колебаниям состава сточных вод и пиковым нагрузкам, обеспечивает стабильное качество очистки. С другой стороны, высокие концентрации активного ила многократно повышают окисляющую мощность

сооружения в целом, что дает возможность очищать высококонцентрированные сточные воды с содержанием органических веществ по ХПК до 4–5 г/л.

При переходе от гравитационного метода разделения иловой смеси к мембранной фильтрации наблюдаются глубокие изменения в структуре биоценоза активного ила. Возраст ила в МБР обычно составляет 25–30 сут., нередко превышая 60–70 сут. При этом основная часть активного ила представлена медленнорастущей микрофлорой, которая наиболее эффективно разлагает трудноокисляемые органические вещества в сточной воде. Преобладание медленнорастущей микрофлоры позволяет значительно снизить прирост активного ила, а, следовательно, необходимые мощности оборудования по обезвоживанию избыточного активного ила.

Размер хлопьев активного ила в МБР в 5–10 раз меньше, чем в распространенных конструкциях аэротенков. Такая дисперсность активного ила приводит к увеличению площади контакта микроорганизмов со сточными водами, повышая эффективность сорбции активными илом инертных веществ, тяжелых металлов, микрозагрязнителей.

Вследствие того, что поры мембран имеют меньший размер, чем размеры клеток микроорганизмов, в частности, бактерий, в МБР происходит частичное обеззараживание воды. Эффективность удаления бактерий составляет 99,999%, вирусов – 99,9 %. Непосредственно после МБР очищенная вода может быть сразу направлена на повторное использования для непитьевых целей.

Высокие дозы ила позволяют сократить время пребывания сточных вод в сооружении. Как следствие, площадь, занимаемая МБР, в 2–4 раза меньше площади, занимаемой традиционными сооружениями биологической очистки.

Перспективы мембранных биореакторов на мировом рынке. Согласно статье, представленной на сайте BBS Research, мировой рынок технологий мембранных биореакторов должен достичь $488 млн. в 2015 г. при среднегодовом темпе роста 10,5%.

Перспективным направлением является применение для очистки сточных вод торфа, который является природным катионообменником. Интерес к торфу связан с его невысокой стоимостью и перспективностью. Извлекаемые с его помощью из сточных вод белково-жировые компоненты пригодны для использования в кормах. Известно использование вытяжек и соков некоторых растений для очистки сточных вод мясокомбинатов.

К перспективным способам обработки больших объемов выбросов с невысокими концентрациями органических газообразных загрязнителей можно отнести схему термообезвреживания с предварительным концентрированием загрязнителей посредством адсорбции. Такая схема может быть технически и экономически приемлемой при начальной концентрации загрязнителя выше 50 мг/м^3. Теплоту, выделяющуюся при сгорании загрязнителей, можно достаточно легко утилизировать. Если концентрация горючих загрязнителей может быть доведена ориентировочно до 5–6 кг/ м^3, то термообработку можно организовать с незначительным добавлением топлива, а при более высоких концентрациях можно ожидать и экономической эффективности работы установки.

Хорошего экономического эффекта при очистке сточных вод с предприятий можно добиться при помощи получения биогаза [6]. Схема получения биогаза при стандартной схеме очистки сточных вод приведена на рисунке 6.3.

Конденсация газовых примесей – перспективный способ обработки отбросных газов, основанный на переводе парообразных загрязнителей в конденсированное состояние и последующей фильтрации образовавшегося аэрозоля. В основе конденсационного способа лежит явление уменьшения давления насыщенного пара растворителя при понижении температуры. Если загрязнители имеют невысокое давление насыщенных паров, то может быть приемлемой конденсация посредством повышения давления и понижения температуры выбросов. Пары загрязнителей легкокипящих веществ подвергают обработке химическими реагентами таким образом, чтобы продукты реакции имели низкие давления насыщенных паров. При этом способы химической обработки необходимо подбирать так, чтобы была возможна утилизация улавливаемого продукта.

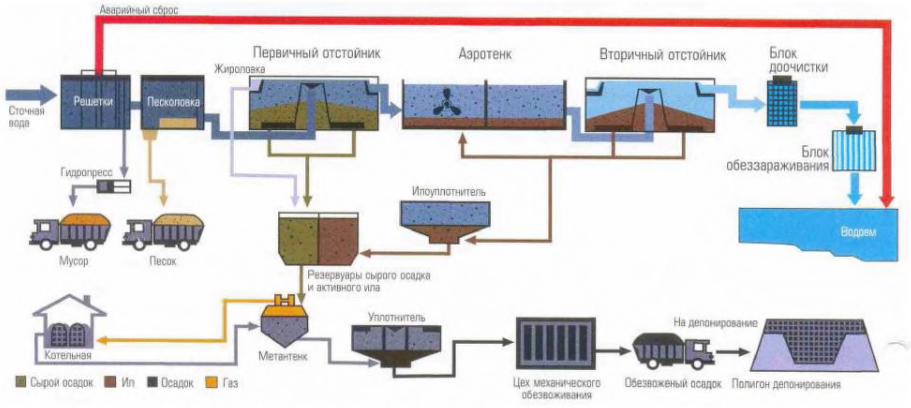

Рисунок 6.3 – Принципиальная схема получения биогаза

Если температура кипения загрязнителей при атмосферном давлении невысока (ориентировочно ниже 100 °С), то глубокая очистка посредством охлаждения и повышения давления потребует чрезмерно высоких расходов энергии, и конденсационную очистку можно использовать только как предварительную.

Одним из наиболее перспективных способов очистки воздуха от газов и запахов является плазменная очистка.

Процесс очистки воздуха происходит в три этапа:

1. **Предварительная очистка воздуха**. Предназначена для удаления негазообразных веществ органического и неорганического происхождения (пыль, жир, волокна, аэрозоли и т.п.). Блок предварительной очистки воздуха состоит из фильтра грубой очистки, который задерживает частицы величиной более 10 мкм. Дополнительно могут быть установлены фильтры тонкой очистки воздуха (задерживают частицы до 1 мкм) и особо тонкой очистки (задерживают частицы до 0,1 мкм). Основным фильтрующим материалом в блоке служит ткань из синтетических волокон. Для контроля загрязнения фильтра установлен дифференциальный датчик

давления, который контролирует разность давления воздуха на входе и выходе фильтра – при загрязнении разность давления увеличивается.

2. **Плазменная очистка воздуха**. Является основным этапом очистки воздуха. Именно на этом этапе происходит разрушение молекул-загрязнителей в зоне низкотемпературной плазмы под воздействием электрического разряда. Газообразные загрязнители, проходя зону электрического разряда в газоразрядных модулях и взаимодействуя с продуктами электросинтеза, разрушаются и переходят в безвредные соединения, вплоть до CO_2 и H_2O. Глубина конверсии (очистки) зависит от величины удельной энергии, выделяющейся в зоне реакции. После плазменного блока воздух подвергается финишной очистке в каталитическом блоке.

3. **Каталитическая очистка** (финальная) **воздуха**. Ускоряет разложение избыточное озона. Синтезируемый в газовом разряде плазменного блока озон попадает на катализатор, где сразу распадается на активный атомарный и молекулярный кислород. Остатки загрязняющих веществ (активные радикалы, возбужденные атомы и молекулы) разрушаются на катализаторе благодаря глубокому окислению кислородом. Такая отчистка позволяет снизить количество загрязнений и запахов в воздухе до 99 %.

Энергопотребление при переработке мяса убойных животных и мяса птицы можно оптимизировать путем системного подхода к снижению энергопотребления при организации холодоснабжения. Такой подход позволяет экономить от 10 до 50 % электроэнергии, в зависимости от региона и начальных финансовых возможностей заказчика.

Во-первых, при использовании экономайзеров, переохладителей и регенеративных теплообменников экономия электроэнергии составляет от 10 до 30 %. В низкотемпературных холодильных установках применение переохлаждения особенно эффективно, например, переохлаждение сконденсированного хладагента может дать увеличение холодопроизводительности установки до 50 %.

Во-вторых, применение сухих охладителей (драйкулеров) дает экономию электроэнергии зимой до 80 %.

Сухой охладитель (драйкулер) – это теплообменник, оснащенный вентиляторами для охлаждения хладоносителя, циркулирующего через этот теплообменник, холодным внешним воздухом. Сухой охладитель устанавливается снаружи, в качестве хладоносителя в нем используется 20–40% водный раствор гликоля, что предохраняет его от замерзания. Из сухого охладителя охлажденный хладоноситель попадает непосредственно в отдельные воздухоохладители холодильной камеры (так называемая система «фрикулинга»). При использовании такой системы охлажденный до необходимых низких температур хладоноситель поступает непосредственно в воздухоохладители камер, охлаждает воздух в них без применения холодильной машины. После этого хладоноситель поступает в сухую градирню на охлаждение. Таким образом, в холодное время года холодильную машину просто выключают или переводят в режим пониженной холодопроизводительности, если температура окружающего воздуха недостаточна для заданной температуры в камере.

Преимущества использования сухих охладителей:

•экономия электроэнергии в зимнее время до 80–90 %;

•экономия ресурса компрессоров и вентиляторов до 50% в зависимости от региона;

•в зимнее время можно проводить регламентные работы и техобслуживание на выключенной холодильной установке;

•простота эксплуатации и обслуживания системы охлаждения «фрикулинг».

Частотные преобразователи в холодильных системах – самая перспективная энергосберегающая опция в настоящее время, позволяющая экономить до 25% потребляемой электроэнергии.

Частотные преобразователи (ЧП) – это электронные устройства, позволяющие изменять частоту и напряжение питания приводных электрических двигателей. Они дают возможность реализовывать один из самых эффективных способов энергосбережения, плавно изменяя мощность привода компрессора, гидравлического насоса или вентилятора и, как следствие, производительность системы.

Основные преимущества применения частотных преобразователей:

•плавное регулирование холодопроизводительности в зависимости от нагрузки;

•высокая точность регулирования температуры в камере;

•исключаются пусковые токи компрессора, превышающие максимальный рабочий ток в пять раз, что увеличивает ресурс компрессора и уменьшает энергопотребление.

Использование рекуперации тепла от холодильной установки для получения горячей воды с температурой до 50 °С на технологические нужды [9].

Холодильные установки выделяют достаточно большое количество тепла, которое в процессе конденсации хладагента чаще всего отводится в окружающую среду. Именно за счет этого «бросового» тепла появляются возможности для энергосбережения в системах хладоснабжения. В холодильную установку устанавливается теплообменник - рекуператор, в котором вода может нагреваться за счет тепла сжатого в компрессоре хладагента. Как правило, эта опция окупается за 1,5–2 года только за счет экономии электроэнергии. Система рекуперации тепла актуальна для объектов, на которых одновременно с потребностью в холодоснабжении существует потребность в горячем водоснабжении или отоплении. Система компьютерного мониторинга работы холодильного оборудования для оперативного управления и контроля позволяет экономить до 25% электроэнергии и дистанционно управлять оборудованием в холодильной камере и системе холодоснабжения.

Система компьютерного мониторинга позволяет контролировать в реальном режиме времени работу всей системы холодоснабжения, управлять освещением, вентиляцией и остальными инженерными системами объекта. При минимальных затратах можно организовать удаленное управление и корректировку работы различного оборудования из любой точки мира по интернету. Арендаторам холодильных складов система мониторинга позволяет постоянно контролировать и записывать температуру хранения загруженного продукта, что чрезвычайно важно при возможных нарушениях температурных условий хранения в камере.

Перечень перспективных технологий в переработке и консервировании мяса представлен в таблице 6.1.

Таблица 6.1 – Перечень перспективных технологий в переработке мяса

Описание мероприятия	Эффект от внедрения			Ограничение применимости	Основное оборудование
	Снижение эмиссий основных загрязняющих веществ	Энергоэффективность отн. ед.	Ресурсосбережение, отн. ед.		
Перспективные технологии для частных модернизаций существующих производств					
Установка мембранных модулей для очистки сточных вод	Снижение концентрации взвешенных веществ в очищенной воде до 1 мг/л и менее. Процесс очистки не требует применения реагентов.	Снижение потребления электроэнергии на 40 %. Процесс протекает без электроемких фазовых переходов	Вторичное использование очищенной воды, использование ила для получения биогаза.	–	Мембранные модули
Плазменная очистка воздуха	Такая очистка позволяет снизить количество загрязнений и запахов в воздухе до 99%.	Снижение потребления электроэнергии на 30 % за счет уменьше-ния количества фильтров.	Высокая степень очистки воздуха.	–	Газоконверторы, установка Плазмаир
Снижение энергопотребления в системах холодоснабжения	Нет	Экономия электроэнергии от 10 до 50%	Увеличение холодопроизводительности установки до 50%.	–	Установка переохлаждения хладагента

6.2 Переработка и консервирование фруктов и овощей

Одним из перспективных направлений распространения НДТ при переработке и консервировании фруктов и овощей является внедрение и освоение ресурсосберегающих технологий. Под такими технологиями подразумевается комплекс способов и методов, обеспечивающих рациональное использование сырья, материалов, топлива и электроэнергии.

Поскольку отходы и вторичные сырьевые ресурсы образуются при проведении процессов измельчения и очистки плодоовощного сырья, то наиболее актуально внедрение новых технологий измельчения овощного сырья [75], с применением ресурсосберегающих приемов, приведенных в таблице 6.2.

Таблица 6.2 – Перечень перспективных технологий в переработке и консервировании фруктов и овощей

Описание мероприятия	Эффект от внедрения			Ограничение применимости	Основное оборудование
	Снижение эмиссий основных загрязняющих веществ	Энергоэффективность, отн. ед.	Ресурсосбережение, отн. ед.		
Перспективные технологии для частных модернизаций существующих производств					
Установка трехкорпусных и более выпарных установок для концентрирования плодоовощного пюре с применением ферментных препаратов	Сокращение уровня эмиссий на 1 т готовой продук-ции	Снижение потребления электроэнергии на 30 % за счет ускорения процесса концентрирования в 1,5–2,0 раза	Увеличение выхода готового продукта на 10–20 %. Снижение количества отходов при протирании до 3 %	–	Выпарные установки
Установка азотного трехзонного скороморозильного аппарата АСТА для криогенного замораживания плодоовощного сырья	Безвред-но для окружаю-щей среды	Минимальный расход электроэнергии, малая металлоемкость	Сокращение потерь массы сырья (≈ в 3–5 раз). Капиталь-ные затраты на реализацию технологии сокращаются в 2–3 раза благодаря применению безмашинного способа получения холода. Освоение более дешевого способа получения жидкого азота из природных высокоазотных газов. Снижает себестоимость в 3–5 раз.	–	Азотный скороморозильный трехзон-ный аппарат
Технология производства концентрированных томатопродуктов с использованием ферментных препаратов	Сокращение уровня эмиссий на 1 т готовой продук-ции	Снижение расхода энергоресурсов за счет ускорения концентрирования в 1,5—2 раза.	Увеличение выхода томатной массы до 95-98%; снижение количества отходов при протирании дробленых томатов до 2—5%, возможность исключения дополнитель-ного протирания	–	

Продолжение таблицы 6.2

Описание мероприятия	Эффект от внедрения			Ограничение применимости	Основное оборудование
	Снижение эмиссий основных загрязняющих веществ	Энергоэффективность, отн. ед.	Ресурсосбережение, отн. ед.		
Технология диспергирова-ния и гомогенизации НПФ «Ньютон»	Отсутствие эмиссий	Позволяет сократить до 40% энергозатраты, уменьшить количество необходимого дорогостоящего оборудования, упростить технологический процесс, в 2 раза и более сократить численность обслуживающе-го персонала	Микробиаль-ная обсемененность продукта после обработки снижается на 3—4 порядка., в 1,5—2 раза снижается себестоимость конечного продукта При переработке овощей с негрубой кожицей для получения пюреобразных продуктов исключается шпарка и протирка	–	Установка для диспер гирования и гомоге-низации

Известно, что стерилизация — наиболее распространенный способ сохранения пищевых продуктов из растительного сырья, расфасованного и герметически закупоренного в том или ином виде тары. Из всех современных способов стерилизации (термическая и СВЧ-обработка, радиация, ультрафиолетовое облучение) чаще всего используется термическая обработка.

Интенсификация процесса стерилизации при обязательном сохранении качества консервируемой продукции — основной вопрос исследований в данной области. ГНУ ВНИИКОП разработана технология расчета оптимальных режимов стерилизации высоковязких консервов в металлической таре. Ее использование позволяет сократить длительность стерилизации на 15—20 %, обеспечивая экономическую эффективность до 100 руб. на 1 туб консервов. Разработаны также режимы стерилизации и специальная установка для расфасовки асептическим способом. Стоимость такой установки в 5—6 раз меньше аналогичного импортного оборудования.

Обязательным условием динамично развивающегося предприятия является использование непрерывного метода стерилизации. Существуют отечественные разработки оборудования, обеспечивающие экономию тепловой энергии до 50 %, с успехом применяющиеся на перерабатывающих заводах отрасли.

Примером внедрения нового оборудования с целью наращивания производства и для автоматизации основных технологических операций является применение туннельного пастеризатора непрерывного действия.

В производстве сушеных овощей и плодов при выборе перспективных НДТ приоритетным направлением является выбор вида сушки и типа сушилки. В таблице 6.3 приведена краткая характеристика применяемого на сегодняшний день оборудования.

Таблица 6.3 – Характеристика оборудования, применяемого для сушки овощной продукции

Метод сушки	Капитальные затраты на единицу произведенной продукции, тыс. руб	Производительность (по испаренной влаге), кг/ч	Стоимость оборудования тыс. руб	Энергозатраты на испарение 1 кг влаги, кВт/ч
Инфракрасный	9,45	200	1890	0,9–1 (газовая)
Сублимационный (вакуумный)	1400	0,25	350	2,7–3
Конвективный	7,2	500	3600	1,8–3
Микроволновый	41,6	43	1790	1,6–1,8
Комбинированный (конвективно-микроволновый)	8,1	290	2347,5	1,0–2,2

Из приведенных данных видно, что наименьшие капитальные затраты на единицу произведенной продукции у комбинированного метода, самые большие — у сушки методом сублимации [4]. При отличном качестве получаемого продукта сдерживающим фактором широкого распространения данной технологии является

высокая стоимость необходимого оборудования и готового продукта. В таблице 6.4 приведены краткие характеристики различных технологий сушки, имеющих ресурсосберегающие показатели.

Таблица 6.4 – Ресурсосберегающие технологии сушки овощей

Технология комбинированной сушки овощей	Энергосберегающая до 0,8 кВт·ч по испаренной влаге при сравнении с конвективной. Уменьшение времени сушки, сохранение полезных веществ и витаминов (92-98%), полное уничтожение микрофлоры
Технология производства продуктов промежуточной влажности	Использование сушилок серии СК обеспечивает альтернативный подвод энергоносителя (пар, газ, жидкое топливо), возможность регулирования степени рециркуляции теплоносителя от 5 до 90%. Экономия энергии на подготовку теплоносителя 20-25%
Технология производства сушеных овощей микроволновым вакуумным способом	Использование испаренного тепла позволяет примерно на 20% повысить производительность. Безотходность. Полное уничтожение микрофлоры. Сохраняемость полезных веществ 92- 98%
Технология кондуктивно-инфракрасной сушки овощного пюре	Экономичнее конвективной сушки по энергозатратам в 1,5-1,8 раза, по удельной металлоемкости — на 30-40%. Исключает подгорание пюре. Не требует химических добавок
Технология холодно-вакуумной сушки томатной пасты	Ведение процесса при положительных температурах 5-10°С и давлении 0,8-1,2 кПа позволяет почти в 10 раз меньше, по сравнению с сублимационной сократить продолжительность сушки и удельные энергозатраты на испарение воды, не требует глубокого предварительного замораживания высушиваемого продукта.
Технология сублимированной сушки жидких термолабильных продуктов	Использование комбинированного энергоподвода (ИК- и УЗ-излучения, СВЧ-энергии и принудительного потока газа) позволяет снизить энергозатраты на технологический процесс, уменьшается общая продолжительность сушки
Технология вакуум-сублимационной сушки с использованием криогенных жидкостей	Осуществление сублимации в высоко- частотном поле с одновременным испарительным замораживанием ускоряет процесс сушки и снижает энергозатраты за счет исключения холодильной машины

Основное направление ресурсосбережения в процессах сушки плодоовощного сырья — это снижение энергоемкости оборудования и технологических приемов. Наиболее перспективными направлениями снижения затрат являются использование высокой степени рециркуляции теплоносителя и комбинированного подвода энергии к

высушиваемому материалу. Хорошие экономические показатели обеспечивает использование в технологиях сушки ультразвука[1]. Этот прием позволяет снизить температуру процесса до значений, обеспечивающих сохранность биологически активных веществ, увеличить скорость процесса сушки и, следовательно, снизить энергозатраты, уменьшить потери высушиваемого продукта. Оборудование для ультразвуковой сушки адаптируется с традиционными сушильными установками (с виброкипящим слоем, распылительными, тоннельными, барабанными), существенно повышая производительность. В поле ультразвука и атмосфере инертного газа к тому же в 3 раза сокращается удельный расход энергии по испаряемой влаге по сравнению с контактной сушкой [86].

Поскольку тепловые технологические процессы производства многих видов овощных консервов осуществляются непосредственно в упаковке, общих требований к качеству упаковочных материалов для них оказывается недостаточно. Помимо сохранения качества в течение гарантийного срока, удобства пользования для потребителей и сохранности при транспортировке, рекламы продукта, упаковка должна обеспечивать микробиологическую герметичность и выдерживать условия термообработки. Применение тары с лучшими показателями экономии ресурсов или уменьшающей продолжительность термообработки (таблица 6.5) позволит снизить стоимость готовой продукции и повысить ее конкурентоспособность.

Таблица 6.5 – Ресурсосберегающие технологии упаковки

Технология производства консервов в пакетах из многослойных полимерных комбинированных материалов	Позволяет существенно снизить энергозатраты на стерилизацию (пастеризацию) консервов. Данная упаковка имеет малую массу, удобна в применении, хранении и транспортировке, пригодна для разогрева продукции, легко вскрывается, компактна
Технология использования белой жести со сверхтонкими покрытиями оловом и дифференцированным покрытием.	Заменяет примерно 30% объема используемой в настоящее время жести, значительно экономит за счет сокращения потребления олова при производстве консервную жесть (экономический эффект 1500 руб/т, или 12 млн. руб. в год).

Комплексное использование сырья на практике реализуется путем внедрения безотходных и малоотходных технологий, которые обеспечивают поэтапное извлечение всех компонентов исходного сырья. Из отходов переработки овощей на консервных заводах, некондиционного сырья и вторичных ресурсов с помощью современных технологий возможно получение овощных порошков и пюре, пектина, сухих выжимок, ароматических веществ, красителей, этилового спирта, биохимического уксуса, кормовых брикетов, заливочных жидкостей, содержащих растворимый белок, крахмал, углеводы (рисунок 6.4).



Рисунок 6.4– Схема комплексного использования отходов и ВСР в плодоовощной отрасли

ГНУ ВНИИКОП была разработана организационная схема использования растительного сырья с глубиной переработки 95–98 %. В ассортимент, вырабатываемый по предложенным технологиям, вошли пюре-полуфабрикаты, пектин, пищевые красители, пищевые волокна, ароматизаторы. Способы переработки растительного сырья в полуфабрикаты и готовую продукцию включают в себя асептический метод консервирования, ферментативную обработку, электроплазмолиз, гидролиз, CO_2-экстракцию в пульсирующем режиме и с наложением ультразвуковых колебаний. Кроме того, имеется много других направлений глубокой переработки как конкретных овощей, так и овощного сырья в целом.

6.3 Производство растительных масел и жиров

Одно из перспективных направлений создания энергосберегающих и экологически безопасных технологий в пищевой промышленности – использование сверхкритических флюидов в качестве экстрагентов и растворителей в процессах извлечения, разделения и очистки веществ, а также в качестве среды для проведения различ ных химических реакций [93].

Учитывая повышенную пожаровзрывоопасность производства получения растительных масел экстракционным способом с применением углеводородных растворителей (бензин, гексан, гептан и др.), сложность системы регенерации и рекуперации растворителя, возможность выбросов в атмосферу загрязняющих веществ, в последнее время в промышленных и полупромышленных условиях, проводятся работы по экстракции растительных масел другими экстрагентами с более низкой температурой

кипения и как следствие меньшим количеством загрязняющих веществ в атмосферном воздухе – этиловым или изопропиловым спиртом, ацетоном, сжиженными газами (пропаном, бутаном и т.п.), CO_2 экстракция в критическом и субкритическом состоянии.

Сверхкритические среды – это газы, характеризующиеся параметрами состояния, превышающими критические давление и температуру. При этом, с одной стороны, они обладают свойствами жидкостей, например высокой растворяющей способностью, с другой – им присущи особенности газообразного состояния, обеспечивающие высокие массообменные характеристики процессов. Растворяющая способность сверхкритических газов проявляет значительно более сильную зависимость от параметров состояния, чем в случае обычных органических растворителей. Это позволяет путем изменения лишь давления или температуры регулировать растворяющую способность растворителя и тем самым достигать высокой избирательности процессов экстрагирования, а также осуществлять полную регенерацию экстрагента.

Принцип сверхкритической экстракции извлечения растительных масел из масличного сырья заключается в следующем: сверхкритический CO2 арбатируется через слой масличного сырья, экстрагируя липидный компонент. Последующее снижение давления ведет к снижению растворяющей способности диоксида углерода и фракционированию масла и других составляющих мисцеллы. Выделенное масло освобождают от экстрагента. Диоксид углерода, пройдя полный цикл очистки, вновь подается на экстракцию.

Способом СК-СО2-экстракции отработана технология дезодорации растительных масел. Данный процесс протекает в непрерывном режиме, что позволяет повысить производительность за счет сокращения рабочего цикла.

Также разработана технология получения пищевого лецитина из побочных продуктов масложирового производства.

Технология сверхкритической СК-СО2-экстракции имеет ряд преимуществ: хорошую растворяющую способность, минимальное количество балластных веществ в экстрактах, что не требует дополнительной очистки.

СК-СО2-экстракция исключает возможность содержания токсических остатков растворителей в экстрактах, при этом нет риска распада выделяемых продуктов в результате термического воздействия.

Сам по себе диоксид углерода как сжиженный газ – пожаробезопасен, безвреден для здоровья людей, обладает бактерицидными свойствами, с его помощью получают экологически чистую продукцию. Он имеет низкую стоимость, запасы его не ограничены Являясь отходом многих технологических производств, в том числе и при сжигании топлива, может быть получен непосредственно на месте потребления.

Важным преимуществом процесса сверхкритического экстрагирования является энергосберегающий характер процесса.

Экструзионные способы подготовки масличного сырья и извлечения растительного масла являются экологически чистыми приемами, позволяющими достигнуть более высокой степени разрушения клеточной структуры семян за счет возникающих при обработке сдвиговых напряжений. Сдвиговые усилия замещают усилия традиционного объемного сжатия, дополнительно воздействуют на ультраструктуру клеток, максимально разрушают их, чем обеспечивают эффект полного извлечения масел. Технология подготовительной экструзионной обработки сырья с вводом воды и острого пара

обеспечивает формирование пористой структуры материала, что способствует более легкому извлечению масла как прессовым, так и экстракционным способами.

Полученный после экструдирования материал в виде пористых гранул позволяет увеличить насыпную массу при поступлении в экстрактор, улучшить проходную способность растворителя и снизить бензиноемкость шрота.

Новая технология обеспечивает более высокую скорость прокачивания растворителя в экстракторе, снижает расход. Способствует более глубокому съему масла при минимальных энергетических затратах в процессе его отжима, интенсифицирует процесс экстракции на всех других стадиях (пропитка, отгонка), сокращает расход и потери растворителя, чем существенно снижает нагрузку на окружающую среду [93].

Следует заметить, что разработка экологичных методов выделения растительных масел, позволяющих отказаться от использования пожароопасных органических растворителей, связана с технологиями экстракции жира из растительного сырья. Предлагается применение таких методов как импульсный, с применением ультразвука, путем обработки электромагнитным полем низкой частоты, а также путем энзимной или водной экстракции [27, 28].

Использование физических воздействий малоэффективно из-за сложности применяемых установок, а внедрение технологий извлечения растительных масел с применением биокаталитической водной экстракции (БВЭ) осложняется большим объемом сточных вод и отсутствием разработанных технологий сушки полностью или частично обезжиренного высоковлажного белкового продукта.

Одним из самых перспективных методов для рафинации растительных масел можно считать энзимную водную гидратацию, однако при её использовании не получают ценный продукт лецитин. Поэтому в данном разделе можно представить только несколько технологий, получивших некоторое распространение в производстве.

В таблице 6.6 представлен перечень перспективных технологий в производстве и рафинации растительных масел

Таблица 6.6 - Перечень перспективных технологий в производстве и рафинации растительных масел

Описание мероприятия	Эффект от внедрения			Ограничение применимости	Основное оборудование
	Снижение эмиссий основных загрязняющих веществ	Энергоэффективность, отн. ед.	Ресурсосбережение, отн. ед.		
Рафинация растительного масла (усовершенствованная физическая рафинация)	Эмиссии отсутствуют	0,0066 кВт-ч/дм^3 или 56 кВт	Расход воды - 180 м^3/мес.	нет	Виброактиватор, сепаратор

Продолжение таблицы 6.6

Описание мероприятия	Эффект от внедрения			Ограничение применимости	Основное оборудование
	Снижение эмиссий основных загрязняющих веществ	Энергоэффективность, отн. ед.	Ресурсосбережение, отн. ед.		
Сверхкритическая CO_2-экстракция	Исключена возможность содержания токсических остатков в экстрактах, отсутствует риск распада выделяемых продуктов при термическом воздействии	Снижение расхода пара на 1 т целевого продукта	Процесс протекает в непрерывном режиме, что позволяет повысить производительность за счет сокращения рабочего цикла.	нет	Экстрактор, сепаратор, компрессор
Экструзиоонный способ подготовки масличного сырья и извлечения масел	Снижение уровня загрязнений за счет снижения расхода растворителей на единицу целевого готового продукта	Снижение расхода электроэнергии на 1 извлекаемого масла	Технология обеспечивает более высокую скорость прокачивания растворителя в экстракторе, снижает его расход, чем существенно снижает нагрузку на окружающую среду.	нет	Экструдер

Продолжение таблицы 6.6

Описание мероприятия	Эффект от внедрения			Ограничение применимости	Основное оборудование
	Снижение эмиссий основных загрязняющих веществ	Энергоэффективность, отн. ед.	Ресурсосбережение, отн. ед.		
Производство биотоплива (из технического рапсового масла)	Снижение выбросов оксида углерода, углеводородов, дисперсных частиц и оксидов серы, некоторое повышение выбросов оксидов азота (в сравнении с применением традиционного топлива).	Получение биотоплива из возобновляемого растительного сырья	Возможность использования технических растительных масел	В РФ допускается использование в смеси с традиционными видами топлива до 5% Для получения готового продукта нейтрализованное масло смешивается с дизельным топливом	Нейтрализатор-смеситель и отстойник Стоимость комплекта оборудования 1071 тыс. руб. при производительности 87,2 кг/ч по биотопливу или 250 кг/час по семенам рапса
Производство биогаза из жиросодержащих отходов очистных сооружений	Снижение выбросов метана в атмосферу	Получение 1300 м^3 биогаза из 1 тонны чистого жира с содержанием метана до 87% При фактической влажности отходов 50% выход до 500 м^3 биогаза из 1 тонны	Использование отходов производства с получением дополнительного топли-ва аналогичного по применению природному газу	нет	Цена минизавода включающего биореактор 12 куб. м., газгольдер 2 куб. м составляет около 1 млн. рублей (при суточном выходе биогаза до 12 м^3)

В таблице 6.7 приведены основные отличия и особенности описываемых технологий по сравнению с традиционными.

Таблица 6.7 - Основные отличия и особенности описываемых технологий по сравнению с традиционными

Наименование стадии или аппарата	Краткое описание, отличие от традиционной	Примечание
Рафинация растительного масла (усовершенствованная физическая рафинация)	Позволяет получать растительное масло, отвечающее требованиям к качеству, без применения химических реагентов, ликвидировать экологически опасные стоки маслозаводов и одновременно значительно снизить себестоимость производства продукта Расход воды составляет 3% от количества масла – 180 $м^3$/мес. Максимальная температура технологического процесса – 65 ºС	Цена установки в 3 раза ниже иностранных аналогов, а цена монтажа одной установки – не более 10% от ее стоимости
Сверхкритическая CO_2-экстракция	Принцип сверхкритической экстракции извлечения растительных масел из масличного сырья заключается в следующем: сверхкритический CO_2 арбатируется через слой масличного сырья, экстрагируя липидный компонент. Выделенное масло освобождают от экстрагента. Диоксид углерода, пройдя полный цикл очистки, вновь подается на экстракцию.	Технология сверхкритической СК-CO_2-экстракции имеет ряд преимуществ: хорошую растворяющую способность, минимальное количество балластных веществ в экстрактах, что не требует дополнительной очистки.
Экструзиооный способ подготовки масличного сырья и извлечения масел	Способ позволяет достигнуть более высокой степени разрушения клеточной структуры масличных семян за счет возникающих при обработке сдвиговых напряжений. Сдвиговые усилия замещают усилия традиционного объемного сжатия, дополнительно воздействуют на ультраструктуру клеток, максимально разрушают их, чем обеспечивают эффект полного извлечения масел. Технология подготовительной экструзионной	Полученный после экструдирования материал в виде пористых гранул позволяет увеличить насыпную массу при поступлении в экстрактор, улучшить проходную способность растворителя и снизить бензиноемкость

Продолжение таблицы 6.7

Наименование стадии или аппарата	Краткое описание, отличие от традиционной	Примечание
	обработки сырья с вводом воды и острого пара обеспечивает формирование пористой структуры материала, что способствует более легкому извлечению масла как прессовым, так и экстракционным способами.	шрота.
Производство биотоплива (из технического рапсового масла)	Теплотворная способность биодизеля в среднем 37,6 МДж/кг и высокое цетановое число (51-58) в сравнении с нефтяным дизтопливом, у которого оно составляет 50-52. Биодизель можно использовать как в чистом виде, так и в качестве добавки к дизельному топливу. Биодизель биологически безвреден. При попадании в воду не причиняет вреда водной флоре и фауне. В воде или почве подвергается почти полному биологическому распаду (до 99% в течение месяца), поэтому при использовании биодизеля на речных и морских судах можно существенно минимизировать загрязнение водных ресурсов. При сгорании биодизеля в атмосферу выбрасывается значительно меньше CO_2, чем при сгорании обычных видов топлива. Кроме того, преимущества биодизеля связаны с низкими характеристиками продуктов сгорания: оксида углерода, остаточных частиц сажи, полициклических ароматических углеводородов. Биодизель в сравнении с минеральным дизтопливом почти не содержит серы (10,0 мг/кг).	
Производство биогаза из жиросодержащих отходов очистных сооружений	Использование отходов производства с получением дополнительного топлива аналогичного по применению природному газу	

6.4 Производство сахара

Перспективными НДТ при производстве сахара являются ресурсосберегающие технологии, под которыми подразумевается комплекс способов, методов и технических приемов, обеспечивающих рациональное использование сырья, материалов, топливно-энергетических ресурсов.

Вектор развития производства сахара определяется следующими направлениями: увеличение производительности технологических линий; снижение расходных коэффициентов сырья, водных и энергоресурсов, комплексное использование сырья с увеличением степени извлечения основного продукта; повышение качества и ассортиментной линейки сахара; разработка и освоение производства новых видов продуктов с высокой добавленной стоимостью (удобрительные, мелиорирующие смеси, кормовые добавки, аминокислоты и т.д.).

Развитие локальных технологий будет осуществляться с учетом сведения к минимуму потерь сырья и продукции, вредных выбросов в окружающую среду, сокращения отходов, уменьшения количества сточных вод.

В настоящее время аппаратурное оформление большинства известных технологических процессов определилось, прогресс в этой области техники будет идти по пути модернизации существующего оборудования, интенсификации его работы за счет применения технологических вспомогательных средств разной функциональной направленности.

Ниже приведены примеры локальных технологий при производстве сахара, перспективы которых можно рассматривать с позиций энергоэффективности, ресурсосбережения, экологической и экономической целесообразности.

Использование технологии ионообменного умягчения очищенного сока. В свеклосахарном производстве процесс сгущения очищенных соков в многокорпусной выпарной установке сопровождается отложением накипи на поверхности нагрева выпарных аппаратов, что приводит к нарушению теплового режима на всех стадиях технологического процесса, увеличению расхода топлива и снижению производительности завода. Известными способами снижения накипеобразования являются применение антинакипинов и ионообменное умягчение сока [23, 24, 87]..

Создание композиций антинакипинов и внедрение их в практику работы сахарных заводов активно ведется с 90-х годов прошлого века. К настоящему времени сахарные заводы России используют широкий спектр антинакипинов отечественного и зарубежного производства. Практика их применения при многих достоинствах выявила ряд недостатков: поскольку накипеобразователи остаются в соке, необходима тщательная фильтрация сиропа во избежание попадания их в сахар, что увеличивает его зольность; имеет место антагонистический эффект с используемыми в технологическом потоке флокулянтами и поверхностно-активными веществами, что снижает эффективность действия технологических вспомогательных средств.

Ионообменное умягчение сока получило реализацию на предприятиях за рубежом, в России, несмотря на простоту процесса и широкое распространение в водоподготовке, на сахарных заводах не нашло применения из-за следующих недостатков: периодический режим работы реакторов и образование сточных вод при регенерации катионита. Промышленная эксплуатация установок умягчения за рубежом выявила следующие достоинства этого метода: исключение попадания

накипеобразователей в выпарную установку с обеспечением безнакипного режима работы; снижение расхода пара; постоянство поддержания сухих веществ в сиропе из выпарной установки; облегченная кристаллизация сахарозы и центрифугирования утфеля. Важным фактором является получение мелассы с практически отсутствующими солями кальция, что делает ее привлекательным сырьем для извлечения сахарозы методом ионообменной хроматографии.

Учитывая, что в настоящее время в России работает две установки для дополнительного извлечения сахарозы из мелассы, а потенциально число их может быть увеличено, процесс ионообменного умягчения сока может быть рассмотрен как ресурсосберегающий.

В качестве перспективного НДТ возможно рассмотрение разработанного РНИИСП (ранее Курский филиал ВНИИСП) способа умягчения сока второй сатурации в непрерывном режиме, позволяющего исключить образование сточных вод.

Технологический процесс умягчения сока второй сатурации в непрерывном режиме ведется в трех ионообменных колоннах, в которых одновременно проходят операции умягчения сока, регенерации катионита, отмывки катионита от регенерирующего раствора (рисунок 6.5). Ионообменная колонна представляет собой вертикальный цилиндрический сосуд с коническим днищем, закрытый сверху крышкой. В конической части колонны расположен эрлифт для перекачки катионита из колонны в колонну при помощи сжатого воздуха давлением 2,5 атм. Загруженный в каждую колонну катионит перегружается из колонны в колонну через определенные промежутки времени. Для отвода жидких продуктов в верхней части колонны в слое катионита находится трубчатый дренаж с сеткой.

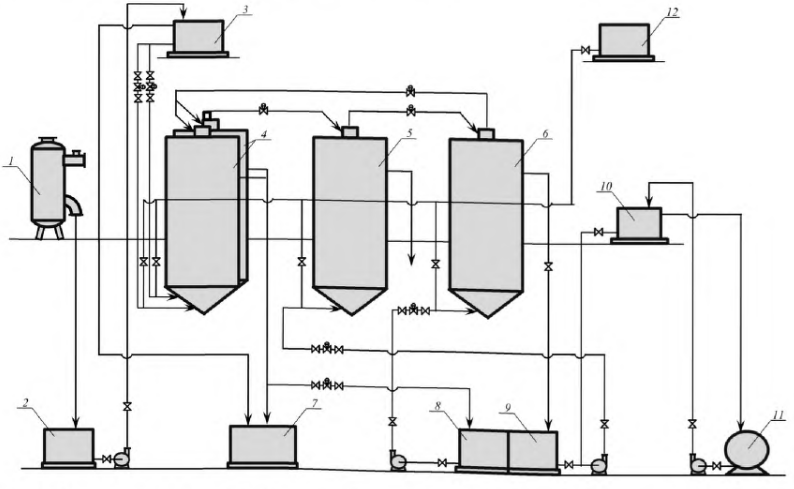

Рисунок 6.5 – Технологическая схема умягчения сока второй ступени сатурации в противотоке: 1 – сульфитатор сока; 2 – сборник сока перед умягчением; 3 – напорный сборник; 4 – колонны умягчения; 5 – колонна регенерации; 6 – колонна промывки; 7 – сборник сока перед выпарной установкой; 8 – сборник умягченного сока для промывки; 9 – сборник промоя; 10 – сборник 40 %-ной NaOH; 11 – емкость NaOH; 12 – сборник воды

Сок второй сатурации самотеком из напорного сборника поступает в нижнюю коническую часть колонны умягчения, восходящий поток сока контактирует с катионитом в натриевой форме, проходя слой снизу вверх, и через верхний дренаж удаляется в сборник перед выпарной установкой, часть умягченного сока отводится в сборник умягченного сока для промывки. В слое катионита колонны протекает ионообменная реакция, при которой ионы кальция переходят на катионит, а эквивалентное количество ионов натрия переходит в сок. При этом выходящий поток сока постоянно контактирует с отрегенерированным катионитом, что обеспечивает высокую степень умягчения; поступающий поток сока контактирует с насыщенным катионитом, что обеспечивает полное использование его емкости.

Периодически, через 30-60 мин. полностью насыщенная кальцием порция катионита, находящаяся в нижней части колонны, выводится эрлифтом в колонну регенерации. Одновременно в верхнюю часть колонны умягчения загружается отрегенерированный и отмытый катионит.

Умягченный сок из сборника насосом подается в нижнюю часть колонны промывки катионита, где осуществляется отмывка катионита от регенерационного раствора с получением щелочного промоя. Через верхнее дренажное устройство промой отводится в сборник промоя. Далее промой с поступающим самотеком из сборника 40 %-ным раствором NaOH образует регенерационный раствор требуемой концентрации и подается в нижнюю часть колонны регенерации. В колонне регенерации происходит ионообменная реакция, в результате насыщенный кальцием раствор сахаратов отводится через верхний дренаж и направляется на станцию дефекосатурации.

Умягчение сока второй сатурации в противотоке позволяет получать стабильно сок одинакового качества с высокой степенью умягчения более 98 % при содержании солей кальция в умягченном соке 0,0005 % CaO; преимущество предложенного метода регенерации катионита состоит в том, что он позволяет исключить сброс сточных вод.

Экономические аспекты внедрения данной технологии заключаются в повышении выхода сахара на 0,01-0,02 %; уменьшении содержания сахарозы в мелассе на 0,05 %; сокращении расхода топлива на 0,15 %; исключении применения антинакипинов; повышении сырьевой ценности мелассы как сырья для извлечения сахарозы ионообменной хроматографией.

Для внедрения данной технологии требуются капитальные расходы на установку умягчения. Доступные данные о размере капитальных затрат отсутствуют.

Использование технологии обезвоживания транспортерно-моечного осадка. В свеклосахарном производстве при подаче сахарной свеклы в переработку гидротранспортом и ее отмывании образуются транспортерно-моечные воды, загрязненные механическими примесями минерального и органического происхождения, поступившими вместе с корнеплодами (земля, песок, ботва, корешки и обломки свеклы, кожура, мезга и др.). Эти примеси находятся в воде во взвешенном состоянии, а их количество варьирует в зависимости от качества почвы при возделывании, погодных условий уборки, способов и качества уборки, применяемых механизмов при уборке и перевалке,

загрязненности свеклы, ее физического состояния и др. Часть примесей (от 10 до 30 %) удаляются ботволовушками, песко- и камнеловушками при осуществлении операций технологического потока, остальные поступают с водой в оборотную систему на локальные сооружения очистки. Для выделения примесей транспортерно-моечной воды на сахарных заводах страны распространение получили методы разделения в поле гравитационных сил на радиальных и вертикальных отстойниках. При варьировании примесей в поступающей в отстойник воде от 5 до 30 г/л, радиальные отстойники обеспечивают задержание 50-55 % взвешенных веществ, вертикальные – до 85 %. При этом влажность выводимого осадка из радиальных отстойников составляет 93 %, из вертикальных – 82-85 %. Такая высокая влажность не обеспечивает транспортабельность осадка, в связи с чем он разбавляется водой в 6-8 раз и перекачивается на поля фильтрации, увеличивая количество стоков до 150 %.

Учитывая, что количество транспортерно-моечного осадка может достигать 10-15 % к массе свеклы, его поступление на поля фильтрации создает дополнительную нагрузку в их работе, в то же время имеет место вынос плодородного слоя почвы, который необходимо вернуть в оборот.

В качестве перспективного НДТ возможно рассмотрение способа обезвоживания транспортерно-моечного осадка до содержания сухих веществ, обеспечивающих его транспортабельность и вовлечение в оборот (40-55 %).

Такое обезвоживание осадков сточных вод используется в различных отраслях экономики. Наибольшее распространение на городских очистных сооружениях нашли центрифуги и ленточные фильтр-прессы, что связано с их надежностью в работе и экономической эффективностью. Камерные фильтр-прессы дороже других типов фильтр-прессов, поэтому используются на более крупных очистных сооружениях, например, в горнодобывающей промышленности. Гидравлические прессы, которые изначально были созданы для пищевой промышленности и отвечают строгим санитарно-гигиеническим требованиям, также относятся к дорогостоящему оборудованию. Шнековые прессы подходят для обезвоживания содержащего волокнистый материал осадка сточных вод, поступающих с предприятий целлюлозно-бумажной промышленности [68].

Компанией HAGER+ELSASSER (Германия) реализована на одном из зарубежных сахарных заводов комбинированная технология, включающая первичный отстойник для сгущения осадка транспортерно-моечной воды и декантер для его обезвоживания до содержания сухих веществ 55 % [102].

Экономические аспекты внедрения технологии обезвоживания транспортерно-моечного осадка заключаются в уменьшении объема осадка, возможности его реализации как нового товара, снижении загрязнений в сточных водах на 15-20 %.

Для внедрения данной технологии требуются капитальные расходы на установку обезвоживателей. Доступные данные о размере капитальных затрат отсутствуют.

В таблице 6.8 представлен перечень перспективных технологий при производстве сахара.

Таблица 6.8 - Перечень перспективных технологий при производстве сахара

Описание мероприятия	Эффект от внедрения			Ограничение применимости	Основное оборудование
	Снижение эмиссий основных загрязняющих веществ	Энергоэффективность, отн. ед.	Ресурсосбережение, отн. ед.		
Ионообменное умягчение очищенного сока	Отсутствие эмиссий в окружающую среду	Сокращение расхода условного топлива на 0,15 % к массе свеклы	Повышение выхода сахара на 0,07 % к массе свеклы	–	Ионообменные колонны
Обезвоживание транспортерно-моечного осадка	Снижение содержания загрязнителей в сточных водах на 15-20 %	Уменьшение расхода электроэнергии на 25 % на удаление сточных вод на очистку	Снижение количества сточных вод на 100 %	–	Центрифуги Декантеры Фильтр-прессы камерные

Заключительные положения и рекомендации

Организация работы над справочником НДТ

Настоящий справочник НДТ подготовлен технической рабочей группой «Производство продуктов питания» (ТРГ 44), состав которой утвержден приказом Росстандарта от 16 августа 2016 г. № 1097 (в редакции протокола совещания под председательством заместителя Министра промышленности и торговли Российской Федерации В.С.

Осьмакова от 18 мая 2017 г. № 24- ОВ/12).

Наиболее активное участие в работе ТРГ 44 по сбору, обработке, анализу и обсуждении приняли специалисты следующих организаций: НО «Союз сахаропроизводителей России» («Союзроссахар»); ФГБНУ «Российский научно-исследовательский институт сахарной промышленности»; Ассоциация производителей и потребителей масложировой продукции (АПМП), Масложировой союз России, ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина»; Управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Краснодарскому краю и др.

В ходе подготовки справочника НДТ было проведено два заседания ТРГ 44:

Основной обмен информацией, информирование членов ТРГ 44, обсуждение проектов, замечаний и предложений по содержанию справочника НДТ, голосование членов ТРГ 44 было организовано через информационную платформу Бюро НДТ (gost.e-ecolog.ru

Источники информации

При разработке справочника НДТ собран обширный материал (85 анкет с более чем 90 отраслевых предприятий) и проведен анализ технических, технологических и управленческих решений, применяемых при производстве продуктов питания в условиях Российской Федерации.

В качестве дополнительных источников исходной информации при формировании справочника НДТ использовались:

- официальные статистические сведения, опубликованные в открытых источниках;
- публикации, техническая литература, справочники;
- нормативные правовые и нормативно-технические документы;
- Справочник Европейского союза по наилучшим доступным технологиям » Best Available Techniques (BAT) Reference Document in the Food, Drink and Milk Industries. First Draft (January 2017) («Производство продуктов питания, напитков и молока);
- заключение об установлении/внедрении наилучших доступных технологий в Европейском союзе «Commission Implementing Decision (EU) 2017/302 of 15 February 2017 establishing best available techniques (BAT) conclusions».

В результате этого анализа представлена информация о состоянии и уровне развития отраслей и подотраслей пищевой промышленности в Российской Федерации, приведен краткий обзор экологических аспектов производства продуктов питания, описание технологических процессов, используемых в настоящее время в пищевой

отрасли промышленности; информация о регламентированных и фактических уровнях эмиссий в окружающую среду для применяемых технологических процессов и сырья с указанием используемых методов их определения.

Рекомендации по применению справочника НДТ

С целью совершенствования справочника НДТ, в дальнейшем необходимо обратить внимание на следующие вопросы:

- усовершенствовать анкету по сбору данных, запрашиваемых от пищевых и перерабатывающих предприятий, по используемым технологиям переработки вторичных сырьевых ресурсов, а также применяемых передовых технологических решениях очистки выбросов и сбросов;

- разработать методику оценки влияния производственной деятельности пищевых и перерабатывающих предприятий на окружающую среду, с использованием методов контроля, основанных на национальных и международных стандартах.

В целом справочник НДТ отражает применяемые при производстве продуктов питания процессы, оборудование, технические и технологические способы и методы, в том числе позволяющие снизить негативное воздействие на окружающую среду, сократить водопотребление, повысить энергоэффективность и ресурсосбережение. В результате анализа технологических процессов, оборудования, технических способов и методов, определены конкретные решения, которые являются наилучшими доступными технологиями при промышленном производстве продукции из мяса убойных животных и мяса птицы, консервирования фруктов и овощей; растительных масел и жиров; сахара.

Приложение А
(обязательное)

Перечень маркерных веществ

Таблица А1 – Перечень маркерных веществ

Продукт производства	Маркерные вещества	
	для атмосферного воздуха	для водных объектов
Консервы мясные и мясосодержащие	Взвешенные вещества Азота диоксид Аммиак Бензапирен Углерода оксид Метан Ацетон	БПК 5 БПК полн. Взвешенные вещества Сухой остаток ХПК ОСВТЧ pH Нитрат-анион Сульфат-анион (сульфаты) Жиры
Колбасная и деликатесная продукция	Взвешенные вещества Фенол Азота диоксид Аммиак Азота оксид Бензапирен Серы диоксид	БПК 5 БПК полн. Взвешенные вещества Сухой остаток ХПК ОСВТЧ Аммоний-анион Нитрат-анион pH Железо общее Фенол, гидроксибензол сульфат-анион хлорид-анион (хлориды) жиры
Полуфабрикаты натуральные, мясные и мясосодержащие	Азота диоксид Аммиак Азота оксид Бензапирен Метан Сероводород Серы диоксид Углерода оксид Диметилсульфид	Аммоний-анион Железо общее Нитрат-анион pH жиры ХПК БПК 5 БПК полн. Взвешенные вещества
Консервированные фрукты	Взвешенные вещества Сера диоксид (ангидрид сернистый)	БПК 5 БПК полн. Взвешенные вещества Сухой остаток ХПК ОСВТЧ pH Нитрат-анион Сульфат-анион (сульфаты)

Продолжение таблицы А1

Продукт производства	Маркерные вещества	
	для атмосферного воздуха	для водных объектов
Консервированные овощи	Взвешенные вещества Акролеин	БПК 5 БПК полн. Взвешенные вещества Сухой остаток ХПК ОСВТЧ pH Аммоний-анион Нитрат-анион Железо общее Фенол, гидроксибензол
Замороженные плоды и овощи	Аммиак Сера диоксид (Ангидрид сернистый)	БПК 5 БПК полн. Взвешенные вещества Сухой остаток ХПК ОСВТЧ pH
Моющие средства	Хлорид-анион	АСПАВ (анионные синтетические поверхностно-активные вещества) Хлорид-анион
Масложировая продукция - масло нерафинированное, рафинированное	Азота диоксид (Азот (IV) оксид) Аммиак Азотная кислота Серная кислота Дигидросульфид Углерод(сажа) Фториды газообразные Метан Бенз(а)пирен(3,4-Бензапирен) Этиленбензол Гидроксолбензол Взвешенные вещества Пыль полистирола Углерода оксид Сера диоксид Азота (II) оксид (азота оксид) Гептановая фракция Нефрас Этановая кислота Альдегиды Акролеин Формальдегид ОДОРАНТ СПМ Керосин Ди железо триоксид Кальций оксид Марганец и его соединения Натрий гидрооксид Натрий хлорид Динатрий карбонат	СПАВ Сульфаты Фосфаты (по фосфору) Хлорид-анион (хлориды) БПК 5 Взвешенные вещества Сухой остаток ХПК Нитраты Нитриты Азот аммонийный Железо общее Нефтепродукты Жиры

Продолжение таблицы А1

Продукт производства	Маркерные вещества	
	для атмосферного воздуха	для водных объектов
Маргарины, жиры специального назначения, заменители молочного жира, заменители, улучшители и эквиваленты масла какао	Натрий хлорид (Поваренная соль) Азота диоксид (Азот (IV) оксид) Азот (II) оксид (Азота оксид) Углерод оксид Бенз/а/пирен (3, 4-Бензпирен) Метанол (Метиловый спирт) 2 Гидрокси-1,2,3-пропантрикарбоновая кислота (Лимонная кислота) Взвешенные вещества Пыль неорганическая: 70-20% SiO2 Пыль сахара, сахарной пудры (сахарозы)	СПАВ Сульфаты Фосфаты (по фосфору) Хлорид-анион (хлориды) БПК 5 Взвешенные вещества Сухой остаток ХПК Нитраты Нитриты Азот аммонийный Железо общее Нефтепродукты Жиры
Сахар	Углерода оксид Серы диоксид (ангидрид сернистый) Азота диоксид Азота оксид Аммиак Пыль сахара, сахарной пудры (сахароза)	Сульфат-анион (сульфаты) Азот аммонийный Железо общее Хлорид-анион (хлориды) Нитрит-ион Нитрат-ион Фосфат-ион АПАВ (анионные поверхностно-активныевещества)

Таблица А 2 – Перечень потенциально-возможных эмиссий загрязняющих веществ при производстве продуктов питания

Эмиссия	Вещество
Переработка и консервирование мяса и мясной продукции	
Выбросы	Взвешенные вещества Азота диоксид Аммиак Бензапирен Углерода оксид Метан Ацетон Фенол Серы диоксид Сероводород Диметилсульфид
Сбросы	БПК 5 БПК полн. Взвешенные вещества Сухой остаток ХПК ОСВТЧ pH Нитрат-анион Сульфат-анион (сульфаты) Жиры Аммоний-анион Железо общее Фенол, гидроксибензол хлорид-анион (хлориды)

Продолжение таблицы А1

Эмиссия	Вещество
Переработка и консервирование мяса и мясной продукции	
Переработка и консервирование фруктов и овощей	
Выбросы	Взвешенные вещества Хлорид-анион Сера диоксид (Ангидрид сернистый) Акролеин
Сбросы	БПК 5 БПК полн. Взвешенные вещества Сухой остаток ХПК ОСВТЧ pH Нитрат-анион Сульфат-анион (сульфаты) Аммоний-анион Железо общее Фосфаты (по фосфору) АСПАВ (анионные синтетические поверхностно-активные вещества) Хлорид-анион Фенол, гидроксибензол
Производство масложировой продукции	
Выбросы	Азота диоксид, аммиак, азотная кислота, серная кислота, дигидросульфид, углерод(сажа), фториды газообразные, метан, бензапирен, этиленбензол, гидроксолбензол, взвешенные вещества, пыль хлопковая, пыль крахмала, пыль сахарной пудры, сахара, Пыль полистирола, углерода оксид, сера диоксид, азота (ii) оксид, гептановая фракция нефрас, этановая кислота, альдегиды, акролеин, формальдегид, одорантспм, керосин, ди железо триоксид, кальций оксид, марганец и его соединения, натрий гидрооксиднатрий хлорид, динатрий карбонат
Сбросы	СПАВ, Сульфаты, Фосфаты (по фосфору), Хлорид-анион (хлориды), БПК 5 , Взвешенные вещества, Сухой остаток, ХПК, Нитраты, Нитриты, Азот аммонийный, Железо общее, Нефтепродукты, Жиры
Производство сахара	
Выбросы	Углерода оксид Серы диоксид (ангидрид сернистый) Азота диоксид Азота оксид Аммиак Пыль сахара, сахарной пудры (сахароза) Кальций оксид (негашеная известь)
Сбросы	pH Взвешенные вещества Сухой остаток ХПК БПК Сульфат-анион (сульфаты) Азот аммонийный Железо общее Хлорид-анион (хлориды) Нитрит-ион Нитрат-ион Фосфат-ион АПАВ (анионные поверхностно-активные вещества) Нефтепродукты

Таблица А3 – Уровни выбросов в атмосферу при переработке и консервировании мяса и мясной пищевой продукции

Загрязняющее вещество	Единицы измерения	Нормативное значение
Консервы мясные и мясосодержащие		
Взвешенные вещества	мг/дм^3	0,43
Азота диоксид	мг/дм^3	0,73
Аммиак	мг/дм^3	0,41
Бензапирен	мг/дм^3	0,000002
Метан	мг/дм^3	4,6
Ацетон	мг/дм^3	4,28
Метилмеркаптан, этилмеркаптан	мг/дм^3	0,02
Ацетальдегид	мг/дм^3	0,178
Свинец и его соединения	мг/дм^3	0,002
Метилбензол (Толуол)	мг/дм^3	5,06
Колбасная и деликатесная продукция		
Взвешенные вещества	мг/дм^3	0,5
Фенол	мг/дм^3	9,75
Азота диоксид	мг/дм^3	0,2
Аммиак	мг/дм^3	4,23
Азота оксид	мг/дм^3	1,38
Бензапирен	мг/дм^3	0,00000026
Метилмеркаптан, этилмеркаптан	мг/дм^3	0,01005
Метан	мг/дм^3	3,5
Серы диоксид	мг/дм^3	1,720
Углерод (сажа)	мг/дм^3	0,0094
Полуфабрикаты		
Азота диоксид	мг/дм^3	0,2
Аммиак	мг/дм^3	4,228
Азота оксид	мг/дм^3	1,383
Бензапирен	мг/дм^3	0,0000002
Метан	мг/дм^3	3,5
Сероводород	мг/дм^3	0,0218
Серы диоксид	мг/дм^3	0,011
Пыль органическая	мг/дм^3	0,38
Диметилсульфид	мг/дм^3	0,0007

Таблица А4 – Уровни выбросов в атмосферу при переработке и консервировании фруктов и овощей

Загрязняющее вещество	Единицы измерения	Нормативное значение
Акролеин	мг/дм^3	0,21
Аэрозоль щелочи	мг/дм^3	0,50–0,88
Диоксид серы	мг/дм^3	0,02–4,00
Производство жестяной тары		
Аэрозоль свинца	мг/дм^3	0,05–0,08
Аммиак	мг/дм^3	3,25–4,25
Оксид углерода	мг/дм^3	0,18–2,25

Таблица А5 – Уровни выбросов в атмосферу при производстве масложировой продукции

Загрязняющее вещество	Нормативное значение, кг/т готовой продукции
Азота оксид	0.30
Взвешенные вещества	0.97
Серная кислота	0.060
Азота (II) оксид	0.30
Гептановая фракция Нефрас	0.04
Альдегиды	0.036-0.068
Акролеин	0.00065-0.24
Ароматические углеводороды	0.01-0.001
Кальцинированная сода	0.004-0,008

Таблица А6 – Уровни выбросов в атмосферу при производстве при производстве специализированных жиров, маргарином и спредов

Загрязняющее вещество	Нормативное значение,	
	мг/м3	мг / тонну готовой продукции*
Натрий хлорид (Поваренная соль)	0,50000	1,16972E-11
Азота диоксид (Азот (IV) оксид)	0,20000	1,70593E-08
Азот (II) оксид (Азота оксид)	0,40000	2,20021E-09
Углерод оксид	5,00000	3,73495E-08
Бенз/а/пирен (3, 4-Бензпирен)	1,00e-06	7,79811E-15
Метанол (Метиловый спирт)	1,00000	8,4013E-11
2 Гидрокси-1,2,3-пропантрикарбоновая кислота (Лимонная кислота)	0,10000	1,75847E-10
Взвешенные вещества	0,50000	3,89906E-12
Пыль неорганическая: 70-20% SiO2	0,30000	4,42543E-10
Пыль сахара, сахарной пудры (сахарозы)	0,10000	1,71558E-11

*E-10 эквивалентно 10^{-10}

Таблица А7 – Уровни выбросов в атмосферу при производстве сахара (от технологической линии производства сахара)

Загрязняющее вещество	Единицы измерения	Нормативное значение
Углерода оксид	кг/1 т сахарной свеклы	0,32
Серы диоксид (ангидрид сернистый)	кг/1 т сахарной свеклы	0,018
Азота диоксид	кг/1 т сахарной свеклы	0,023
Азота оксид	кг/1 т сахарной свеклы	0,0058
Аммиак	кг/1 т сахарной свеклы	0,025
Пыль сахара, сахарной пудры (сахароза)	кг/1 т сахара	0,06
Кальций оксид (негашеная известь)	кг/1 т сахарной свеклы	0,0033

Таблица А8 – Рекомендуемые нормативы сбросов на 1 тонну готовой продукции при переработке и консервировании мяса и мясной пищевой продукции

Загрязняющее вещество	Единицы измерения	Нормативное значение
Колбасная и деликатесная продукция		
БПК 5	мг/л	300
Взвешенные вещества	мг/л	160
Сухой остаток	мг/л	100
ХПК	мг/л	520
Нитрат-анион	кг/м^3	0,5–0,6
Водородный показатель (pH)	мг/л	0,6–0,9
Железо общее	мг/л	3,5
Фенол, гидроксибензол	мг/л	0,04
сульфат-анион	мг/л	300
хлорид-анион (хлориды)	мг/л	1000
жиры	мг/л	25
Полуфабрикаты		
Аммоний-анион	мг/дм^3	0,033
Железо общее	мг/дм^3	5
Нитрат-анион	кг/дм^3	0,5
Водородный показатель (pH)	ед.	0,6
жиры	мг/дм^3	30
ХПК	мг/дм^3	350
БПК 5	мг/дм^3	100
Взвешенные вещества	мг/дм^3	100

Таблица А9 – Рекомендуемые нормативы сбросов при переработке и консервировании фруктов и овощей

Загрязняющее вещество	Единицы измерения	Нормативное значение
Переработка и консервирование фруктов		
БПК 5	мг/дм^3	240–2710
БПК полн.	мг/дм^3	18–37760 (горошек)
Взвешенные вещества	мг/дм^3	60–180
Сухой остаток	мг/дм^3	10–170
ХПК	мг/дм^3	69–7550
ОСВТЧ	мг/дм^3	580–3360
pH	мг/дм^3	4,7–7,6
Переработка и консервирование овощей		
БПК 5	мг/дм^3	200–1400
БПК полн.	мг/дм^3	18–2000
Взвешенные вещества	мг/дм^3	20–600
Сухой остаток	мг/дм^3	10–150
ХПК	мг/дм^3	69–5000
ОСВТЧ	мг/дм^3	320–2800
pH	мг/дм^3	3,5–11,0
Сульфат-анион (сульфаты)	мг/дм^3	66–86
Аммоний-анион	мг/дм^3	15

Продолжение таблицы А9

Загрязняющее вещество	Единицы измерения	Нормативное значение
Железо общее	мг/дм^3	4400–4600
Моющие средства		
Фосфаты (по фосфору)	мг/дм^3	3–7
АСПАВ (анионные синтетические поверхностно-активные вещества)	мг/дм^3	0,011 – 0,013
Хлорид-анион	мг/дм^3	33–41
Фенол, гидроксибензол	мг/дм^3	0,0044–0,0070

Таблица А10 – Рекомендуемые нормативы сбросов в водный объект при производстве растительных масел методом экстракции

Загрязняющее вещество	Единицы измерения	Нормативное значение[1)]
Гексан	мг/дм^3	0,2
АСПАВ (анионные синтетические поверхностно-активные вещества)	мг/дм^3	0,2-0,4
Фосфаты (по фосфору)	мг/дм^3	0,1-0,2
Сульфат-анион (сульфаты)	мг/дм^3	80-100
БПК 5	мг/дм^3	2
БПК полн	мг/дм^3	3
ХПК	мг/дм^3	30
Взвешенные вещества	мг/дм^3	3,0-8,0
жиры	мг/дм^3	0,5-3,0
Общий азот	мг/дм^3	0,5
1) – на основе анкетирования предприятий (средние значения)		

Таблица А11 – Рекомендуемые нормативы сбросов в водный объект при производстве маргариновой продукции

Загрязняющее вещество	Единицы измерения	Нормативное значение
$БПК_5$	мг/дм3	2
Жир	мг/дм3	-
Взвешенные вещества	мг/дм3	24,35
Азот аммонийный	мг/дм3	0,39
Фосфор фосфатов	мг/дм3	0,2
СПАВ анионактивные	мг/дм3	0,5
Нефтепродукты	мг/дм3	0,05
ХПК	мг/дм3	30
Сухой остаток	мг/дм3	1000

Таблица А12 – Рекомендуемые нормативы сбросов в водный объект при производстве сахара (после очистки на полях фильтрации)

Загрязняющее вещество	Единицы измерения	Нормативное значение
pH		6,5-8,5
Взвешенные вещества - при концентрации в контрольном створе менее 30 мг/дм^3 - при концентрации в контрольном створе более 30 мг/дм^3	мг/дм^3	увеличение не более чем 0,75 мг/дм^3 увеличение не более чем на 5%
Сухой остаток	мг/дм^3	1000
БПК	мг/дм^3	3
Сульфат-анион (сульфаты)	мг/дм^3	100
Хлорид-анион (хлориды)	мг/дм^3	300
Азот аммонийный	мг/дм^3	0,5
Железо общее	мг/дм^3	0,1
Нитрит-ион	мг/дм^3	0,08
Нитрат-ион	мг/дм^3	40
Фосфат-ион	мг/дм^3	0,6
АПАВ (анионные поверхностно-активные вещества)	мг/дм^3	0,5
Нефтепродукты	мг/дм^3	0,05

Таблица А13 – Выбросы загрязняющих веществ при производстве продуктов питания

Пищевая промышленность	Загрязняющие вещества
Переработка и консервирование мяса	Взвешенные вещества, Хлорид-анион, Акролеин, Дихлорфторметан (фреон 21), Дифторхлорметан (фреон 22), Аммиак
Переработка и консервирование фруктов и овощей	Взвешенные вещества, Хлорид-анион, Сера диоксид (Ангидрид сернистый), Акролеин, Дихлорфторметан (фреон 21), Дифторхлорметан (фреон 22), Аммиак
Производство масложировой продукции	Азота диоксид, аммиак , бензапирен, взвешенные частицы рм10, взвешенные частицы рм2,5, взвешенные вещества, метан, углерода оксид, летучие органические соединения (лос) (кроме метана), предельные углеводороды, *углеводороды предельные С1-С-5 (исключая метан),* гексан, *углеводороды предельные С6-С10,* углеводороды предельные С12-С-19, спирты и фенолы, спирт этиловый , эфиры, диэтиловый эфир , альдегиды, акролеин , ацетальдегид, формальдегид, кетоны, ацетон , органические кислоты, ангидрид уксусный, кислота уксусная, технические смеси, бензин (нефтяной, малосернистый в пересчете на углерод), минеральное масло

Продолжение таблицы А13

Пищевая промышленность	Загрязняющие вещества
Производство маргаринов, жиров специального назначения, заменителей молочного жира, заменителей, улучшителей и эквивалентов масла какао	Натрий хлорид (Поваренная соль) Азота диоксид (Азот (IV) оксид) Азот (II) оксид (Азота оксид) Углерод оксид Бенз/а/пирен (3, 4-Бензпирен) Метанол (Метиловый спирт) 2 Гидрокси-1,2,3-пропантрикарбоновая кислота (Лимонная кислота) Взвешенные вещества Пыль неорганическая: 70-20% SiO2 Пыль сахара, сахарной пудры (сахарозы)
Производство сахара	Углерода оксид, серы диоксид (ангидрид сернистый), азота диоксид, азота оксид, аммиак, пыль сахара, сахарной пудры (сахароза), кальций оксид (негашеная известь)

Таблица А14 – Сбросы загрязняющих веществ при производстве продуктов питания

Пищевая промышленность	Загрязняющие вещества
Переработка и консервирование мяса	БПК 5, БПК полн., Взвешенные вещества, Сухой остаток, ХПК ОСВТЧ, pH, Нитрат-анион, Сульфат-анион (сульфаты), Аммоний-анион, Железо общее, Фосфаты (по фосфору), Хлорид-анион, Фенол, гидроксибензол
Производство масложировой продукции	Аммиак, ацетон (диметилкетон, пропанон), гексан, АСПАВ (анионные синтетические поверхностно-активные вещества), КСПАВ (катионные синтетические поверхностно-активные вещества), НСПАВ (неионогенные синтетические поверхностно-активные вещества), тиосульфаты, уксусная кислота, фосфаты (по фосфору), этанол, сульфат-анион (сульфаты), хлорид-анион (хлориды), БПК 5, БПК полн, взвешенные вещества, сухой остаток, ХПК
Переработка и консервирование фруктов и овощей	БПК 5, БПК полн., Взвешенные вещества, Сухой остаток, ХПКОСВТЧ, pH, Нитрат-анион, Сульфат-анион (сульфаты), Аммоний-анион, Железо общее, Фосфаты (по фосфору), АСПАВ (анионные синтетические поверхностно-активные вещества), Хлорид-анион, Фенол, гидроксибензол
Производство сахара	pH, взвешенные вещества, сухой остаток, ХПК, БПК, сульфат-анион (сульфаты), хлорид-анион (хлориды), азот аммонийный, железо общее, нитрит-ион, нитрат-ион, фосфат-ион, АПАВ (анионные поверхностно-активные вещества), нефтепродукты

Приложение Б
(обязательное)

Перечень НДТ

№	Наименование НДТ	Примечание
Переработка и консервирование и мясной пищевой продукции		
1	Снижение расхода воды и пара при стерилизации мясных и мясосодержащих консервов	пп.4.2.1, 5.1
2	Совершенствование процессов очистки сточных вод	пп.4.2.1, 5.1
3	Совершенствование процессов очистки выбросов в окружающую среду	пп.4.2.1, 5.1
Переработка и консервирование фруктов и овощей		
4	Совершение процессов мойки плодоовощного сырья	пп. 4.2.2, 5.2
5	Организация процесса бланширования фруктов и овощей с повторным использованием бланшировочных вод после фильтрации	пп. 4.2.2, 5.2
6	Организация стерилизации в непрерывном потоке с возможностью вторичного использования пара и воды	пп. 4.2.2, 5.2
7	Низкотемпературная сушка плодоовощного сырья	пп. 4.2.2, 5.2
8	Безразборная мойка емкостей и оборудования	пп. 4.2.2, 5.2
Производство масложировой продукции		
9	Физическая рафинация растительных масел	пп. 4.2.3, 5.3
10	Очистка сточных вод с применением напорной реагентной флотации и/или биологическая очистка сточных вод	пп. 4.2.3, 5.3
11	Очистка сточных вод с применением мембранной ультрафильтрационной установки	пп. 4.2.3, 5.3
12	Применение регулируемого циклонного аппарат РЦ для очистки воздуха от пыли	пп. 4.2.3, 5.3
13	Периодический процесс гидрогенизации с применением реакторов насыщения	п. 5.3
14	Процесс деметаллизации после гидрогенизации (фильтрация на фильтрах картриджного типа)	п. 5.3
15	Повторное использование никелевого катализатора	п. 5.3
16	Получение водорода для гидрогенизации методом электролиза воды	п. 5.3
17	Получение водорода для гидрогенизации методом паровой конверсии метанола	п. 5.3
18	Получение водорода для гидрогенизации методом парового риформинга природного газа	п. 5.3
19	Этерификация и переэтерификация (энзимная, химическая)	п. 5.3
20	Использование компьютерных технологий для контроля и управления технологическими операциями и CIP-мойкой оборудования	п. 5.3
21	Химическая переэтерификация с применением «сухой» пост-обработки	п. 5.3
Производство сахара		
22	Проведение процесса получения диффузионного сока сочетанием экстрагирования и глубокого отжатия жома	пп.4.2.4

Продолжение таблицы

№	Наименование НДТ	Примечание
23	Проведение процессов первой и второй ступени сатурации на основе многоступенчатого контакта газа и сока	пп. 4.2.4
24	Очистка отработавшего при высушивании и охлаждении сахара воздуха	пп. 4.2.4
25	Выделение фильтрационного осадка в обезвоженном виде	пп. 4.2.4
26	Высушивание свекловичного жома глубокой степени отжатия	пп.4.2.4
27	Естественная биологическая очистка сточных вод на полях фильтрации с применением микробных культур направленного действия	пп. 4.2.4

Приложение В
(обязательное)

Перечень технологических показателей

Продукт	Технология	Технологические показатели НДТ			Примечание
		Эмиссии	Энергоэффективность	Ресурсосбережение	
1	2	3	4	5	6
Мясные и мясосодержащие консервы	Тепловая обработка готовой продукции (стерилизация)	Вторичное использование пара и воды	Снижение энерготрат на 10–20 % за счет повышения производительности	Снижение расхода воды на 15–30 % и пара на 30–40 %	пп.4.2.1, 5.1
Мясные и мясосодержащие консервы, полуфабрикаты всех видов, колбасная и деликатесная продукция	Очистка сточных вод: 1) Установка механизированных решеток Шапиро с зазором 6–10 мм;	1) Очистка сточных вод от частиц с размерами от 6 мм эффективность отчистки 80 %	1) Потребление электроэнергии от 0,75 до 2,2 кВт	1) Использование отходов для получения биогаза	пп.4.2.1, 5.1
	2) Установка двухступенчатых гидроциклонов	2) Удаление жира до 70 %	2) нет	2)Перетопка собранного жира на технические цели	
	3) Метод флотации	3) Очистка сточных вод от взвешенных частиц и жира. Эффективность до 98 %.	3) Расход энергии — 0,6 кВт-ч/м^3.	3)Перетопка собранного жира на технические цели, использование отходов для получения биогаза Повторное использование воды на технические цели	
Мясные и мясосодержащие консервы, полуфабрикаты всех видов, колбасная и деликатесная продукция	Снижение уровня эмиссий и содержания в них нежелательных запахов, угарного газа, патогенной микрофлоры, органических газообразных соединений.	Степень отчистки от органических загрязнителей до 98 %. Степень отчистки паро-дымовой смеси до 90 %.	Расход энергии от 15,5 кВт/ч	Экономия электроэнергии за счет снижения количества очистных сооружений	пп.4.2.1, 5.1

Продолжение таблицы

1	2	3	4	5	6
Сушеные фрукты и овощи	Низкотемпературная сушка плодоовощного сырья (инфракрасная сушка)	Отсутствие эмиссий в окружающую среду	Энерготраты ≤ 1 кВт/ч на испарение 1 кг влаги	Температура сушки 35–70 ºС	пп., 4.2.2, 5.2,
1.Плодоовощные пюре, повидло, томатопродукты 2. Плодово-ягодные маринады, продукты с высоким содержанием сахара, овощные, закусочные, обеденные и натуральные консервы	Совершенствование процессов мойки плодоовощного сырья	Расход воды 2–5 м^3 в час	Снижение энергопотребления на 1 тонну сырья на ≈15 % при использовании моечных машин с максимальной мощностью ≤1,0–1,5 кВт/ч на 1 т перерабатываемого сырья	Уменьшение расхода воды за счет рециркуляции	пп., 4.2.2, 5.2,
1.Плодоовощные пюре, повидло, томатопродукты 2. Плодово-ягодные маринады, продукты с высоким содержанием сахара, овощные, закусочные, обеденные и натуральные консервы	Организация процесса бланширования фруктов и овощей с повторным использованием бланшировочных вод после фильтрации	Повторное использование бланшировочных вод после фильтрации	Снижение энергопотребления на 1 тонну сырья на ≈15 %	Расход воды ≤1,5–2,0 м^3/ч	пп., 4.2.2, 5.2,
1.Плодоовощные пюре, повидло, томатопродукты 2. Плодово-ягодные маринады, продукты с высоким содержанием сахара, овощные, закусочные, обеденные и натуральные консервы	Организация стерилизации в непрерывном потоке с возможностью вторичного использования пара и воды	Вторичное использование пара и воды	Снижение энерготрат на 10–20 % за счет повышения производительности	Снижение расхода воды на 15–30 % и пара на 30–40 % на 1 т перерабатываемого сырья	пп., 4.2.2, 5.2,

Продолжение таблицы

1	2	3	4	5	6
Рафинированное растительное масло	Физическая рафинация растительных масел	Отсутствие эмиссий в окружающую среду	Расход энергии: в режиме пуска – 128 кВт/ тонна; в режиме работы - не более 30 кВт/ т. Снижение энергопотребления на 1 тонну готовой продукции в 5 раз за счет проведения процесса в одну стадию	Уменьшение расхода воды и пара за счет проведения процесса в одну стадию	пп., 4.2.3, 5.3
Рафинированное растительное масло	Очистка сточных вод с применением жироловок различных модификаций: СТК, ОТБ, установок для напорной реагентной флотации, биологической очистки	Удаление жира до 70% Эффективность очистки 100%	Расход электроэнергии от 0,60 до 2,2 кВт-ч/м3.	Уменьшение образования непищевых отходов в пищевом производстве. Степень очистки из- за наличия загрязнений в коллоидном и растворенном состоянии и составляет по жирам – 80 %, по ХПК – 55 %, эффект обеззараживания - 90-99 %.	П п.4.2.3

Продолжение таблицы

1	2	3	4	5	6
Рафинированное растительное масло	Очистка сточных вод с применением мембранной ультрафильтрационной установки	Высокая степень очистки, удаление вирусов	При продавливании 1 м3 воды через мембрану при давлении 4,9 МПа расходеэлектроэнергии1,36 кВт/ч	Очищенная сточная вода может быть снова вовлечена в производство без последующей доочистки, что сокращает продолжительность общего производственного цикла и снимает необходимость комплектации дополнительного оборудования. Отфильтрованные жиры не изменяют своего состава и служат хорошим исходящим материалом для дальнейшей переработки.	п.4.2.3

Продолжение таблицы

1	2	3	4	5	6
Растительные масла и жиры	Применение циклонных аппаратов для очистки воздуха от пыли	Уменьшение выбросов пыли	Можно применять в качестве единственной ступени очистки	Высокая производительность, простой технологический процесс, проходящий в одну стадию, отсутствие необходимости в дополнительном оборудовании для повторной очистки воздуха в фильтрах	пп..3.3.3. 4.2.3
Растительные масла и жиры	Использование установки напорной флотации для очистки промывных вод	Многократное использование воды в производстве, уменьшение потребления водопроводной воды и сокращение объема образующихся сточных вод	Высокая скорость и эффективность при извлечении из сточных вод тонкодисперсных частиц	Степень очистки из-за наличия загрязнений в коллоидном и растворенном состоянии составляет по взвешенным веществам 74%, по жирам – 80%, по ХПК – 55%, эффект обеззараживания – 90-99%.	пп..3.3.3. 4.2.3
Маргариновая продукция	Периодический процесс гидрогенизации с применением реакторов насыщения	Существенное сокращение выбросов в атмосферу газов – азота и водорода,	Снижение потребления энергии.	Снижение расходов на очистку воздуха	пп.. 4.2.3, 5.3

Продолжение таблицы

1	2	3	4	5	6
		содержащих продукты разложения жиров (низкомолекулярные кислоты, альдегиды и кетоны, в т. ч. акролеин),			
Маргариновая продукция	Процесс деметаллизации после гидрогенизации (фильтрация на фильтрах картриджного типа)	Проведение процесса деметаллизации снижает нагрузку на очистные сооружения предприятий, т.к. отсутствуют сточные воды, не требуется хранение и реализация соапстока. Применение картриджных фильтров позволяет минимизировать загрязнение отбельной глины в последующем процессе очистки гидрогенизированного жира.	Экономия энергии в силу отсутствия дополнительного процесса дезодорации.	Снижение расходов на очистку сточных вод, на приобретение дополнительных буферных ёмкостей, сокращение расходов на закупку отбельной глины,	пп.. 4.2.3, 5.3
Маргариновая продукция	Повторное использование никелевого катализатора	Снижение отходов в виде отработанного никелевого катализатора		Снижение расходов на приобретение никелевого катализатора	пп.. 4.2.3, 5.3
Маргариновая продукция	Получение водорода для гидрогенизации методом электролиза воды	Выбросы водорода в смеси с азотом минимизированы и присутствуют только на этапах пуска и остановки, отсутствие сточных вод.		Снижение расходов на очистку сточных вод, снижение себестоимости готового продукта. Стоимость 1 н.м3 водорода – 21 руб..	пп.. 4.2.3, 5.3

Продолжение таблицы

1	2	3	4	5	6
Маргариновая продукция	Получение водорода для гидрогенизации методом паровой конверсии метанола	Выбросы водорода в смеси с азотом минимизированы, отсутствие сточных вод.	Снижение потребления энергии	Снижение расходов на очистку сточных вод и на потребление энергии, снижение себестоимости готового продукта. Стоимость 1 н.м3 водорода – 17 руб..	пп.. 4.2.3, 5.3
Маргариновая продукция	Получение водорода для гидрогенизации методом парового риформинга природного газа	Выбросы водорода в смеси с азотом минимизированы, отсутствие сточных вод.	Снижение потребления энергии	Снижение расходов на очистку сточных вод и выборов	пп.. 4.2.3, 5.3
Маргариновая продукция	Этерификация и переэтерификация (энзимная, химическая)	Отсутствие отходов при проведении процессов этерификации и переэтерификации.		Отсутствие отходов	пп.. 4.2.3, 5.3
Растительные масла и жиры	Дистанционное управление технологическими потоками посредством пневматических клапанных устройств с компьютеризированного рабочего места технолога или оператора.	Снижение потребления воды, моющих и дезинфицирующих средств до 15 %.	Снижение потребления энергии	Снижение потребления, воды. Современные программно-технические средства с высокой точностью определяют концентрацию моющих веществ в промывной воде, благодаря чему вода после последнего ополаскивания может использоваться для следующего маршрута мойки.	пп.. 4.2.3, 5.3
Маргариновая продукция	Химическая переэтерификация с применением «сухой» пост-обработки	Снижение отходов при проведении процесса химической переэтерификации.		Снижение количества отходов.	пп.. 4.2.3, 5.3

Продолжение таблицы

1	2	3	4	5	6
Сахар	Проведение процесса получения диффузионного сока сочетанием экстрагирования и глубокого отжатия жома	Отсутствие сточных вод с локального участка	Потребление электроэнергии прессом глубокого отжатия жома 250-500 кВт	Расход свежей воды на локальном участке менее 50 т на 100 т свеклы	пп 4.2.4. 5.4
Сахар	Проведение процессов первой и второй ступени сатурации на основе многоступенчатого контакта газа и сока	Выбросы оксида углерода не более 0,32 кг на 1 т свеклы	Нет	Расход известнякового камня не более 4 т на 100 т свеклы	пп 4.2.4. 5.4
Сахар	Очистка отработавшего при высушивании и охлаждении сахара воздуха	Выбросы сахарной пыли не более 0,06 кг на 1 т сахара	Нет	Дополнительная выработка сахара 1,5-2,0 т для одного завода	пп 4.2.4. 5.4
Сахар	Выделение фильтрационного осадка в обезвоженном виде	Отсутствие сточных вод с локального участка	Потребление электроэнергии фильтр-прессом камерным 8-13 кВт	Потери сахара в фильтрационном осадке не более 0,08 т на 100 т свеклы	пп 4.2.4. 5.4
Сахар	Высушивание свекловичного жома глубокой степени отжатия	Исключение свекловичного жома как отхода	Нет	Расход тепловой энергии на сушку в 1,5 раза ниже, чем при высушивании жома средней степени отжатия	пп 4.2.4. 5.4
Сахар	Естественная биологическая очистка сточных вод на полях фильтрации с применением микробных культур направленного действия	Исключение загрязнения подземных грунтовых вод загрязняющими веществами (фосфатами, хлоридами, аммонийным азотом, сульфатами), исключение специфического запаха	Нет	Уменьшение площадей очистных сооружений на 10-15 га для одного завода	.пп 4.2.4. 5.4

Приложение Г
(обязательное)

Энергоэффективность

1. Краткая характеристика отрасли с точки зрения ресурсо-и энергопотребления.

Производство сахара занимает одно из первых мест среди отраслей пищевой промышленности по энергоемкости, сложности теплоэнергетического комплекса, взаимозависимости между технологическими и теплоэнергетическими потоками. Технология сахара из сахарной свеклы построена на комплексе тесно взаимосвязанных тепловых процессов, таких как нагревание, выпаривание, уваривание, кристаллизация и сушка, а также массообменных процессов – экстрагирования и кристаллизации.

Тепловая схема сахарного завода представляет сложный комплекс, состоящий из многокорпусной выпарной установки с системой теплообменников, греющим агентом в которых является вторичный пар и конденсат из корпусов выпарной установки, при этом использование энергии отработавшего пара в технологическом потоке позволяет экономить тепловую энергию. Так, при производстве свекловичного сахара расход пара составляет 30-50 т на 100 т свеклы, расход электроэнергии – 25-50 кВт•ч на 1 т свеклы; при производстве сахара из тростникового сахара-сырца, соответственно, расход пара – 200-250 т на 100 т сахара-сырца, расход электроэнергии – 90-160 кВт•ч на 1 т сахара-сырца.

За последние пять лет за счет модернизации основного технологического и теплообменного оборудования на российских сахарных заводах расход условного топлива снизился с 4,60 % до 4,15 % к массе переработанной свеклы, при этом на 6 предприятиях он был на уровне передовых сахаропроизводящих стран (менее 3,3 %).

Снижение расхода энергетических ресурсов является одним из основных направлений повышения конкурентоспособности российского сахара, поскольку в себестоимости переработки сахарной свеклы доля топливно-энергетических ресурсов составляет 45-55 %.

Основные направления энергоэффективности в отрасли следующие: техническое перевооружение с использованием современного технологического и теплообменного энергосберегающего оборудования (пластинчатых подогревателей, пленочных выпарных аппаратов и др.); совершенствование тепловых схем на основе шести- и семикорпусных выпарных установок и использования тепла низкого потенциала; реализация энергосберегающих технологий переработки – экстрагирования сахарозы с применением прессов глубокого отжатия жома до 32 % сухих веществ и возврата жомопрессовой воды в технологический поток; расширение использования современных технологических вспомогательных средств для очистки диффузионного сока со снижением расхода извести; уваривание и кристаллизация утфелей с использованием маточного утфеля и стандартного сиропа; внедрение современных систем автоматизации и управления технологическими и теплотехническими процессами на базе микропроцессорной техники и компьютерно-интегрированных технологий.

Снижение затрат на топливо и энергию в себестоимости промышленной продукции пищевых предприятий является актуальной задачей и для других отраслей.

Мясоперерабатывающая промышленность также характеризуется высоким энергопотреблением, в частности при производстве консервной продукции. При этом значительная часть от общего потребления энергетических ресурсов расходуется на нагрев воды, производство пара, очистку сточных вод и воздуха.

Не менее высоким энергопотреблением характеризуется масложировая отрасль, производящая большой ассортимент растительных масел и маргариновой продукции. Значительную часть от общего потребления энергетических ресурсов при этом составляют затраты на экстракционный способ получения растительных масел и рафинацию нерафинированных растительных масел.

При переработке плодоовощного сырья основную часть от общего потребления энергетических ресурсов составляют расходы на тепловые процессы (стерилизация, сушка, замораживание).

Ресурсосбережение в производстве плодоовощных и мясных консервов, сушеных и замороженных плодов и овощей, мясной продукции обусловлено полнотой использования сырья, увеличением выхода готовой продукции из перерабатываемого сельскохозяйственного сырья, использованием вторичных сырьевых и водных ресурсов, снижением расхода электрической и тепловой энергии.

Снижение энергопотребления достигается за счет замкнутого цикла использования теплоносителей, применения тепла отходящих паров для нагрева полупродуктов в технологическом процессе. Отходы, образующиеся при подготовке сырья и очистке сточных вод, могут быть использованы в качестве альтернативного топлива (лузга, жировые отходы при очистке сточных вод и др.).

Вопросы ресурсосбережения в масложировой отрасли также связаны с полнотой извлечения целевого продукта (растительных масел), снижением потерь при рафинации, а также комплексным использованием отходов и побочных продуктов с получением пищевых и кормовых продуктов, лецитина, удобрений, компонентов строительных материалов, и др.; регенерацией и рекуперацией экстракционного растворителя, очисткой и повторным использованием сточных вод для технологических целей.

2. Основные технологические процессы, связанные с использованием энергии

Технологические процессы, связанные с использованием энергии в отдельных отраслях пищевой промышленности, приведены в разделах: 2.1, 2.2, 3.2, с переработкой и консервированием мяса и мясной пищевой продукции, производством продукции из мяса убойных животных и мяса птиц – в подразделах 3.3.1, 4.2.1, 5.1, 6.1, переработкой и консервированием фруктов и овощей – в подразделах 3.3.2, 4.2.2, 5.2, 6.2, производством растительных масел и жиров – в подразделах 3.3.3, 4.2.3, 5.3, 6.3, маргариновой продукции – в подразделах 3.3.4, 4.2.3, 5.3, 6.3, сахара – в подразделах 3.3.5, 4.2.4, 5.4, 6.4.

3. Уровни потребления

– удельные расходы электроэнергии в отдельных отраслях пищевой промышленности – см. раздел 1.7, таблица 1.8;

– процентное соотношение сырьевого материала, содержащегося в конечном продукте при производстве продуктов питания – см. раздел 3.1, таблица 3.2;

– удельный расход воды, электрической и паровой энергии при производстве вареного окорока – см. подраздел 3.3.1, таблица 3.11, колбас – см. таблица 3.15, консервированной мясной продукции – см. таблица 3.16;

– потребление энергоресурсов при переработке и консервировании плодов и овощей – см. подраздел 3.3.2, таблица 3.27, производстве замороженных фруктов и овощей – см. п. 3.3.2.2;

–энергопотребление в процессе рафинации нерафинированных растительных масел – см. подраздел 3.3.3, таблица 3.35, производстве маргариновой продукции – см. подраздел 3.3.4, таблица 3.36, при дистилляции — см. п. 3.2.17.4, тостировании шрота — см. п. 3.2.33.4, вымораживании (винтеризации) — см. п. 3.2.39.2;

– потребление энергоресурсов при производстве сахара – см. подраздел 3.3.5 и 4.2.4;

–характеристики ресурсо- и энергосбережения при производстве растительных масел — см. пп. 3.2.1.4, 3.2.2.4, 3.2.3.4, 3.2.5.3, 3.2.7.1, 3.2.7.4, 3.2.32.3, очистке растительных масел — см. пп. 3.2.11.3; 3.2.11.4; 3.2.12.4, 3.2.14.1, 3.2.14.4, 3.2.15.1, 3.2.15.4, 3.2.19.4,

- удельный расход материалов и энергоресурсов при экстракции растительных масел на 1 т масличных семян — см. пп. 3.2.9.1 и 3.2.9.4, гидратации растительных масел — см. п. 3.2.18.4, дезодорации растительных масел на 1 т масла — см. п. 3.2.16.4;

- удельный расход материалов и энергоресурсов при гидрогенизации/переэтерификации и фракционировании на 1 т продукта — см. пп. 3.2.24.1, 3.2.24.4.

4. Наилучшие доступные технологии, направленные на повышение энергоэффективности и оптимизацию и сокращение ресурсов

Наименование НДТ	Раздел/ пункт справочника
Переработка и консервирование мясной пищевой продукции	
Снижение расхода воды и пара при стерилизации мясных и мясосодержащих консервов	Радел 5.1, таблицы 5.1 и 5.2
Совершенствование процессов очистки сточных вод	Радел 5.1, таблицы 5.1 и 5.2
Совершенствование процессов очистки выбросов в окружающую среду	Радел 5.1, таблицы 5.1 и 5.2
Переработка и консервирование фруктов и овощей	
Совершение процессов мойки плодоовощного сырья	Радел 5.2, таблицы 5.4 и 5.5
Организация процесса бланширования фруктов и овощей с повторным использованием бланшировочных вод после фильтрации	Радел 5.2, таблицы 5.4 и 5.5

Продолжение таблицы

Наименование НДТ	Раздел/ пункт справочника
Организация стерилизации в непрерывном потоке с возможностью вторичного использования пара и воды	Радел 5.2, таблицы 5.4 и 5.5
Низкотемпературная сушка плодоовощного сырья	Радел 5.2, таблицы 5.4 и 5.5
Безразборная мойка емкостей и оборудования	Радел 5.2, таблицы 5.4 и 5.5
Производство растительных масел	
Физическая рафинация растительных масел	п. 4.2.3, раздел 5.3, таблицы 5.7 и. 5.8
Очистка сточных вод с применением напорной реагентной флотации и/или биологическая очистка сточных вод	п. 4.2.3, раздел 5.3, таблицы 5.7 и. 5.8
Очистка сточных вод с применением мембранной ультрафильтрационной установки	п. 4.2.3, раздел 5.3, таблицы 5.7 и. 5.8
Применение регулируемого циклонного аппарат РЦ для очистки воздуха от пыли	п. 4.2.3, раздел 5.3, таблицы 5.7 и. 5.8
Производство маргариновой продукции	
Периодический процесс гидрогенизации с применением реакторов насыщения	Раздел 5.3
Процесс деметаллизации после гидрогенизации (фильтрация на фильтрах картриджного типа)	Раздел 5.3
Повторное использование никелевого катализатора	Раздел 5.3
Получение водорода для гидрогенизации методом электролиза воды	Раздел 5.3
Получение водорода для гидрогенизации методом паровой конверсии метанола	Раздел 5.3
Получение водорода для гидрогенизации методом парового риформинга природного газа	Раздел 5.3
Этерификация и переэтерификация (энзимная, химическая)	Раздел 5.3
Использование компьютерных технологий для контроля и управления технологическими операциями и CIP-мойкой оборудования	Раздел 5.3
Химическая переэтерификация с применением «сухой» пост-обработки	Раздел 5.3
Производство сахара	
Проведение процесса получения диффузионного сока сочетанием экстрагирования и глубокого отжатия жома	Раздел 5.4, таблицы 5.10 и. 5.11
Выделение фильтрационного осадка в обезвоженном виде	Раздел 5.4, таблицы 5.10 и. 5.11
Наименование НДТ	Раздел/ пункт справочника
Высушивание свекловичного жома глубокой степени отжатия	Раздел 5.4, таблицы 5.10 и. 5.11
Естественная биологическая очистка сточных вод на полях фильтрации с применением микробных культур направленного действия	Раздел 5.4, таблицы 5.10 и. 5.11

5. Экономические аспекты реализации НДТ, направленные на повышение энергоэффективности и оптимизацию и сокращение ресурсопотребления

В разделах 5.1, 5.2, 5.3, 5.4 представлена информация по ориентировочным капитальным затратам на реализацию отдельных мероприятий по модернизации существующих технологий переработки и консервирования мясной пищевой продукции (таблица 5.3), переработки и консервирования фруктов и овощей (таблица 5.6), производства растительных масел и маргариновой продукции (таблица 5.9), производства сахара (таблица 5.12), направленных на снижение негативного воздействия на окружающую среду и повышение энергоэффективности производства.

6. Перспективные технологии, направление на повышение энергоэффективности, оптимизацию и сокращение ресурсопотребления

– установка мембранного биореактора для очистки сточных вод при производстве продукции из мяса убойных животных и мяса птицы – см. раздел 6.1, таблица 6.1;

– получение биогаза при стандартной схеме очистки сточных вод – см. раздел 6.1;

– применение сухих охладителей (драйкулеров) при организации холодоснабжения в производстве мясной продукции – см. раздел 6.1, таблица 6.1;

– установка частотных преобразователей в холодильных системах – см. раздел 6.1, таблица 6.1;

– использование рекуперации тепла от холодильных установок – см. раздел 6.1, таблица 6.1;

– плазменная очистка воздуха – см. раздел 6.1, таблица 6.1;

– установка трехкорпусных и более выпарных установок для концентрирования плодоовощного пюре – см. раздел 6.2, таблица 6.2;

– установка азотного трехзонного скороморозильного аппарата для криогенного замораживания плодоовощного сырья – см. раздел 6.2, таблица 6.2;

– концентрирование томатопродуктов с использование ферментных препаратов – см. раздел 6.2, таблица 6.2;

– установка для диспергирования и гомогенизации плодоовощного сырья – см. раздел 6.2, таблица 6.2;

– инфракрасная сушка фруктов и овощей – см. раздел 6.2, таблица 6.3;

– комбинированные способы сушки фруктов и овощей – см. раздел 6.2, таблица 6.4;

– совершенствование физической рафинации — см. раздел 6.3, таблицы 6.6 и 6.7;

– сверхкритическая CO_2-экстракция— см. раздел 6.3, таблицы 6.6 и 6.7;

– экструзионный способ подготовки масличного сырья и извлечения масел— см. раздел 6.3, таблицы 6.6 и 6.7;

– производство биотоплива (из технического рапсового масла) — см. раздел 6.3, таблицы 6.6 и 6.7;

– производство биогаза из жиросодержащих отходов очистных сооружений— см. раздел 6.3, таблица 6.6 и 6.7;

– ионообменное умягчение очищенного сока при производстве сахара – см. раздел 6.4, таблица 6.8;

– обезвоживание транспортерно-моечного осадка при производстве сахара – см. раздел 6.4, таблица 6.8.

Библиография

1. Акопян, В. Б. Ультразвук в производстве пищевых продуктов // Пищевая промышленность. — 2003. — № 4. — С. 68-69.

2. Ананьева, Л.Н. Очистка сточных вод мясоперерабатывающих предприятий и их утилизация на основе мембранных методов разделения/Л. Н. Ананьева. – 1995

3. Антипов, С.Т. Машины и аппараты пищевых производств. В 2 кн. Кн. 2. / С.Т. Антипов [и др.]; под ред. акад. РАСХН В.А. Панфилова. – М.: Высш. шк., 2001. – 680 с.

4. Антипов, С. Т., Добромиров В. Е., Белозерцев А. С., Кумицкий А. С. Комплексное использование криогенных жидкостей в процессе вакуум сублимационной сушки //Хранение и переработка сельхозсырья. — 2007. — № 5. — С. 79-81.

5. Безверхова, Е. В. Ресурсосберегающие технологии как основа инновационного развития отрасли растениеводства /Е.В. Безверхова, В.Г. Русский // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. - 2014. - № 9 - С. 45-47.

6. Белоусова Н.И. Биогаз – универсальное топливо // Мясная индустрия. – 2008. – № 11. – С. 57-59.

7. Бугаенко, И.Ф. Общая технология отрасли: научные основы технологии сахара. В 2 ч. Ч. 1. / И.Ф. Бугаенко, В.И. Тужилкин, Л.Г. Белостоцкий. – СПб.: ГИОРД, 2007. – 512 с.

8. Будник, Л. И. Проблемы экологической безопасности при эксплуатации современных производственных комплексов // Известия Академии промышленной экологии. – 2006. – № 3. – С.77-78.

9. Велюханов, В. Энергосбережение в системах хладоснабжения предприятий мясной промышленности / В. Велюханов, А. Давтян // Журнал Все о мясе. – 2013. – №1 – С.26-29.]

10. ВНТП 12-94К Нормы технологического проектирования предприятий плодоовощной консервной промышленности Министерство сельского хозяйства и продовольствия Российской Федерации АО «АГРОПРОМНАУЧПРОЕКТ» АО «Севкавпищепромпроект», Москва., – 1994 г.

11. Волончук, С. К., Научные подходы повышения эффективности переработки растительного сырья / С.К. Волончук, Л.П. Шорникова, Г.П. Филлиманчук //Хранение и переработка сельхозсырья. — 2005. — № 1. — С. 21.

12. Воронов Ю.В. Водоотведение и очистка сточных вод. /Ю.В. Воронов, С.В. Яковлев. – М.: Издательство ассоциации строительных вузов, 2006 - 704 с.

13. Воронцов, А.П. Ресурсосбережение в АПК / Москва: Юркнига, 2015 – 340 с.

14. Воротников И.Л. Ресурсосберегающее развитие перерабатывающих отраслей АПК / И.Л. Воротников, К.А. Петров, В.В. Кононыхин // Экономика с.-х. и перераб. предприятий. – 2010. – №10. – С. 21-23.

15. Вторичные сырьевые ресурсы пищевой и перерабатывающей промышленности АПК России и охрана окружающей среды: Справочник /Под общей ред. акад. Е. И. Сизенко. — М. 1999. — 465 с.

16. Голубев И.Г. Рециклинг отходов в АПК: справочник. / И.Г. Голубев, И.А. Шванская, Л.Ю. Коноваленко, М.В. Лопатников — М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2011. – 296 с.

17. Голыбин, В.А. Водное хозяйство сахарных заводов: учеб. пособие / В.А. Голыбин [и др.]; Воронеж. гос. технол. акад. – 2-е изд., исправл. и доп. – Воронеж, 2009. – 124 с.

18. Гореньков Э.С. О научном обеспечении плодоовощной консервной промышленности //Пищевая промышленность. — 2004. — № 2. — С. 66-67.

19. Гребенюк, С.М. Технологическое оборудование сахарных заводов / С.М. Гребенюк [и др.]. – М.: КолосС, 2007. – 520 с.

20. Громова, У. Энергосберегающие технологии в России и за рубежом. Пронедра. 2012 – 350 с.

21. Донченко Л.В. Пектин: основные свойства, производство и применение. – М.: ДеЛи, 2007. – 350 с.

22. Драчева Л. В. Инновационная упаковка // Пищевая промышленность. — 2007. — № 7. — С. 33.

23. Егорова, М.И. Разработка бессточной технологии умягчения сока II сатурации в противотоке: автореф. дис. … канд. тех. наук / М.И. Егорова. – Киев, 1991. – 24 с.

24. Егорова, М.И. Умягчение сока II сатурации в непрерывном режиме / М.И. Егорова, В.В. Спичак, Л.Н. Фастова, В.В. Буромский // Сахарная свекла: производство и переработка. – 1991. – № 1. – С. 32-33.

25. Жекова О.А. Особенности инновационного процесса в отраслях пищевых производств // Пищевое производство. – 2005. - № 12. – С. 26-28. Комаров В.И. Проблемы экологии в пищевой промышленности // ЭКИП. – 2002. - № 6. – С. 4-8.

26. Журба М.Г. Водоснабжение. Проектирование систем и сооружений. Том 1. / М.Г. Журба, Л.И. Соколов, Ж.М. Говорова М.: Издательство АСВ, 2003 – 288 с.

27. Зайцева, Л.В. Жиры и масла: современные подходы к модернизации традиционных технологий / Л.В. Зайцева, А.П. Нечаев – М.: ДеЛи плюс, 2013. – 156 с.

28. Зайцева, Л.В. Извлечение растительных масел с применением ферментативных препаратов /Л.В. Зайцева, Р.Р. Сироткина, А.П. Нечаев, М.Л. Доморощенкова, В.Я. Стойкова, Л.Ф. Ступакова, И.Д. Спецакова, И.М. Камышева // Масло-жировая промышленность.– 1999. – №4. –С. 14-17.

29. Золочевский В.Т. О нормировании отходов при гидратации растительных масел // Масложировая пром-сть. – 2009. – № 5. – С. 25.

30. Зуева, С. Б. Технологические схемы очистки сточных вод мясоперерабатывающих предприятий / С. Б. Зуева, Н. М. Ильина, О. А. Семенихин, А. А. Епифанова, Л. Г. Петухова // Вестник Воронежского государственного технического университета. – 2009. – Т. 5. № 1. – С. 51-53.

31. Инновационные технологии XXI века //Пищевая промышленность. — 2005. — № 1. — С. 92-93.

32. Калашников Г.В., Литвинов Е.В. Технология рекуперации вторичного картофельного и плодоовощного сырья для сельского хозяйства // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика: сб. науч. тр. Воронеж: ООО «Диамант-принт», 2014. Т. 2. № 5. Ч.3 (10-3). С. 229-233.

33. Калошин Ю.А. Технология и оборудование масложировых предприятий: учебник – М.: «Академия», 2002 – 363с

34. Кириллов Н. Г. Перспективные технологии XXI века: жидкий азот как экологически чистый хладагент // Холодильная техника. — 2004. — № 1. — С. 16-17.

35. Комаров В.И. Проблемы экологии в пищевой промышленности // ЭКИП. – 2002. - № 6. – С. 4-8.

36. Коноваленко Л.Ю. Использование отходов пищевой промышленности для получения альтернативных видов топлива – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2012. – 125 с.

37. Кошевой Е.П. Технологическое оборудование предприятий производства растительных масел: учеб. пособие – СПб.: Гиорд, 2002 – 368с.

38. Кузнецова Л. С., Снежко А. Г., Борисова З. С. и др. Очистка и обеззараживание сточных вод перерабатывающих предприятий АПК // Пищевая промышленность. 2002. № 10. С. 52– 53.

39. Кульнев, В.В. Биологическая реабилитация сточных вод сахарных заводов методом коррекции альгоценоза / В.В. Кульнев, В.И. Ступин, А.А. Борзенков // Экология и промышленность России. – 2017. – Т. 21. – № 3. – С. 16-20.

40. Кружилин, И.П. Использование штамма CHLORELLA VULGARIS BIN для биологической реабилитации сточных вод и загрязненных водоемов / И.П. Кружилин // Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук. – 2009. – № 6. – С. 37-38.

41. Ланецкий В.А. Использование отходов масложировой промышленности // Масложировая пром-сть. – 2008. – № 5. – С. 14-16.

42. Ланецкий В.А. Рациональное использование лузги масличных культур // Масложировая пром-сть. – 2009. – № 5. – С. 22-23.

43. Лебедев Е.И. Безотходные технологии пищевых производств – М: Пищепромиздат. – 2002. – 352 с.

44. Легонькова О.А. Экологическая безопасность: биотехнологические аспекты утилизации пищевых отходов // Хранение и переработка сельхоз сырья. – 2008. – № 8. – С. 18-22.

45. Логачев, И.Н. Энергосбережение в аспирации: монография / К.И. Логачев, О.А. Аверкова. – Москва–Ижевск: РХД, 2013. – 504 с.

46. Ломанчинский В. А. Ресурсосберегающие технологии при переработке плодов и ягод. // Труды IX Межд.. научн.-практ. конф. «Стратегия развития пищевой промышленности». — М., 2003. — Вып. 8. — Т.1. — С. 380-385.

47. Ломанчинский В. А., Шавырин В. А., Робсман Г. И. Упаковка консервов: проблемы и пути совершенствования // Пищевая промышленность. — 2006. — № 5. — С. 18-20.

48. Методические рекомендации по определению технологии в качестве наилучшей доступной технологии, утвержденные приказом Минпромторга России от31.03.2015 № 665.

49. Молотилин, Ю.И. Диффузионно-прессовое извлечение сахарозы - совершенствование получения и очистки диффузионного сока / Ю.И. Молотилин [и др.]. // Сахар. – 2014. – № 5. – С. 42-44.

50. Неменущая Л. А. Н 50 Ресурсосберегающие технологии переработки овощной продукции (Научный аналитический обзор). — М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2007. — 72 с.

51. Никифоров Л.Л. Научно-практические основы совершенствования процесса и аппаратурного оформления очистки сточных вод мясоперерабатывающих предприятий /Л. Л. Никифоров. - 2008

52. Новые морозильные установки для пищевых продуктов: криогенные, спиральные, конвейерные //Lebensmitteltechnic. — 2002. — № 1-2. — С. 30- 31.

53. О мерах по реализации приоритетного национального проекта «Развитие АПК». //Расширенное заседание коллегии Министерства сельского хозяйства Российской Федерации. — 2005. — М.: ФГНУ «Росинформагротех». — 2005. — 38 с.

54. О тенденциях рынка замороженных продуктов // Производство и реализация мороженого и быстрозамороженных продуктов. — 2006. — № 6. — С. 30-33.

55. Овсянников, Ю.Г. Аспирационные системы с принудительной рециркуляцией: монография / Ю.Г. Овсянников, А.И. Алифанова. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2013. – 137 с.

56. Охрана окружающей среды в России. 2016: Стат. сб./Росстат. - 0-92 М., 2016. − 95 с.

57. Очистка диффузионного сока в сахарном производстве /З.В. Ловкис [и др.]; под общ. ред. З.В. Ловкиса – Минск: Белорус. наука, 2013. – 232 с.

58. Паронян В.Х. Технология жиров и жирозаменителей. – М.: ДеЛи принт, 2006. –760с.

59. Паронян В.Х. Технология и организация производства жиров и жирозаменителей. – М.: ДеЛи принт, 2007. – 512с.

60. Паронян В.Х., Скрябина Н.М. Интеграция науки, образования, производства и экологии на основе наукоемких технологий: научная монография. – М.: Полиграф, 2011 – 361с.

61. Паронян В.Х., Скрябина Н.М. Научно-теоретические аспекты инноваций пищевой технологии: научная монография. – М.: Полиграф, 2012-180с.

62. Переработка фруктов и овощей: руководство по экологическим и социальным вопросам по отраслям. European Bank for reconstruction and development, 2009.

63. Перспективы развития российского рынка продуктов глубокой заморозки //Овощеводство и тепличное хозяйство. — 2007. — № 7. — С. 5.

64. Пирузян А.В. Физико-химические аспекты использования отходов растительного происхождения для предотвращения загрязнения органическими веществами сточных вод мясоперерабатывающих предприятий/А. В. Пирузян. - 2009

65. ГОСТ Р 56828.14—2016 Наилучшие доступные технологии. Структура информационно-технического справочника.

66. ГОСТ Р 56828.15—2016 Наилучшие доступные технологии. Термины и определения.

67. ГОСТ Р 56828.13—2016 Наилучшие доступные технологии. Формат описания технологий

68. Поливанова, Т.В. Управление осадками транспортерно-моечных вод сахарного производства – важнейшая экологическая проблема / Т.В. Поливанова [и

др.] // Известия Юго-Западного государственного университета. Серия Техника и технология. – 2014. – № 1. – С. 125-129.

69. Попова Н. Современные технологии в плодоовощной отрасли. /Агробизнес-Россия. — 2006. — № 11. — С. 52-55. 67

70. Попова Н.В., Еланский С.Н. //Современные технологии переработки картофеля // Картофелевод. — 2005. — № 5. — С.10-11.

71. Постановление Правительства РФ от 23.12.2014 № 1458 «О порядке определения технологии в качестве наилучшей доступной технологии, а также разработки, актуализации и опубликования информационно-технических справочников по наилучшим доступным технологиям».

72. Постановление Правительства РФ от 29 июля 2013 г. N 644 «Об утверждении Правил холодного водоснабжения и водоотведения и о внесении изменений в некоторые акты Правительства Российской Федерации» (с изменениями и дополнениями)

73. ПОТ Р О-97300-06-95 Правила по охране труда в сахарной отрасли пищевой промышленности

74. Потапова, И.Ю., Астафьева, О.Е. Российское и зарубежное государственное регулирование и стимулирование ресурсосбережения. // Интернет-журнал «Науковедение» Том 7, №5 (2015)

75. Промышленная нарезка овощей и фруктов: универсальные машины MCS-3D и ILC-3D. //Пищевая промышленность. — 2006. — № 8. — С. 42.

76. Промышленное газовое оборудование: Справочник. 5-е изд., перераб. и доп. Саратов: Газовик, 2010. 992 с.

77. Сальников А. И. Плодоовощная консервная промышленность — вчера, сегодня, завтра // Продукты длительного хранения. — 2007. — № 1. — С. 4-6.

78. СанПиН 2.1.4.1074-01 Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества. Гигиенические требования к обеспечению безопасности систем горячего водоснабжения

79. Сизенко Е. И. Стратегия научного обеспечения развития конкурентоспособного производства отечественных продуктов питания высокого качества //Хранение и переработка сельхозсырья. — 2006. — № 1. — С. 7-9.

80. Спичак, В.В. Водное хозяйство сахарных заводов / В.В. Спичак [и др.]; под ред. д-ра техн. наук, проф. В.В. Спичака; ГНУ РНИИСП Россельхозакадемии. – Курск: ФГУИПП Курск, 2005. – 167 с.

81. Спичак, В.В. Свекловичный жом (производство, хранение и использование) / В.В. Спичак [и др.]. – Курск: РНИИСП, 2010. – 45 с.

82. Справочник проектировщика. Канализация населённых мест и промышленных предприятий. / Лихачёв Н.И. Хаскин С.А. Ларин И.И. и др.; Под общ. ред. Самохина В.Н. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.; Стройиздат, 1981г. - 639с.

83. Стратегия развития пищевой промышленности Российской Федерации на период до 2020 года. Распоряжение Правительства РФ от 17 апреля 2012 г.

84. Тенденции рынка фильтрационного оборудования //Агробизнес и пищевая промышленность. — № 1-2 (67-68). — 2006. — С. 6-7.

85. Укрупненные нормы водопотребления и водоотведения для различных отраслей промышленности/ Совет Эконом. Взаимопомощи, ВНИИ ВОДГЕО Госстроя СССР. – М.: Стройиздат. 1978. - 800. (стр. 349-352)

86. Ультразвуковая технология сушки пищевых продуктов //Оборудование пищевой промышленности: РЖ. — 2000. — № 4. — С. 13.

87. Усовершенствовать процесс умягчения сока II сатурации (на непрерывно действующих аппаратах): отчет о НИР (заключ.) / Всерос. научн.-исслед. ин-т сах. пром. Курский филиал; рук. Спичак В.В., исполн.: Ласкорин Б.Н., Водолазов Л.И., Егорова М.И. – Курск, 1988. – 134 с. – № ГР 81015030.

88. Установка для замораживания продуктов в жидком азоте //Lebensmitteltechnic. — 2001. —№ 4. — S. 52-53.

89. Федеральный закон от 10 января 2002 г. № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды».

90. Федеральный закон от 24 июня 1998 г. № 89-ФЗ «Об отходах производства и потребления».

91. Федеральный закон от 30 марта 1999 г. № 52-ФЗ «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения».

92. Федеральный закон от 4 мая 1999 г. № 96-ФЗ «Об охране атмосферного воздуха».

93. Федоренко В.Ф., Мишуров Н.П., Коноваленко Л.Ю., Неменущая Л.А. Технологические процессы и оборудование, применяемые при производстве продуктов питания: науч. аналит. обзор. – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2016. – 192 с.

94. Хотунцев Ю.Л. Экология и экологическая безопасность:. – М.: Издательский центр «Академия», 2005. – 480 с.

95. Челноков А.А. Основы промышленной экологии: / А.А. Челноков, Л. Ф. Ющенко. – Мн.: Выш. шк., 2004. – 343 с.

96. Чечиков И.В. Повышение эффективности процесса фильтрования сточных вод мясоперерабатывающих производств от грубодисперсных примесей на основе применения установок модульного типа /И. В. Чечиков. – 2009

97. Шахова Е. А. Сценарии развития отраслей АПК в условиях реализации национального проекта //Пищевая промышленность. — 2006. — № 8. — С. 24-27.

98. Штангеев, В.О. Современные технологии и оборудование свеклосахарного производства. В 2 ч. Ч. 1. / В.О. Штангеев [и др.]; под ред. В.О. Штангеева. – К.: Цукор України, 2003. – 352 с.

99. Штокман, Е.А. Вентиляция, кондиционирование и очистка воздуха на предприятиях пищевой промышленности / Е.А. Штокман. – М.: Ассоциация строительных вузов, 2001. – 312 с.

100. Яромский В. Н. Очистка сточных вод пищевых и перерабатывающих предприятий. Минск: Изд. центр БГУ, 2009. – 171 с.

101. Яромский, В. Н. Исследование процесса очистки сточных вод на комбинированных биоокислителях / В. Н. Яромский, Э. И. Михневич // Вестник БНТУ. – 2010. – № 6.– С. 62–66.

102. gost.e-ecolog.ru index.php/lebensmittel-getraenke-145.html

103. gost.e-ecolog.ru .html

gost.e-ecolog.ru