СИСТЕМА РЕКОМЕНДАТЕЛЬНЫХ ДОКУМЕНТОВ
АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА
МИНИСТЕРСТВА СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

РЕКОМЕНДАЦИИ, МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ СИСТЕМ УДАЛЕНИЯ, ОБРАБОТКИ, ОБЕЗЗАРАЖИВАНИЯ, ХРАНЕНИЯ И УТИЛИЗАЦИИ НАВОЗА И ПОМЕТА

РД-АПК 3.10.15.01-17

Москва
2017

gost.e-ecolog.ru

СИСТЕМА РЕКОМЕНДАТЕЛЬНЫХ ДОКУМЕНТОВ
АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА

МИНИСТЕРСТВА СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

РЕКОМЕНДАЦИИ, МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ СИСТЕМ УДАЛЕНИЯ, ОБРАБОТКИ, ОБЕЗЗАРАЖИВАНИЯ, ХРАНЕНИЯ И УТИЛИЗАЦИИ НАВОЗА И ПОМЕТА

РД-АПК 3.10.15.01-17

Москва 2017

Предисловие

1 РАЗРАБОТАНЫ: МГАВМиБ – МВА им. К.И. Скрябина: Кочиш И.И., академик РАН, д-р с.-х. наук; Виноградов П.Н., канд. с.-х. наук; ВНИИВСГЭ: Тюрин В.Г., д-р вет. наук; Бирюков В.Н., канд. вет. наук; Кадиров А.Ф., канд. вет. наук; ВНИИМЖ: Гриднев П.И., д-р техн. наук, Гриднева Т.Т., канд. техн. наук, Спотару Ю.Ю.; НПЦ «Гипронисельхоз»: Мишуров Н.П., канд. техн. наук; Чавыкин Ю.И., канд. техн. наук; Федоров А.Д., канд. техн. наук.

2 ВНЕСЕНЫ Московским филиалом ФГБНУ «Росинформагротех» (НПЦ «Гипронисельхоз»)

3 ОДОБРЕНЫ: Секцией «Приоритетные научные исследования и инновационная деятельность в АПК» Научно-технического совета Минсельхоза России (протокол от 24 марта 2017 г., № 5)

4 УТВЕРЖДЕНЫ И ВВЕДЕНЫ В ДЕЙСТВИЕ: заместителем Министра сельского хозяйства Российской Федерации И.В. Лебедевым 23 мая 2017 г.

5 ВЗАМЕН: «Методических рекомендаций по проектированию систем удаления, обработки, обеззараживания, хранения и утилизации навоза и помета» (утверждены Министерством сельского хозяйства СССР 28.09.1981)

6 СОГЛАСОВАНЫ:

Департаментом ветеринарии Минсельхоза России 10 мая 2017 г. (письмо № ВН 25/10929),

Департаментом животноводства и племенного дела Минсельхоза России 2 мая 2017 г. (письмо № ВН 24/10497),

Департаментом научно-технологической политики и образования Минсельхоза России 22 мая 2017 г.

Содержание

Введение 1

1 Свойства и состав экскрементов свиней и крупного рогатого скота, помёта птицы 4

1.1 Экскременты (бесподстилочный навоз) свиней 4

1.2 Экскременты (бесподстилочный навоз) крупного рогатого скота 8

1.3 Птичий бесподстилочный помёт 13

1.4 Подстилочный навоз свиней и крупного рогатого скота, подстилочный помёт птицы 14

2 Удаление навоза и помёта из животноводческих и птицеводческих помещений 16

2.1 Общие положения 16

2.2 Фермы и комплексы крупного рогатого скота 24

2.2.1 Удаление, транспортировка и хранение подстилочного навоза 24

2.2.2 Удаление, транспортировка и хранение бесподстилочного навоза 28

2.3 Свиноводческие фермы и комплексы 45

2.3.1 Гидравлические способы удаления навоза 45

3 Перекачка жидкого навоза 57

4 Разделение жидкого навоза на фракции 70

4.1 Барабанный виброгрохот 70

4.2 Дуговые сита 71

4.3 Барабанный сепаратор 72

4.4 Пресс ... 73
4.5 Бункер-дозатор ... 73
4.6 Отстойники ... 74
4.7 Центрифуги ... 79
5 Обеззараживание и дегельминтизация навоза и помёта ... 80
5.1 Обеззараживание ... 80
5.2 Биотермическая обработка и компостирование ... 84
5.3 Вермикомпостирование ... 100
5.4 Анаэробная переработка ... 103
6. Биологическая очистка, дезодорация жидкой фракции навоза и доочистка ... 111
6.1 Аэротенки ... 111
6.2 Дезодорация жидкого навоза ... 119
6.3 Доочистка сточных вод ... 121
6.4 Распределение биогенных веществ при биологической очистке ... 123
7 Стоки птицеводческих предприятий и сушка помета ... 126
8 Использование навоза и помета ... 132
8.1 Использование навоза ... 132
8.2 Дождевание ... 141
8.3 Внесение жидкого навоза мобильным транспортом ... 145
8.4 Практика утилизации навоза ... 149
8.5 Использование помета ... 150

СИСТЕМА РЕКОМЕНДАТЕЛЬНЫХ ДОКУМЕНТОВ
АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА

МИНИСТЕРСТВА СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

РЕКОМЕНДАЦИИ, МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ СИСТЕМ УДАЛЕНИЯ, ОБРАБОТКИ, ОБЕЗЗАРАЖИВАНИЯ, ХРАНЕНИЯ И УТИЛИЗАЦИИ НАВОЗА И ПОМЕТА

Дата введения 2017.09.01

Введение

Проектирование систем удаления, обработки, обеззараживания, хранения и утилизации навоза и помета следует проводить в соответствии с РД-АПК 1.10.15.02-17 «Методические рекомендации по технологическому проектированию систем удаления и подготовки к использованию навоза и помета», которые содержат требования к методам использования навоза, навозных стоков, помета и помётных стоков для удобрения кормовых и других сельскохозяйственных культур, регламентируют вопросы выбора систем подготовки и использования навоза, навозных стоков, помета и помётных стоков, соответствующих машин и оборудования, выбора участков под строительство и позволяют решать другие организационные и технологические вопросы.

Настоящие Методические рекомендации имеют целью:

- обеспечить правильное применение РД-АПК 1.10.15.02-17 «Методические рекомендации по технологическому проектированию систем удаления и подготовки к использованию навоза и помета».

- рекомендовать к использованию наиболее рациональные, апробированные в производственных условиях технические решения и оборудование.

Методические рекомендации развивают ряд положений, определенных РД-АПК 1.10.15.02-07 «Методические рекомендации по технологическому проектированию систем удаления и подготовки к использованию навоза и помета», не повторяя их текста.

В Методические рекомендации включены новые разработки в области проектирования систем удаления и подготовки к использованию навоза и помёта ряда институтов и организаций.

Методические рекомендации предназначены для проектных, научных учреждений, руководителей органов водного, санитарного и ветеринарного надзора и специалистов хозяйств. При проектировании, строительстве и эксплуатации животноводческих ферм, комплексов и птицеводческих предприятий возникает ряд дополнительных проблем, тесно связанных с хранением, обеззараживанием и утилизацией наво-

за и помёта, – это защита окружающей среды и вопросы повышения плодородия почв.

Поэтому для обеспечения защиты окружающей среды при проектировании систем удаления, обработки, обеззараживания, хранения и утилизации навоза, навозных стоков и помета необходимо исходить из соблюдения следующих основных положений:

- наличие земельных угодий для использования всего объема получаемого навоза и помёта;

- минимальный расход воды на удаление навоза и помета из животноводческих и птицеводческих помещений;

- оценка различных вариантов систем с учётом стоимости произведённой дополнительной продукции (зерно, корма, биогаз), изменения плодородия почв, негативного воздействия на окружающую среду за счёт выбросов в атмосферу вредных газов, загрязнения грунтовых вод;

- выбор состава сооружений по обработке навоза и помета следует осуществлять на основе комплексной технико-экономической оценки вариантов с учётом затрат на все этапы, начиная от строительства объекта и заканчивая внесением потребного количества питательных элементов и органики на единицу площади под планируемую урожайность сельскохозяйственных культур;

- возможность обеззараживания навоза и помета в случае возникновения эпизоотии на животноводческой ферме, комплексе, птицеводческом предприятии;

- исключение возможности загрязнения воздуха, почвы, открытых и подземных водоисточников.

Это позволит обеспечить эффективное использование навоза и помета с одновременным соблюдением требований охраны окружающей среды по защите от возбудителей болезней животных и человека.

1 Свойства и состав экскрементов свиней и крупного рогатого скота, помёта птицы

1.1 Экскременты (бесподстилочный навоз) свиней

1.1.1 В состав стоков, выходящих со свиноводческих ферм и комплексов, входят экскременты, щетина, остатки кормов и технологическая вода (с репродукторных ферм в небольшом количестве в стоки поступает подстилка (главным образом опилки или стружка).

1.1.2 Экскременты различных половозрастных групп свиней имеют плотность сухого вещества в среднем 1400 кг/м^3 и влажность 86-91%; при отстаивании они не расслаиваются

1.1.3 Расслоение бесподстилочного свиного навоза происходит при влажности 92% и более. Чем выше влажность, тем интенсивнее происходит расслоение навоза.

При этом выпавший осадок хорошо уплотняется, что вызывает необходимость его постоянного перемешивания перед обработкой. Повышение степени разбавления экскре-

ментов водой при перемешивании сопровождается увеличением количества растворенных и уменьшением содержания осаждаемых взвешенных веществ. При разбавлении экскрементов водой (в соотношении до 1:6) 18-20% сухого вещества находится в растворе или в виде коллоидов.

1.1.4 Полужидкий и жидкий свиной навоз способен к гидролизу, поэтому рекомендуется подвергать обработке «свежий» навоз, а его оценку проводить по содержанию органического вещества и основных элементов питания: азота, фосфора и калия.

1.1.5 При хранении жидкого навоза при температуре 18-20°С каждые сутки повышается биологическое потребление кислорода в течение пяти суток ($БПК_5$) при стабильном значении величины химического потребления кислорода (ХПК) и БПК полного. Поэтому оценку сравнительного анализа работы сооружений обработки навоза следует проводить по БПК полному или ХПК.

1.1.6 Гранулометрический состав и гидравлическая крупность частиц полужидкого навоза свиней для расчёта производительности отстойников и напорных навозопроводов приведены в таблице 1.

1.1.7 Среднее содержание сухих и биогенных веществ в экскрементах свиней (по данным ВИЖ) приведено в таблице 2. По этой же таблице может быть определена удобрительная ценность свиных экскрементов.

Таблица 1

Показатели	Крупность частиц, мм						
	более 10	7-10	5-7	3-5	2-3	1-2	менее 1
1	2	3	4	5	6	7	8
Содержание частиц, %	1,5	3	5	8	12,5	37,5	32,5
Гидравлическая крупность частиц, мм/с	-	-	-	52-36	36-28	28-21	21-15

Таблица 2

Половозрастная группа	Суточный выход, кг	Сухое вещество, кг	Азот общий, г	Кальций (CaO), г	Фосфор (P_2O_5), г	Калий (K_2O), г
1	2	3	4	5	6	7
	Кал свиней					
1 Хряки-производители	3,86	0,96	31	28,7	30,40	17,20
2 Свиноматки:						
- холостые	2,46	0,66	17	17,2	12,80	7,56
- супоросные	2,6	0,75	19	18,2	17,10	7,93
- подсосные	4,3	1,14	30	33,6	28,90	12,60

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4	5	6	7
3 Поросята в возрасте, дни:						
- 26 - 42	0,1	0,03	2	2,1	1,84	0,46
- 43 - 60	0,3	0,08	3	3,4	3,40	0,67
- 61 - 106	0,7	0,20	6	9,8	8,00	2,38
4 Свиньи на откорме с массой, кг						
- до 70	2,05	0,51	18	15,9	20,80	9,3
- 70 - 112	2,7	0,67	21	18,2	23,80	9,0
	Моча свиней					
1 Хряки-производители	7,24	0,22	41	10,13	2,80	23,2
2 Свиноматки:						
- холостые	6,34	0,25	28	0,59	2,21	21,5
- супоросные	7,4	0,25	34	0,52	3,39	24,2
- подсосные	11,0	0,30	38	0,34	3,08	14,3
3 Поросята в возрасте, дни:						
- 26 - 42	0,3	0,015	2	0,042	0,21	1,14
- 43 - 60	0,4	0,020	4	0,042	0,37	2,16
- 61 - 106	1,1	0,050	8	0,070	0,41	5,50

Окончание таблицы 2

1	2	3	4	5	6	7
4 Свиньи на откорме массой, кг						
- до 70	2,95	0,094	22	0,30	1,90	6,00
- 70 - 112	3,8	0,147	29	0,36	3,37	6,7
Примечание - Данные приведены применительно к кормлению свиней полнорационными многокомпонентными комбикормами.						

1.1.8 Исследованиями, проведенными ВНИИП им. К.И. Скрябина на свиноводческих предприятиях, установлено, что в одном литре навозных стоков обычно содержатся яйца свиной аскариды, власоглава, эзофагоста, личинки свободно живущих нематод, реже – яйца крысиного цепня в количестве 5-42 экземпляров. При отстаивании значительная их часть выпадает в осадок (более 70 %).

1.2 Экскременты (бесподстилочный навоз) крупного рогатого скота

1.2.1 Бесподстилочный навоз (экскременты) крупного рогатого скота в зависимости от степени его разбавления водой содержит сухого вещества в растворенном виде и в виде коллоидов от 9 до 17%. При влажности до 92% бесподстилочный навоз практически не расслаивается. Плотность сухого вещества навоза 1250 кг/м^3.

1.2.2 Процесс расслоения бесподстилочного навоза при влажности более 92% протекает за 30-40 суток. При этом часть сухого вещества всплывает, образуя корку, а более тяжелая часть выпадает в осадок. Между ними находится слой жидкости, количество которой обычно соответствует количеству добавленной воды.

1.2.3 При откорме молодняка крупного рогатого скота бардой в количестве до 90 кг на голову, содержащей 1,92-5,76% сухого вещества, с включением в рацион 2 кг комбикорма и 3 кг соломы в сутки животные выделяют 8-10 кг кала и до 40 кг мочи.

Влажность кала в среднем составляет 60%, зольность – 26 %, содержание общего азота – 4 кг (из них 1,3 г/кг – аммонийного), $БПК_5$ – 51,5 г/л, ХПК – 230 г/л. Влажность мочи – 95%, $БПК_5$ – 7 г/л, содержание общего азота – 560 мг/л. Средняя влажность экскрементов 88%.

1.2.4 Ориентировочные значения вязкости, предельного напряжения сдвига и плотности бесподстилочного навоза дойных коров и свиней в зависимости от их влажности приведены в таблице 3, в которой плотность навоза дана при температуре до 6°С, а вязкость и предельное напряжения сдвига – при температура 18°С.

Таблица 3

Влажность, %	Навоз дойных коров			Свиной навоз		
	плотность, кг/м^3	вязкость, Н.с/м^2	предельное напряжение сдвига, Н/м^2	плотность, кг/м^3	вязкость, Н.с/м^2	предельное напряжение сдвига, Н/м^2
1	2	3	4	5	6	7
86	1034,2	1,300	75	1054,4	0,70	50
87	1032,2	1,200	60	1050,4	0,52	30
88	1029,6	1,000	50	1046,4	0,40	20
89	1026,9	0,800	40	1042,4	0,32	15
90	1024,4	0,600	37	1038,4	0,28	9,0
91	1021,8	0,300	14	1034,4	0,22	5,0
92	1019,1	0,450	5	1030,3	0,20	1,8
93	1016,5	0,100	2,5	1026,3	0,15	1,6
94	1013,9	0,080	1,0	1022,3	0,10	0,9
95	1011,3	0,050	-	1018,5	0,02	-
96	1008,7	0,035	-	1014,3	-	-
97	1006,1	0,030	-	1010,1	-	-

1.2.5 Среднее содержание сухих и биогенных веществ в экскрементах крупного рогатого скота (по данным ВИЖ и НПЦ «Гипронисельхоз») приведено в таблице 4.

Таблица 4

Половозрастная группа	Суточный выход, кг	Сухое вещество, кг	Общий азот, г	Кальций (CaO), г	Фосфор (P_2O_5), г	Калий (K_2O), г
1	2	3	4	5	6	7
	Кал крупного рогатого скота					
Коровы	35	4,93	123	103	108	47,4
Нетели	20	3,3	77,7	71,8	69,3	30,7
Молодняк на откорме (1,5 года)	18	3,76	60	44,8	63,3	25,7
Телята, месяцы:						
- 3	1	0,20	4,0	2,0	4,7	1,5
- 6	10	1,66	37,3	30,1	42	11,9
- 12	15	2,54	56,1	69,2	52,2	19,7
	Моча крупного рогатого скота					
Коровы	20	1,16	82	2,1	2,3	228
Нетели	13	0,73	54,9	1,0	0,92	136,8
Молодняк на откорме (1,5 года)	9	0,54	48,0	0,7	0,69	92,4
Телята, месяцы:						
- 3	3,5	0,17	19,5	0,16	0,12	33,0
- 6	5	0,18	25,0	0,28	0,23	48,0
- 12	7	0,24	33,5	0,42	0,46	67,2

1.2.6 Удобрительная ценность экскрементов крупного рогатого скота может быть определена по таблице 4.

1.2.7 В бесподстилочном навозе крупного рогатого скота могут содержаться яйца гельминтов: стронгилят, фасциол, мониезий, трихоцефалов (8-30 экземпляров на 1 л). При разделении навоза на «грохоте» бóльшая часть яиц гельминтов поступает в жидкую фракцию.

1.2.8 Влажность бесподстилочного навоза свиней и крупного рогатого скота в зависимости от объемов поступающей в экскременты технологической воды приведена в таблице 5.

Таблица 5

Число объемов воды	Экскременты свиней и дойных коров	Экскременты ремонтного молодняка крупного рогатого скота и молодняка на откорме
1	2	3
	Влажность, %	
0	88	86
0,2	90	-
0,4	-	90
0,5	92	-
0,75	-	92
1,0	94	-
1,33	-	94
2,0	96	-
2,5	-	96
3,0	97	-
5,0	98	-

1.3 Птичий бесподстилочный помёт

1.3.1 Бесподстилочный помёт птиц имеет среднюю объёмную массу (при расчёте помётохранилища) 0,7-0,8 т/м^3, зольность –17,3%, влажность – 55-60%.

1.3.2 Усушка помёта взрослых кур, индеек и молодняка старше 60 дней при клеточном содержании составляет через 12 ч – 13%; через 24 ч – 27%.

Усушка помёта молодняка кур и индеек в возрасте 1-60 дней составляет через 12 ч – 16%; через 24 ч – 33%.

Усушка помёта кур и индеек (взрослых и молодняка) при напольном содержании составляет 50%; уток – 35%.

1.3.3 Среднее содержание биогенных веществ в бесподстилочном помёте птиц приведено в таблице 6.

Таблица 6

Вид помёта	Средняя влажность,%	Азот (N)		Фосфор (P_2O_5)	Калий K_2O
		общий	аммонийный		
Куриный	71-73	1,7-1,9	0,05	1,8-2,0	0,5-0,6
Индюшиный	64-66	0,8-0,9	0,08	0,6-0,7	0,5-0,6
Гусиный	80-82	0,6-0,8	0,10	0,5-0,6	0,8-1,0
Утиный	80-82	0,9-1,0	0,10	1,1-1,5	0,3-0,4

1.3.4 Помёт содержит большое количество органических веществ и является благоприятной средой для развития различных видов микроорганизмов. Помимо окислительных,

в помёте имеются термофильные, нитрофицирующие, денитрифицирующие бактерии, микроорганизмы, участвующие в различных процессах брожения (целлюлозные, маслянокислые, молочнокислые и др.), плесневые грибы, актиномицеты, дрожжи.

1.4 Подстилочный навоз свиней и крупного рогатого скота, подстилочный помёт птицы

1.4.1 Количество и влажность подстилочного навоза свиней и крупного рогатого скота определяются расчётным путём исходя из условий содержания животных, а также вида, влажности и количества добавленной подстилки на одну голову в сутки.

1.4.2 Общая величина помётной массы с подстилкой, поступающий из птичника (при напольном содержании птицы), зависит от продолжительности периода содержания, вида птицы и норматива потребления подстилки для конкретного вида на период содержания птицы.

1.4.3 Удобрительная ценность подстилочного помёта от массы сухого вещества приведена в таблице 7.

Таблица 7

Вид подстилки	Средняя влажность помёта,%	Азот (N)			Фосфор (P_2O_5)	Калий (K_2O)
		общий	аммонийный	нитратный		
Из торфа	48	2,05	0,61	0,100	1,90	0,80
Из опилок	23	2,05	0,30	0,004	1,78	0,80
Из торфа + 20% опилок	31	1,81	0,64	0,020	2,32	0,93
Из торфа + 20% соломы	35	2,43	0,55	0,100	1,79	0,70

2 Удаление навоза и помёта из животноводческих и птицеводческих помещений

2.1 Общие положения

2.1.1 Выбор системы навозоудаления и помётоудаления определяется технологией содержания животных и птицы. Система навозоудаления и помётоудаления должна обеспечивать требуемые условия содержания животных и птицы, исключать загрязнение окружающей среды, быть экономичной для конкретных природно-климатических и производственных зон. Система навозоудаления и помётоудаления на фермах и комплексах, птицеводческих предприятиях увязывается с планами мелиорации земель, укрепления кормовой базы и должна отвечать требованиям защиты окружающей среды.

2.1.2 Уборка и удаление навоза и помёта из животноводческих и птицеводческих помещений – наиболее трудоемкие операции по уходу за животными и птицей. Во время уборки очищают стойла, денники, станки, клетки, транспортируют навоз и помёт по каналам и удаляют за пределы помещения.

2.1.3 Удаление навоза из животноводческих помещений всех типов может выполняться механическим или гидравлическим способом. Механический способ предусматри-

вает применение скребковых, пластинчатых, штанговых и шнековых транспортеров, скреперов возвратно-поступательного движения, бульдозеров разных типов. Штанговые траспортёры с гидравлическим приводом используются для уборки навоза из продольных каналов при ширине 300-500 мм, глубине до 400 мм, длине до 150 м, одна гидравлическая станция в автоматическом режиме может осуществлять привод до четырёх тяговых контуров.

2.1.4 Скорость движения скребковых навозоуборочных транспортеров должна быть не более 12 м/мин. Скребки следует крепить способом, гарантирующим жесткость конструкции при всех условиях. Для установок, расположенных сзади ряда животных, скребки должны быть равномерно размещены один от другого на расстоянии не более 800 мм.

2.1.5 Высота скребков 40-60 мм. Верхняя плоскость скребка должна быть как минимум на 15 мм шире его основания. При удалении твердой фракции навоза должно быть обеспечено минимальное расстояние – 300 мм над основанием канала, если транспортер проходит через стену или перегородку.

2.1.6 Рабочую длину навозных каналов для установки шнековых транспортеров следует выбирать исходя из технических условий на оборудование. Объем продольного канала принимается из расчета сбора двухсуточного количества на-

воза, угол наклона боковых стенок – 60°, ширина по верху – не менее 500 мм, допускается укладка закладных деталей по 3 м, с шагом через 3 м. Канал должен быть перекрыт решеткой.

2.1.7 Гидравлический способ – применение минимального количества воды и самотечных систем непрерывного и периодического действия. Ширину и длину продольных навозных каналов для гидравлических способов удаления навоза при групповом содержании крупного рогатого скота и свиней следует принимать по таблицам 8 и 9.

Таблица 8

Система удаления навоза из животноводческих помещений	Минимальная ширина продольных навозных каналов по верху, м			
	при содержании крупного рогатого скота		при содержании свиней в групповых станках	
	привязном	беспривязном	поросят-отъемышей и ремонтного молодняка	взрослых свиней
Самотечная:				
- непрерывного действия	0,8	1,5	0,7	0,9
- периодического действия	0,8	1,5	0,7	0,9

Примечание – При содержании животных на полностью решетчатых полах ширину продольных каналов для самотечной системы непрерывного действия следует принимать в свинарниках до 2,4 м, в коровниках – до 3,5 м исходя из размеров станков (поголовья животных)

Таблица 9

Система удаления навоза из животноводческих помещений	Максимальная длина продольных навозных каналов, м			
	при содержании крупного рогатого скота		при содержании свиней в групповых станках	
	привязном	беспривязном	поросят-отъемышей и ремонтного молодняка	взрослых свиней
Самотечная:				
- непрерывного действия	30	40	30	40
- периодического действия	30	50	30	40

2.1.8 Глубину продольных навозных каналов при групповом содержании крупного рогатого скота и свиней следует принимать по таблице 10.

Таблица 10

Длина продольного канала	Минимальная глубина продольного канала в помещениях, м			
	для дойных коров	для молодняка и бычков на откорме	для нетелей и сухостойных коров	для свиней в групповых станках
1	2	3	4	5
10	0,7	0,7	0,8	0,8
15	0,8	0,9	1,0	0,9
20	0,9	1,1	1,2	1,0
25	1,0	1,3	1.4	1,1
30	1,1	1,45	1,55	1,2

Окончание таблицы 10

1	2	3	4	5
До 40	1,25	1,8	1,9	1,3
До 50	-	-	-	-
До 100	-	-	-	-

Примечания

1 При самотечной системе навозоудаления периодического действия минимальная глубина продольного канала в помещениях для молочного скота и свиней, содержащихся в групповых станках, составляет 0,8 м.

2 При гидросмывной системе навозоудаления минимальная глубина продольного канала в помещениях для свиней, содержащихся в групповых станках, составляет 0,6 м.

2.1.9 При устройстве вентиляционных воздухозаборов в навозных каналах гидравлических систем навозоудаления глубина этих каналов между низом решетчатого пола и максимальным уровнем поверхности навоза в начальной части каналов (за исключением гидросмывной системы) должна увеличиваться: для системы периодического действия – на 350 мм, непрерывного – на 250 мм.

2.1.10 Поперечные каналы, к которым примыкают продольные, рекомендуется прокладывать под коридорами, разделяющими секции содержания животных. За пределами животноводческих помещений поперечные каналы (коллекторы) должны выполняться из труб диаметром не менее 500 мм.

Переход канала в трубу должен осуществляться плавно с перепадом 0,1 м. В каналах необходимо устанавливать вытяжные стояки диаметром 150 мм через 50 м. Перепад в местах примыкания продольных каналов к поперечным должен составлять не менее 300 мм.

Уклон поперечных каналов в пределах здания при самотечной системе периодического действия в зависимости от размеров канала, влажности навоза, рельефа и гидрогеологических условий следует принимать 0,01-0,3. При самотечной системе непрерывного действия в пределах зданий для содержания крупного рогатого скота до приемных емкостей допускается применение поперечных каналов с порожком без уклона. Их глубина должна обеспечивать возможность создания гидравлического уклона поверхности навоза 0,02 без образования подпора навозу, вытекающему из продольных каналов.

2.1.11 В животноводческих помещениях в местах примыкания продольных каналов к поперечным следует предусматривать смотровые люки, а по трассе коллекторов вне здания – смотровые колодцы, которые должны быть расположены на расстоянии не более 50 м друг от друга. Диаметр колодцев должен быть не менее 1 м. В колодцах с присоединением или поворотом отводящие трубы должны укладываться на 0,1 м глубже, чем подводящие, с плавным перехо-

дом лотка, без уступов. Повороты лотков должны выполняться радиусом не менее 1,5-2 диаметра трубы.

В конце продольных каналов следует предусматривать установку шторок для исключения сквозняков и проникновения вредных газов из магистральных каналов животноводческих помещений, а при гидросмывной системе – устройство гидрозатворов. Их установка должна решаться совместно с системой вентиляции. Количество воздуха, удаляемого из каналов, должно быть: для ферм и комплексов крупного рогатого скота не менее 30 %; свиноводческих – не менее 50% минимального расчетного воздухообмена.

2.1.12 Для удаления навоза из помещений для содержания животных должна использоваться производственная вода. В помещениях откорма крупного рогатого скота старше трехмесячного возраста, оборудованных самотечными системами навозоудалення периодического действия, допускается использование жидкой неинфицированной фракции навоза (рециркуляция), прошедшей карантинирование. При этом жидкая фракция с целью исключения ее разбрызгивания и попадания брызг на лицевую сторону пола должна подаваться в продольные каналы под слой навоза («затопленная струя»). При возникновении на фермах и комплексах эпизоотических ситуаций применение жидкой неинфицированной фракции в системе рециркуляции не допускается.

Смыв навоза из каналов в этом случае должен производиться производственной водой. Расход воды на промывку каналов от навоза приведен в таблице 11.

Таблица 11

Система удаления навоза из животноводческих помещений	Норма расхода воды на одно животное в сутки, л		
	свиньи	крупный рогатый скот	
	при групповом содержании	откорм и нетели	молочное направление
1	2	3	4
Самотечная:			
- непрерывного действия	1,5	18	15
- периодического действия	7,0	15	30
Гидросмывная	20	-	-

Примечания

1 Расход воды дан без учета поступления ее в каналы от подтекания поилок, мытья полов и др.

2 Коэффициент суточной неравномерности расхода воды на свиноводческих фермах и комплексах следует принимать 1,25.

3 Коэффициент суточной неравномерности расхода воды на фермах и комплексах крупного рогатого скота следует принимать: для телят – 1,05; для молодняка, нетелей и коров – 1,1.

2.1.13 Существуют следующие схемы удаления навоза на животноводческих фермах и комплексах:

- удаление, транспортировка и хранение подстилочного навоза;

- удаление, транспортировка и хранение бесподстилочного навоза.

Схемы навозоудаления должны выбираться в каждом конкретном случае в зависимости от технологии содержания животных, наличия и вида подстилочного материала и других факторов.

2.1.14 Помёт в птичниках при клеточном содержании птицы перемещается по транспортёрам клеточных батарей и поступает в помётонакопительные ёмкости птичника или в автоприцеп.

2.2 Фермы и комплексы крупного рогатого скота

2.2.1 Удаление, транспортировка и хранение подстилочного навоза

2.2.1.2 Уборку подстилочного навоза из помещений следует производить механическими средствами. При привязном, боксовом и комбибоксовом содержании вносится небольшое количество подстилки, а при беспривязном содержании на глубокой несменяемой подстилке – в количестве, обеспечивающем биотермические процессы в подстилке.

Количество подстилки следует принимать в соответствии с РД-АПК 1.10.01.02-10 «Методические рекомендации по технологическому проектированию ферм и комплексов крупного рогатого скота» и РД-АПК 1.10.01.03-12 «Методические рекомендации по технологическому проектированию ферм крупного рогатого скота крестьянских (фермерских) хозяйств». Для подачи подстилки в стойла и боксы используются мобильные кормораздатчики, а при содержании скота на глубокой подстилке – тракторные тележки.

2.2.1.2 При привязном содержании скота для удаления навоза из продольных каналов животноводческих зданий в поперечные с любым типом и количеством подстилки, в том числе и длинноволокнистой, рекомендуется использовать штанговые транспортёры с гидравлическим приводом. Для удаления навоза используются также малогабаритные бульдозеры или (при использовании небольшого количества и отсутствия длинноволокнистой подстилки) транспортеры ТСН160Б, ТСН2.0Б, система шнеков. Из помещения навоз удаляется наклонным транспортером в тракторный прицеп, или поперечным скребковым транспортером типа КНП, или шнеком в установку типа УТН, которая по стальному напорному навозопроводу перекачивает его в навозохранилище.

При беспривязном содержании животных, а также в каналах, перекрытых щелевыми полами, для удаления навоза ре-

комендуется использовать автоматизированные скреперные установки с гидравлическим приводом, тяговым контуром в виде стальной полосы и пошаговым перемещением скребков по оси канала. При этом длина канала может достигать 150 м, ширина 3 м, место расположения поперечного канала – посередине продольного канала или в его торце.

2.2.1.3 Удаление глубокой подстилки из животноводческих зданий осуществляется тракторными погрузчиками ПЭ-0,8Б, ПФП-1,2, ПУ-0,5 в транспорт через погрузочную эстакаду или непосредственно в транспорт. В зимнее время рекомендуется использовать погрузчик ПБ-35. Толщина слоя подстилки вместе с экскрементами за год достигает 0,6-0,8 м. Удаление производится бульдозером один раз в год.

2.2.1.4 Значительная часть навоза, накапливаемая на выгульных площадках (выгульно-кормовых дворах), убирается через один-два дня бульдозером БН-1.

2.2.1.5 При уборке навоза бульдозером из помещений для боксового и комбибоксового содержания животных проход должен иметь форму прямоугольного лотка шириной не менее 2200 мм и глубиной 200 мм, который выполняется без уклона или с уклоном 0,0025 - 0,005 в сторону перемещения навоза.

2.2.1.6 В помещениях для привязного содержания коров в проходе устраивают два лотка глубиной 150-200 мм, шириной 550 мм с расстоянием между ними 1100 мм.

Для уборки навоза из этих помещений бульдозерный отвал навесного бульдозера выполняют по ширине лотков с шарнирно-закреплённым вырезом, соответствующим размеру среднего прохода. Чтобы предотвратить растекание бесподстилочного навоза за пределы лотков, отвал оборудуется боковыми щеками длиной 1000-1200 мм.

2.2.1.7 Навозохранилище для подстилочного навоза должно быть бетонированное секционное, с пандусом для въезда погрузчиков и транспорта, оборудовано жижесборником для сбора жидкой фракции навоза и ливневых вод (в пределах навозохранилища). Жидкая фракция из жижесборника выкачивается и вывозится цистернами типа МЖТ-10.

2.1.2.8 Погрузка навоза в транспорт при выгрузке его из навозохранилища осуществляется погрузчиком ПЭ-0,8Б. При больших объемах навоза или при наличии влагопоглощающего компонента для компостирования возможно оснащение навозохранилища перегружателем ПОУ-40 для приготовления компоста и погрузки его в транспорт.

2.2.2 Удаление, транспортировка и хранение бесподстилочного навоза

2.2.2.1 При привязном, беспривязном на решетчатых полах и боксовом содержании крупного рогатого скота удаление бесподстилочного навоза и его транспортирование за пределы помещений должно производиться механическими (скребковыми пластинчатыми и шнековыми транспортерами, скреперными автоматизированными установками с гидравлическим приводом) и гидравлическими (самотечными непрерывного и периодического действия) способами.

Ширина и глубина продольных каналов навозоудаления должна соответствовать размерам применяемых механических средств.

2.2.2.2 Скребковые транспортеры типов ТСН2,0Б и ТСН160Б применяют только при привязном содержании животных и двухрядном расположении стойл. Скорость движения скребков горизонтальных транспортеров – 0,18-0,19 м/с, наклонных – 0,72 м/с. Наклонные транспортеры применяются для выгрузки навоза из здания в транспортное средство. Угол установки наклона транспортера 30°.

Горизонтальный транспортёр устанавливают внутри помещения в навозных каналах, проложенных по всей длине помещения рядом со стойлами для коров и соединённых в проходах поперечными каналами в замкнутый четырёхугольник.

Горизонтальный транспортёр перемещает навоз по каналу в приямок, откуда скребки наклонного транспортёра перемещают навоз вверх за пределы здания и сбрасывают в транспортное средство.

Во избежание обмерзания наклонных скребковых транспортеров в северной части Нечерноземной зоны и Сибири их размещение в неотапливаемых тамбурах животноводческих помещений не рекомендуется. Навозоприемный лоток при этом должен быть расширен до 550 мм.

Схема скребкового навозоуборочного транспортёра кругового движения и варианты соединения скребков с цепью приведены на рисунке 1.

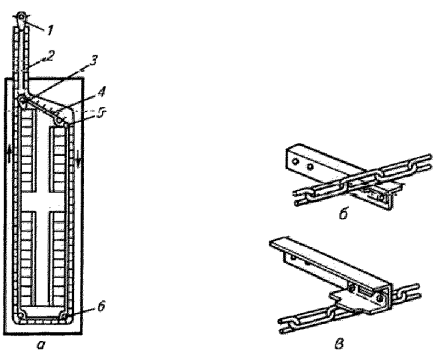


Рисунок 1 – Схема скребкового навозоуборочного транспорта кругового движения (а) и варианты соединения скребков с цепным контуром (б и в):
1 и 3 – приводы наклонного и горизонтального транспортёров;
2 и 4 – наклонный и горизонтальный транспортёры;
5 и 6 – натяжное и поворотное устройства

2.2.2.3 Автоматизированные скребковые транспортёры с гидравлическим приводом и возвратно-поступательным движением скребков (штанговые) представляют собой конвейерные установки. Благодаря возвратно-поступательному движению штанги навоз подаётся к месту выгрузки кратчайшим путём. Посредством направляющих и жесткой штанги предотвращается подъём скребков и обеспечивается устойчивая работа конвейера.

Для подачи в транспортное средство или навозохранилище установки комплектуют наклонными транспортёрами или скреперной установкой УСН-8.

Схема скребкового навозоуборочного транспортёра с возвратно-поступательным движением (штангового) приведена на рисунке 2.

2.2.2.4 Использование шнековых транспортеров является эффективным способом навозоудаления в зданиях и из зданий при привязном содержании животных. Шнеки располагаются в продольных (расположенных вдоль здания) и поперечных (расположенных в торце здания) каналах, перекрытых металлическими решетчатыми полами. Решётки пола изготавливаются из металла прямоугольного сечения 18×18 мм. Ширина щели между прутками 45-50 мм для коровников. Подстилка во избежание забивание решёток и наматывания на рабочие органы транспортёров должна быть измельчена.

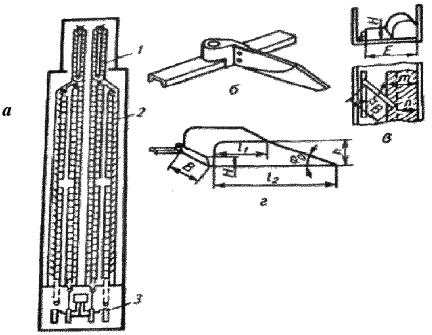


Рисунок 2 – Скребковый навозоуборочный транспортёр возвратно-поступательного движения (штанговый):
1 – гидравлическая станция; 2 – привод тягового контура; 3 – обводные блоки; 4 – гибкие элементы тягового контура; 5 – жесткие участки тягового контура; 6 – продольные каналы; 7 – скребки;
а – конструктивно-технологическая схема установки УН-3,0:
1 – наклонный транспортёр; 2 – горизонтальный штанговый транспортёр; 3 – привод штангового транспортёра;
б – скребок на штанге;
в – схема к расчёту влияния угла прилегания скребка к штанге на процесс формирования тела волочения;
г – расчётная схема тела волочения связного груза (перед скребком)

Рабочую длину навозных каналов для установки шнековых транспортеров следует назначать исходя из ТУ на оборудование, а ширину продольных каналов по верху – не менее 500 мм, глубину – 400 мм; глубину поперечного канала принимают не менее 800 мм, ширину – 500 мм; угол наклона боковых стенок – 60°.

Объем продольного канала принимается из расчета сбора двухсуточного количества навоза.

При бетонировании навозных каналов, приямков приводных станций, а также опоры наклонного шнека используется бетон марки не менее 200.

Отклонение дна канала от прямолинейности не должно превышать 20 мм по всей длине канала. Непрямолинейность стенок должна быть не менее 10 мм. Рамы приводных станций бетонируют, выставив их по уровню.

Пространственная технологическая схема удаления навоза шнековыми транспортёрами приведена на рисунке 3.

2.2.2.5 Скреперные установки с возвратно-поступательным движением рабочих органов, именуемые дельта-скреперами, обеспечивают механическую транспортировку навоза из животноводческих помещений и его подачу с помощью специальных навозоуборочных контейнеров в навозосборники или транспортное средство.

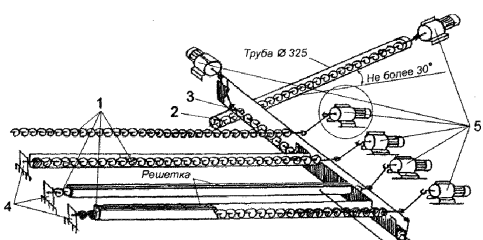


Рисунок 3 – Пространственная технологическая схема системы удаления навоза шнековыми транспортёрами: 1 – продольный транспортёр; 2 – наклонный транспортёр; 3 – поперечный транспортёр; 4 – упор; 5 – приводная станция

2.2.2.6 Скреперные установки типов УС-15, УС-Ф-170, УС-250, автоматизированные скреперные установки с гидравлическим приводом (для продольных каналов) и УС-10, УСН-8, КНП-10 (для поперечных каналов) применяются как в открытых, так и закрытых решетками каналах. Установки УС-Ф-170 и УС-250 работают в автоматическом режиме и являются более предпочтительными для применения.

Навоз из животноводческих помещений скреперными установками следует удалять 3-4 раза в сутки при длине транспортирования 80 м и 4-6 раз – при большей. Количество навоза в канале, остающееся после уборки, не должно превышать 0,4 кг/м^2.

2.2.2.7 Скреперные установки, поперечные каналы, транспортирующие навоз к навозоприемнику, должны обеспечивать ширину захвата не менее 0,8 м.

Отверстие в месте примыкания продольного канала к поперечному по высоте должно быть 0,3-0,35м. Глубина поперечных каналов должна быть не менее 1 м. Каналы между животноводческими помещениями должны быть оборудованы галереями или утеплены щитами с целью предотвращения замерзания навоза.

Дно и стены лотков под скреперные установки должны быть выполнены из бетона марки не ниже 200, а дно – зажелезнено.

Отклонения от прямолинейности стенок по длине лотка не должны превышать 10 мм, а отклонения поверхности дна от горизонтальной плоскости – 5 мм на 1 м длины лотка. Если по лотку предусматривается проезд тракторов для внесения подстилки, то толщина слоя бетона должна быть не менее 180 мм. Поперечный уклон дна лотка скреперных установок в сторону желоба для цепи должен быть 2-3%; продольный профиль лотка выполняется без уклона или с уклоном 0,0025 в сторону перемещения навоза.

Для повышения надежности работы и срока службы скреперных установок под цепью устраивают канавку, обрамленную стальной полосой или уголком (рисунок 4).

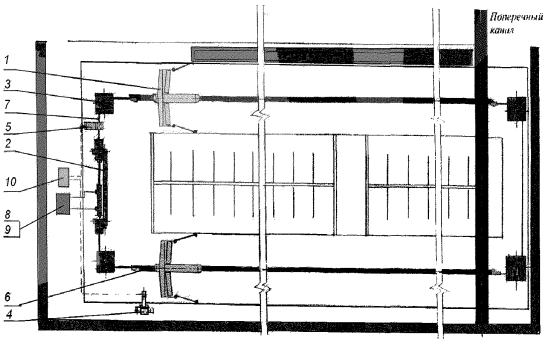


Рис. 4. Схема размещения скреперной установки СГ–2 в животноводческом помещении: 1 – скрепер; 2 – приводная станция; 3 –блок поворотный; 4 – механизм концевого выключателя; 5 – датчик натяжения троса; 6 – лента; 7 – канат стальной; 8 – гидростанция; 9 – магистраль гидравлическая в сборе; 10 – шкаф управления

Скреперная установка СГ – 2 предназначена для уборки навоза из животноводческого помещения при беспривязном содержании животных. Установка состоит из двух скреперов, каждый из которых имеет корпус, два скребка, четыре упора, ползун, два крыла, левый и правый переключатели приводной станции, состоящей из двух рам; анкера в сборе, плиты, ролика, двух подшипников и крышки; четырёх поворотных блоков; гидростанции и шкафа управления, предназначенного для дистанционного управления работой скреперной установки и автоматического отключения её в аварийных режимах эксплуатации. Максимальная производительность скрепера при ширине канала 3,4 м и влажности навоза 96% составляет 4,5 т/ч, при ширине канала 1,9 м – 3,5 т/ч.

Рекомендуемая скреперная установка отличается многовариантностью.

2.2.2.8 Сброс навоза, собранного из продольных каналов, в поперечные осуществляется скреперными установками или шнеком. Из поперечных каналов установкой УТН-10 или наклонным транспортёром навоз транспортируется соответственно в навозохранилище или транспортное средство.

2.2.2.9 Навозоуборочный конвейер КНП-10 выполняет следующие операции: принимает навоз от навозоуборочных транспортёров штанговых ТСН-160А, ТСН-160, ТСН-3,0Б и

ТСН 2,0Б, скреперных установок УС-15, УС-250, УС-Ф-170, с гидравлическим приводом СГ-2, а также мобильных средств уборки навоза АМН-Ф-20 и др. Транспортирует навоз любой консистенции (подстилочный, полужидкий и жидкий) на расстояние до 80 м; подаёт навоз в приёмную воронку установки УТН-10 с его последующим перемещением по трубопроводу из животноводческого помещения в навозохранилище; направляет навоз на наклонный транспортёр для его загрузки в транспортное средство.

Конвейер состоит из приводной и поворотной секций круглозвенной цепи со скребками, металлических корыт и пускозащитной аппаратуры. Сборочные единицы конвейера: привод, звёздочки и цепь. Все они унифицированы с транспортёром ТСН-160А.

2.2.2.10 Применение навозоуборочных установок связано с повышенной металлоёмкостью применяемого оборудования и поэтому оно может быть рекомендовано для небольших и средних молочных ферм. На молочных комплексах, а также комплексах по производству говядины (при численности поголовья более 3 тыс. голов) следует отдавать предпочтение самотёчному способу удаления навоза периодического действия.

2.2.2.11 Гидравлический способ навозоудаления на основе самотечной системы непрерывного действия при-

меняется в помещениях для содержания крупного рогатого скота при содержании животных без подстилки и кормлении силосом, корнеклубнеплодами, бардой, жомом и зеленой массой. Самотёчная система непрерывного действия исключает попадание в навозные каналы остатков грубых кормов.

Температура навоза должна быть более 12°С, влажность – 88-92%.

2.2.2.12 При назначении глубины и ширины поперечных каналов не следует допускать подпора ниже расположенных каналов. Продольные каналы следует выполнять без уклона, с установкой в их конце порожков и шиберов, необходимых для начального накопления полужидкого навоза при пуске системы. Высоту порожка рекомендуется назначать 100-150 мм.

2.2.2.13 Ширину каналов под кормовыми, кормонавозными и навозными проходами необходимо принимать в соответствии с требованиями РД-АПК 1.10.01.02-10 «Методические рекомендации по технологическому проектированию ферм и комплексов крупного рогатого скота» (пункт 7.1).

В пределах зданий и до приемных емкостей допускается применение поперечных каналов с порожком без уклона. Глубина их в этом случае должна обеспечивать возможность создания гидравлического уклона поверхности навоза 0,02 без

образования подпора навозу, вытекающему из продольных каналов.

При пуске системы навозоудаления в самотёчный режим продольный канал заполняют водой на высоту порожка. Вода смачивает нижнюю поверхность канала и компенсирует испаряющуюся влагу жидкого навоза в первый период эксплуатации системы. Навозная масса накапливается в продольном канале до уровня, при котором образуется гидравлический уклон. Масса движется самотёком, вследствие чего стекает через порожек в коллектор (поперечный канал). Глубина навозных каналов зависит от высоты слоя навоза, при которой он начинает течь. В.В. Калюга рекомендует определять минимальную начальную глубину потока навоза (м), при которой возможно движение вязкопластической массы по каналу единичной ширины, по формуле

$$h_0 = \frac{2\tau_0 L_k}{\rho g}, \qquad (1)$$

где τ_0 – предельное напряжение сдвига, Па;

L_k – длина канала, м;

ρ – плотность навозной массы, кг/м^3;

g – ускорение свободного падения, м/с^2.

Начальная и конечная глубина самотечного канала (рисунок 5)

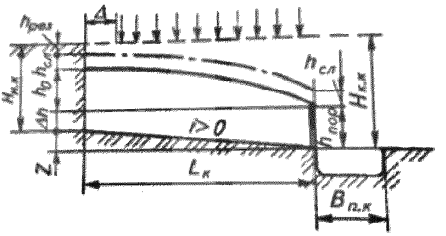


Рисунок 5 – Расчётная схема навозосборного канала

$$H_{НК} = \Delta_h + h_0 + h_{сл} + h_{рез}, \quad (2)$$

$$H_{КК} = h_{пор} + h_{сл} + h_{рез} + h_0, \quad (30$$

где Δh – превышение высоты порожка над дном канала в начальной его части, м

$$\Delta h = h_{пор} - Z,$$

где $H_{пор}$ – высота порожка, м

$Z = iL_k$ – разность отметок начала и конца канала,

где i – (уклон дна канала);

$h_{сл}$ – толщина жидкого слоя над порожком ($H_{сл}$ = 0,05-0,1 м);

$h_{рез}$ – резервная глубина канала, м, т.е. минимально допустимое расстояние от наивысшего уровня массы в начале канала до решетчатого пола ($h_{рез}$ = 0,05-0,1 м).

Обычно принимают Δh = 0,05-0,1 м (см. рисунок 5).

2.2.2.14 Гидравлический способ навозоудаления на основе самотечной системы периодического действия может применяться на всех фермах и комплексах при бесподстилочном содержании животных.

Продольные каналы следует проектировать с уклоном не менее 0,005. Объем продольных каналов должен обеспечивать накопление навоза в течение 7-14 дней.

Минимальная глубина продольного канала в помещениях для молочного скота, содержащегося в групповых секциях, должна быть не менее 0,8 м.

В конце продольных каналов, где осуществляется выпуск навоза в поперечные каналы и лотки, у шиберов, ширина которых превышает 1,0 м, допускается сужение каналов.

Уклон поперечных каналов в пределах здания в зависимости от размеров каналов, влажности навоза, рельефа и гидрогеологических условий следует принимать 0,01-0,30.

2.2.2.15 При устройстве самотечной системы навозоудаления периодического действия секционного типа с закольцованными каналами длина продольных каналов должна быть не более 40 м, ширина – не менее 1,0 м.

При этом длина секций принимается 6-10 м, начиная от начала канала со стороны шибера калиточного типа, устанавливаемого перед поперечным каналом.

Ширина зазора между дном продольного канала и ближайшей к шиберу перегородкой должна составлять 0,25 м а между дном канала и дальней от шибера перегородкой – 0,2 м. Каналы могут прокладываться без уклонов.

2.2.2.16 Ширину, длину и глубину продольных каналов для гидравлических способов удаления навоза на фермах и комплексах крупного рогатого скота следует принимать по таблицам 8-10 настоящих методических рекомендаций.

При устройстве вентиляционных воздухозаборов в навозных каналах глубина этих каналов между низом решетчатого пола и максимальным уровнем поверхности навоза в начальной части каналов должна увеличиваться:

- для системы периодического действия – на 350 мм;

- для системы непрерывного действия – на 250 мм.

2.2.2.17 На фермах крупного рогатого скота молочного направления со стойлово-пастбищной системой содержания, привязным и беспривязным (боксовым) способами содержания животных; при уровне залегания грунтовых вод более 6 м и затруднениях по организации постоянного вывоза навоза в зонах с достаточным количеством подстилочных материалов для сброса и временного хранения навоза организуются подпольные навозохранилища.

Хранилища выполняются в виде двух или нескольких тупиковых траншей под производственным зданием или в виде единого моноподвала, перекрываемых решетчатым полом. В полах для сброса остатков кормов и экскрементов предусматриваются люки. Каждая тупиковая траншея и моноподвал оборудуются пандусами для въезда транспортных

средств. Поперечный разрез коровника с подпольным навозохранилищем приведен на рисунке 6.

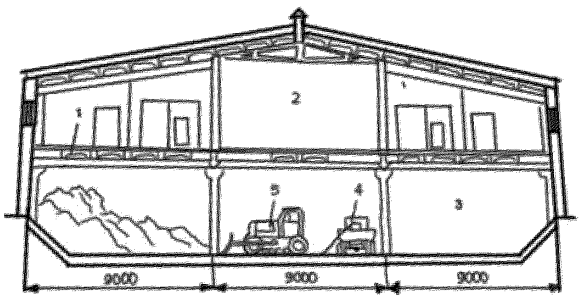


Рисунок 6 – Поперечный разрез коровника на 400 голов с подпольным навозохранилищем типа «моноподвал»: 1 – решётчатый пол; 2 – коровник; 3 – подпольное навозохранилище; 4 – транспортное средство; 5 – погрузчик-бульдозер

2.2.2.18 Подпольные навозохранилища, выполненные в виде тупиковых траншей, имеют прямоугольное сечение:

- шириной 3,4-5,6 м – в зданиях пролетом 12 и 18 м;
- шириной 4,8-6,5 м – в зданиях пролетом 21 м.

Глубина траншей находится в пределах 3-4,2 м, а глубина моноподвалов – 3,5-5,0 м. Дно имеет уклон 0,003-0,005 в сторону пандуса, где предусмотрены колодцы для сбора навозной жижи, которую по мере накопления откачивают в цистерны.

Объём тупиковых траншей и подпольных навозохранилищ следует определять исходя из норм выхода навоза и последующего снижения его влажности до 82% за счёт испарения и отвода жижи в жижесборник.

2.2.2.19 Влажность подстилочного навоза в подпольном хранилище находится в пределах 68-79 % и зависит от количества вносимой подстилки и удаляемой жижи; влажность подстилочного навоза больше посередине хранилища, чем у стен.

2.2.2.20 В подстилочном навозе, находящемся в подпольном хранилище, протекают биотермические процессы, ход которых зависит от количества и качества внесенной подстилки.

Данные изменения температуры навоза по высоте влажностью 67 % в подпольном хранилище коровника по замерам, проведенным ВИЭСХ, при температуре воздуха в коровнике 14°С приведены в таблице 12.

Таблица 12

Показатель	Место замера				
	у дна	1 м от дна	1,5 м от дна	2 м от дна	на 0,1 м от поверхности
Температура навоза в подпольном навозохранилище, °С	23-28	31-34	36	40-42	50-55

2.2.2.21 Для выгрузки навоза из подпольных хранилищ применяются как передвижные погрузчики, так и погрузчики, выпускаемые промышленностью для других целей (погрузчик-бульдозер ПБ-35, погрузчик-экскаватор ПЭ-0,8Б, угольный погрузчик УП-3, погрузчик ПФП-1,2 и перекидной погрузчик РУ-0,6), а также стационарные скреперные установки (УВН-800 и др.).

Выгрузка навоза производится один раз в год (осенью).

2.2.2.22 Коровники должны оборудоваться приточно-вытяжной вентиляцией, обеспечивающей нормальные зоогигиенические условия. Объём вытяжки из подпольных навозохранилищ должен составлять 50% минимального воздухообмена в холодный период года. Концентрация аммиака и относительная влажность воздуха в коровнике должна соответствовать требованиям РД-АПК 1.10.01.02-10 «Методические рекомендации по технологическому проектированию ферм и комплексов крупного рогатого скота».

2.2.2.23 Выгрузку навоза из подпольных навозохранилищ следует производить не ранее чем через шесть суток после освобождения помещения от животных. При возникновении заболеваний сибирской язвы, эмкара, энзоотических болезней выгрузка навоза запрещается. В этом случае принимаются специальные меры по указанию ветеринарной службы.

В других эпизоотических ситуациях выгружаемый навоз должен быть подвергнут обеззараживанию путем выдерживания или обработки безводным аммиаком.

2.2.2.24 В процессе выгрузки навоза из подпольного навозохранилища (или его перемешивания), когда происходит выделение большого количества токсичных газов (сероводород, метан, аммиак, бутан, диоксид углерода и др.), должна из навозохранилища предусматриваться принудительная вентиляция, а люди, работающие на выгрузке, должны обеспечиваться средствами индивидуальной защиты.

2.3 Свиноводческие фермы и комплексы

2.3.1 Гидравлические способы удаления навоза

2.3.1.1 К гидравлическим способам удаления навоза из свиноводческих помещений относятся:

- самотечная система непрерывного действия;
- самотечная система периодического действия;
- гидросмывная система и использованием смывных установок;
- рециркуляционная система.

2.3.1.2 Самотечную систему непрерывного действия следует применять в свинарниках при кормлении животных текучими и сухими кормами без использования комбисилоса

и зеленой массы, её не следует применять в свинарниках-маточниках.

Надежная работа системы обеспечивается при влажности навоза 88-92%, температуре 12°С и исключении попадания кормов в каналы. Подпольные каналы при самотечной системе непрерывного действия должны выполняться без уклона с установкой в их конце порожков и шиберов, необходимых для начального накопления навозом; при пуске системы, их рекомендуется делать съемными или поворотными. Высота порожков должна быть равна 80-150 мм. Ширину порожка рекомендуется назначать до 5 см.

При съемных порожках допускается уклон канала 0,003. Высота порожка в этом случае должна перекрывать перепад глубины канала на 60-80 мм.

2.3.1.3 При назначении глубины и ширины поперечных каналов не следует допускать подпора нижерасположенных каналов. В пределах зданий и до приемных емкостей допускается применение поперечных каналов с порожком без уклона. Глубина их в этом случае должна обеспечивать возможность создания гидравлического уклона поверхности навоза 0,02 без образования подпора навозу, вытекающему из продольных каналов.

2.3.1.4 При самотёчной системе непрерывного действия минимальную ширину продольных каналов в свинарни-

ках принимают по таблице 8; максимальную длину – по таблице 9, минимальную глубину – по таблице 10 настоящих методических рекомендаций.

2.3.1.5 Навоз по поперечным коллекторным каналам отводится к насосным станциям, оборудованным насосами, перекачивающими его на центральную насосную станцию. Промывка поперечного коллектора производится один раз в неделю, продольных каналов – при смене поголовья. Одновременно промывается один канал. Дезинфекция помещения производится после промывки каналов.

2.3.1.6 Самотечная система навозоудаления периодического действия может применяться на всех типах свиноводческих ферм и комплексов при кормлении животных концентрированными кормами (при бесподстилочном содержании животных).

2.3.1.7 Система удаления навоза периодического действия секционного типа с установкой по длине каналов поперечных перегородок. При проектировании такой системы с закольцованными каналами длина продольных каналов должна быть не более 40 м, ширина – не менее 1 м. При этом длина секций принимается 6-10 м начиная от начала канала со стороны шибера калиточного типа, устанавливаемого перед поперечным каналом. Ширина зазора между дном продольного канала и перегородкой должна составлять 0,25 м

у первой перегородки и 0,2 м у остальных. Продольные каналы могут устраиваться без уклонов или с уклоном не менее 0,005.

Принципиальная схема секционной системы навозоудаления периодического действия представлена на рисунке 7

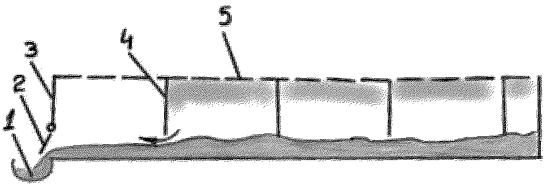


Рисунок 7 – Общий вид и принципиальная схема секционной системы удаления навоза:
1 – поперечный коллектор; 2 – калитка шиберного затвора; 3 – шиберный затвор; 4 – перегородка между секциями продольного канала; 5 – щелевой пол продольного канала

Для закольцовывания продольных каналов их глухие концы в нижней части попарно соединяются каналом высотой не менее 300 мм и шириной, равной ширине продольных каналов.

Объем продольных каналов должен обеспечивать накопление навоза в течение не более 30 дней. В конце продольных каналов, где осуществляется выпуск навоза в попе-

речные каналы и лотки, у шиберов, ширина которых превышает 1,0 м, допускается их сужение.

Разновидностью самотечных систем удаления навоза периодического действия в свинарниках является система, в которой навозоприемный канал разделен бетонными перегородками на ванны (рисунок 8).

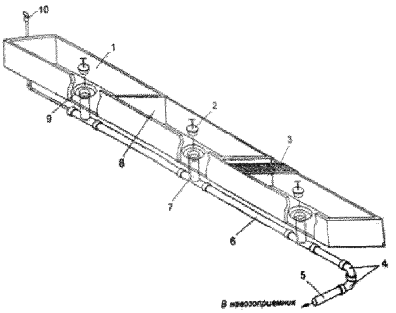


Рисунок 8 – Канал самотёчной системы периодического действия:

1 – ванна; 2 – задвижка; 3 – решётка; 4 – отвод; 5 – поперечный коллектор; 6 – продольный коллектор; 7 – тройник; 8 – перегородка ванны; 9 – приямок; 10 – воздушный клапан

Ванны навозоприемного канала имеют длину 6-9 м, ширину 0,8-2,5 и глубину 0,4-0,6 м. Дно ванны выполняется без уклона. Под каждым навозоприемным каналом прокладывается пластиковый продольный коллектор, состоящий из пластиковых канализационных труб диаметром 200-250 мм.

Навозоприемные каналы в помещениях свинарников перекрываются панелями решетчатого пола.

Каждая бетонная ванна соединяется с пластиковым продольным коллектором через находящийся в средней части ванны пластиковый тройник. Отверстие тройника закрывается заслонкой пробкового типа. Вокруг каждого тройника устраивается приямок радиусом 500 мм и глубиной 100 мм.

Начало каждого продольного коллектора оборудуется воздушным клапаном. Продольные коллекторы соединяются с поперечным через переходник, отвод или тройник.

Продольный коллектор прокладывается под навозоприемным каналом с уклоном 0,0035-0,0040 в сторону поперечного коллектора или навозоприемника, находящегося за пределами свинарника. На коллекторе перед навозоприемником предусматривается установка шибера.

Перед запуском системы навозоудаления в эксплуатацию необходимы разовое водонаполнение навозных ванн и их испытание на герметичность и водонепроницаемость материала. Во время испытаний тройники закрывают пробками, а каналы на всю глубину заполняются водой. Во время испытаний в течение суток допускается незначительное понижение уровня воды в канале вследствие насыщения бетона канала водой. После испытания на герметичность вода как условно чистая сливается в ливневую канализацию. При

этом в канале для пуска системы остается слой воды высотой 10 см для того, чтобы навоз, накапливающийся в канале, не прилипал к стенкам и дну.

Навоз через щелевой пол поступает в ванны и накапливается в них благодаря заслонкам пробкового типа, герметично закрывающим тройники. Рекомендуемый срок накопления навоза 14 дней.

По истечении двух недель пробки последовательно открывают вручную – сначала самую дальнюю от поперечного коллектора или навозоприемника, а затем по мере приближения к нему. Навоз под действием силы тяжести и гидростатического напора поступает в продольный и поперечный коллекторы и далее – в навозоприемник.

Для эффективного и качественного удаления навоза из ванны необходимо после открытия пробки через 5-10 с закрыть ее и через 5 с снова открыть. Эта операция обеспечивает частичное перемешивание навозной массы, что способствует меньшему образованию остаточного навоза на дне ванн. После того, как навоз удален самотеком, пробку закрывают.

После завершения каждого производственного цикла осуществляется мойка и дезинфекция навозоприемных каналов и станочного оборудования. Вода, использованная для мойки и дезинфекции, остается в ваннах для подготовки следующего цикла накопления навоза.

2.3.1.8 Гидросмывную систему удаления и транспортирования навоза допускается применять в исключительных случаях, только при реконструкции и расширении крупных свиноводческих комплексов (54 и более тыс. свиней в год) при невозможности применения других способов и технических средств для удаления навоза, а также с учетом утилизации всех его компонентов.

2.3.1.9 Гидросмывная система удаления навоза устраивается следующем образом:

- в свинарнике с индивидуальным содержанием животных (хряки, холостые и проверяемые свиноматки) отведение навозных стоков осуществляется по продольным каналам шириной до 500 мм, длиной 100 м и более. Смыв навоза осуществляется при помощи установок с баками вместимостью 300 л, расположенными последовательно с превышением над полом 2,15 м и опорожняющимися за 30 с. Диаметр сливной трубы – 60 мм, длина – 3 - 4 м;

- в свинарнике для супоросных маток отведение навозных стоков проводится по двум рядом расположенным каналам шириной 900 мм, длиной 100 м и более. Эти каналы обслуживаются двумя смывными установками, расположенными последовательно на расстоянии 50 м, имеющими рабочий объем баков 1000 л. Высота баков над полом – 3 м,

диаметр сливной трубы – 80 мм, длина – 11,2 м, время опорожнения – 50 с;

- в свинарниках-маточниках отведение навозных стоков осуществляется при помощи мелких лотков шириной 0,25 м, длиной 15 м, перекрытых решетками и присоединенных к закрытым трубопроводам диаметром 400 и 500 мм с колодцами. Промывка лотков осуществляется при помощи установок с баками вместимостью 100 л, расположенными на высоте 2,35 м, опорожняющимися за 18 с при длине сливной трубы 3,25 м и диаметре 50 мм. Вследствие использования в свинарниках опилок отводные трубопроводы периодически забиваются и для их очистки используются дезинфекционные машины, создающие необходимый напор;

- в свинарниках для содержания поросят-отъемышей отведение навоза осуществляется по поперечным каналам длиной 15 м в закрытый трубопровод диаметром 400-500 мм. Баки смывных установок вместимостью 300 л расположены на высоте 2,25 м от пола, они опорожняются за 25 с при диаметре сливной трубы 60 мм и длине 2,5 м. При использовании в свинарнике опилок требуется специальная промывка трубопровода;

- в откормочнике отведение навозных стоков осуществляется по продольным спаренным каналам (2х900 мм) длиной 33 м, промывка которых производится установками с ба-

ками ёмкостью 1000 л, опорожняющимися за 50 с. Диаметр сливной трубы – 90 мм при длине 11,8 м; возвышение бака над полом – 3,15 м;

- логово и решетки очищаются вручную скребками и промываются водой до включения баков.

2.3.1.10 Количество навозных стоков, выходящих с комплекса, определяется количеством экскрементов и подстилки, расходом воды на промывку пола и решеток при уборке навоза, на транспортировку навоза по каналам и санобработку животных и помещений.

Расход воды для удаления навоза и промывку каналов следует принимать по РД-АПК 1.10.15.02-17 «Методические рекомендации по технологическому проектированию систем удаления и подготовки к использованию навоза и помета».

Расход воды на мытьё кормушек и уборку помещений следует принимать по РД-АПК 1.10.02.04-12 «Методические рекомендации по технологическому проектированию свиноводческих ферм и комплексов».

Санитарная обработка помещений для содержания хряков и супоросных маток проводится один раз в неделю. Супоросных маток моют перед перегоном.

В помещениях маточников ежедневно проводятся мытье и дезинфекция одного бокса; в помещениях поросят-

отъемышей (также одного бокса) – через день; в откормочниках (одна секция на 600 свиней) – через день.

В репродукторном отделении один раз в день проводится мытье соединительной галереи.

2.3.1.11 При дефиците воды и вывозе навоза на поля мобильным транспортом возможно применение рециркуляционной системы удаления навоза с использованием его жидкой фракции, предварительно отстоянной, обеззараженной и дезодорированной, или жидкой фракции, прошедшей биологическую очистку и предварительное карантинирование. При рециркуляции уменьшается общий выход жидкого навоза в 2-2,5 раза и сокращается расход воды системой навозоудаления.

2.3.1.12 При устройстве рециркуляционных систем смывные насадки следует размещать в торце каналов глубиной не менее 0,6 м и перекрывать сплошным настилом длиной 1 м.

Для промывки и дезинфекции решеток, пола и станков свиноводческих помещений следует принимать высоконапорные моечные машины типа ОМ-22613 (развивающие при смыве давление до 14 МПа и дезинфекции – 1,6 МПа), что обусловливает снижение объема жидкого навоза и навозных стоков.

2.3.1.13 Величина минимальной расчетной скорости течения жидкого навоза по трубам и поперечным каналам

при их промывке должна приниматься не ниже величины самоочищающих скоростей (1,1-1,2 м/с).

2.3.1.14 Механические способы удаления навоза из свиноводческих помещений предполагают применение скребковых пластинчатых и шнековых транспортеров, скреперных установок из-под решетчатых полов.

Эти способы удаления навоза рекомендуется применять на свиноводческих предприятиях мощностью до 24 тыс. голов в год, использующих корма собственного производства и пищевые отходы, и в свинарниках-маточниках.

2.3.1.15 Ширина и глубина продольных навозных каналов должны соответствовать размерам применяемых механических средств.

При проектировании каналов трапецеидального сечения уклон боковых стенок должен быть не менее 60°.

2.3.1.16 Рабочую длину навозных каналов для установки шнековых транспортеров следует назначать исходя из ТУ на оборудование, угол наклона боковых стенок – 60° и ширину по верху – не менее 500 мм.

Объем продольного канала принимается из расчета сбора двухсуточного количества навоза. Канал должен быть перекрыт решеткой.

2.3.1.17 К промежуточным решениям между гидравлической и механической системами относится так называемая «ва-

куумная» система навозоудаления, широко применяемая в настоящее время за рубежом. На нашем рынке успешно работает немецкая фирма «Big Dutchman», которая поставляет системы вакуумного навозоудаления.

Особенность системы состоит в том, что навоз удаляется без гидросмыва или использования транспортеров. Под рядами станков располагаются подпольные ванны для накопления фекальных масс. Система включает в себя трубы для сплава навоза и закрывающие клапаны, а также комплекс насосных установок, необходимых для закачки навоза в навозохранилище.

Каждая ванна имеет уклон к клапану, при открытии которого навоз за счет разряжения втягивается в трубы и насосами перекачивается в навозохранилище.

3 Перекачка жидкого навоза

3.1 Для перекачки жидкого навоза следует использовать специальные насосы ЦМФ-160-10, НЖН-200, НЦИ-Ф-2Ю, НЦИ-Ф-100. А, винтовые насосы серии 1В, полупогружной насос НВ-150, фекальные насосы серии ФГ и насос ФГС 81/31, имеющий повышенное сечение проточной части. На перекачке навоза крупного рогатого скота, содержащего солому, рекомендуется применять плунжерные насосы.

3.2 Дальность перекачки навоза и навозных стоков лимитируется их влажностью, условиями эксплуатации напорного навозопровода и наличием серийного насосного оборудования. Навоз крупного рогатого скота, содержащий подстилку, как правило, перекачивается на расстояние до 0,5 км. На большие расстояния перекачивается жидкий навоз влажностью более 92%.

Основными физико-механическими характеристиками навоза и навозных стоков, обусловливающими надежную и эффективную работу трубопроводного транспорта, являются фракционный состав навоза, его седиментационные (способность расслаиваться) и реологические (деформационные, вязкостные) свойства. Вязкость навоза и его плотность существенно влияют на потери напора.

С повышением влажности навоза его вязкость уменьшается, а предельное напряжение сдвига стремится к нулю.

3.3 Навоз различных половозрастных групп свиней и крупного рогатого скота, имеющий влажность 86-91%, не разделяется на фракции при отстаивании. Расслоение навоза происходит при влажности 92% и более, причем при влажности 96,5% оно происходит интенсивно, а выпадаемый осадок уплотняется, что вызывает необходимость постоянного перемешивания навоза.

Повышение степени разбавления навоза водой при одновременном перемешивании его сопровождается увеличением содержания растворенных веществ и уменьшением содержания взвешенных веществ, выпадающих в осадок.

При влажности навозной массы менее 92%, когда не происходит расслоения, скорость движения в навозопроводе может быть менее 0,7 м/с. Навозные стоки влажностью более 92% при малой скорости движения подвергаются расслоению. При этом часть твердой фракции оседает на стенки трубы, уменьшая живое сечение навозопровода.

После прекращения работы насоса выпавший осадок затвердевает, что в конечном счете может привести к закупорке навозопровода.

Для предотвращения закупорки напорного навозопровода скорость движения в нем должна быть не менее незаиливающей, приведенной в таблице 13, а перерывы в работе насоса должны быть минимальными.

Таблица 13

Диаметр навозопровода, мм	Незаиливающая скорость для навозных стоков, м/с	
	свиней	крупного рогатого скота
150	0,90	0,70
200	1,00	0,75
250	1,10	0,80
300	1,20	0,85
400	1,25	0,96

При невозможности обеспечить необходимые скорости движения и при перерывах в перекачке навозных стоков более 2 ч необходимо предусматривать промывку напорных навозопроводов технической или осветленной сточной водой. Скорость движения воды в навозопроводе при промывке принимается в пределах 1,2-1,5 м/с. Объем промывной воды должен быть не менее полуторного объема промываемого навозопровода.

Напорные навозопроводы, как правило, следует прокладывать в две нитки.

3.4 Гидравлический расчет напорных навозопроводов следует проводить на максимальный секундный расход.

Расход стоков, протекающих в навозопроводе вычисляется по формуле:

$$Q = W \cdot V, \quad (4)$$

где W – площадь живого сечения навозопровода, м^2;

V – средняя скорость движения стоков в навозопроводе, м/с.

Площадь живого сечения навозопровода:

$$W = \frac{3,14 \text{x} d_в^2}{4}, \quad (5)$$

где $d_в$ – расчетный внутренний диаметр навозопровода, м.

Тогда $Q = \frac{3,14 d_в^2 \text{x} v}{4}$, из этой формулы определяем

$$d_в = \sqrt{\frac{4Q}{3,14V}}. \quad (6)$$

Скорость в напорных навозопроводах назначается с учетом реологических и седиментационных свойств, незаиливающей скорости и влажности навозных стоков, а также диаметра навозопровода.

Для определения диаметра навозопровода предварительно задаются скоростью, равной незаиливающей (таблица 13).

Незаиливающая скорость в трубах достигает максимального значения при влажности навозных стоков свиней 96% и навозных стоков крупного рогатого скота 97%.

По заданному расходу стоков и полученному диаметру навозопровода определяют среднюю скорость движения стоков:

$$V = \frac{4Q}{3,14d_в^2}.$$

Гидравлический уклон (величина потерь напора на единицу длины) определяется по формуле

$$i = \frac{\lambda}{d_в} x \frac{V^2}{2g}, \quad (7)$$

гдеλ – коэффициент гидравлического трения (коэффициент Дарси);

g – ускорение свободного падения, м/с^2.

Коэффициент гидравлического трения определяют в зависимости от реологических свойств стоков.

Для навозных стоков влажностью 86-93% и ламинарном режиме движения коэффициент гидравлического трения определяется:

- для стоков свиней

$$\lambda_{л} = \frac{9,3 + 255 d_{в}}{R_{e}^{ж}} \text{ при } R_{e}^{ж} \le 1500; \quad (8)$$

- для стоков крупного рогатого скота

$$\lambda_{л} = \frac{64}{R_{e}^{ж}} \text{ при } R_{e}^{ж} \le 2800, \quad (9)$$

где $R_{e}^{ж}$ – обобщенное число Рейнольдса, вычисляемое по формуле

$$R_{e}^{ж} = \left(\frac{\eta}{\rho x V x d_{в}} + \frac{\tau_{0}}{6 \rho x V^{2}} \right)^{-j}, \quad (10)$$

где η – динамическая вязкость, Па х с;

ρ – плотность, кг/м^3;

τ_0 – предельное напряжение сдвига, Па.

Ориентировочные значения η, ρ и τ_0 для навоза и навозных стоков свиней и крупного рогатого скота приведены в таблицах 14 и 15.

Таблица 14

Влажность навоза и навозных стоков, %	Характеристика навоза и навозных стоков свиней		
	η Пахс	ρ кг/м^3	τ_0 Па
1	2	3	4
86	0,700	1054,4	50
87	0,520	1050,4	30
88	0,400	1046,4	20
89	0,320	1042,4	15,0
90	0,280	1038,4	9,0
91	0,220	1034,4	5,0
92	0,200	1030,3	1,8
93	0,150	1026,3	1,6
94	0,100	1022,3	0,9
95	0,020	1018,5	-
96	0,016	1014,3	-
97	0,011	1010,1	-
98	0,006	1005,0	-

Таблица 15

Влажность навоза и навозных стоков, %	Характеристика навоза и навозных стоков крупного рогатого скота		
	η Пахс	ρ кг/м^3	τ_0 Па
86	1,300	1034,2	75,0
87	1,200	1032,2	60,0
88	1,000	1029,6	50,0
89	0,800	1026,9	40,0
90	0,600	1024,4	37,0
91	0,450	1021,8	14,0
92	0,300	1019,1	5,0
93	0,100	1016,5	2,5
94	0,080	1013,9	1,0
95	0,050	1011,3	-
96	0,035	1008,7	-
97	0,030	1006,1	-
98	0,010	1003,5	-

При температуре 18-20°С и влажности 86-92% плотность навоза составляет 996-989 кг/м^3 (в результате образования пузырьков газа).

Для навозных стоков свиней и крупного рогатого скота влажностью 86-98% и турбулентном движении коэффициент гидравлического трения определяется по формуле

$$\lambda_{\text{т}} = \frac{0,3164}{R_e^{\text{ж}0,25}}, \quad (11)$$

где $R_e^{\text{ж}} \le 1500$ – для стоков свиней;

$R_e^{\text{ж}} \le 2800$ – для стоков крупного рогатого скота.

Для навозных стоков свиней и крупного рогатого скота влажностью 93-98% и при ламинарном режиме движения коэффициент гидравлического трения определяется по формуле

$$\lambda_{\text{т}} = \frac{64}{R_e^{\text{ж}}}, \quad (12)$$

где: $R_e^{\text{ж}} \ge 1500$ – для стоков свиней;

$R_e^{\text{ж}} \ge 2800$ – для стоков крупного рогатого скота.

Для навозных стоков свиней и крупного рогатого скота влажностью 93-98%

$$R_e^{\text{ж}} = \frac{Vxd_в x\rho}{\eta}. \quad (13)$$

Потери напора по длине навозопровода (м) определяются по формуле

$$H_Д = i \; x \; l, \qquad (14)$$

где ℓ – длина навозопровода, м.

Местные потери напора принимаются 0,10-0,12 потерь напора по длине.

Необходимый напор (м) насоса определяется по формуле

$$H_н = h_Д + h_м + h_Г + h_{св}\,, \qquad (15)$$

где $h_Д$ – потери напора по длине навозопровода, м;

$h_м$ – местные потери напора, м;

$h_Г$ – геометрическая разность отметок всасывания и подачи, м;

$h_{св}$ – свободный напор, м.

При проектировании новых животноводческих ферм и комплексов влажность навоза и навозных стоков определяется расчетным путем, при реконструкции – путем проведения анализов. В случае отсутствия данных по влажности для предварительных расчетов можно пользоваться значениями, приведенными в таблице 16.

Таблица 16

Способ удаления навоза	Влажность навоза и навозных стоков, %	
	в каналах навозоудаления	при выходе с фермы, комплекса
1	2	3
Механический	88-90	-
Гидравлический:		
- самотечный:		
а) непрерывного действия и секционный	89-92	95,5-97,0
б) периодического действия	90-94	96,0-97,5
- смывной:		
а) бесканальный	92-95	97,0-98,0
б) канальный (баки, насадки)	93-96	97,5-98,5

3.5 Для возможности опорожнения напорные навозопроводы следует прокладывать с уклоном не менее 0,001. При эксплуатации не следует допускать длительных перерывов в работе навозопроводов. При перерывах они должны полностью опорожняться и промываться.

3.6 При установке фекальных насосов (типа ЦМФ 50/10 и др.) следует учитывать снижение их производительности и напора при перекачке навоза влажностью менее 96%. При влажности навоза 90-96% напор у насоса снижается на 10-30%.

3.7 Если в составе перекачиваемого жидкого навоза имеются включения кормов до 10%, в том числе силос, солома размерами стеблей до 100 мм, перекачка производится

насосами ФГ 450/22,5, которые работают без измельчителей.

При этом на длине навозопровода через 200-300 м устанавливаются тройники с заглушкой и две задвижки, что позволяет провести присоединение насоса и прокачку заиленного участка навозопровода. Такая промывка чистой водой производится один-два раза в год под давлением до 1 МПа.

3.8 Для откачки жидкого навоза из навозохранилищ могут быть использованы погружные насосы типа ЦМФ 50/10 и др.

3.9 Для погрузки жидкого навоза в мобильный транспорт рекомендуется применение насосов типов НЖН-200А, НЦН-Ф-100/30, НЦН-Ф-80/30П, НЦИ-Ф-100, НЦФ-Ф-2 и др. Размеры отверстия для установки насоса НЖН-200А – 2500х1300 мм. Глубина забора навоза влажностью 88-90% составляет 3,2 м.

3.10 Для перекачки полужидкого навоза и осадка (в том числе из радиальных отстойников) влажностью 88-92% может быть рекомендовано применение одновинтовых насосов типа ОП-811.

3.11 Для перекачки навоза крупного рогатого скота влажностью 78-91% с включением соломы (до 30%) размерами не более 100 мм рекомендуется применение установок

гидрофицированных УТН-10, имеющих производительность до 10 т/ч при давлении в гидросистеме до 10 МПа.

3.12 Для подачи навоза из приямка поперечного коллектора в горловину насоса, расположенного выше уровня пола, можно использовать наклонные транспортеры типа ТСН при подстилочном содержании животных или шнековые транспортеры – при бесподстилочном содержании.

Наклонный транспортер в этом случае следует делать несколько длиннее, с таким расчетом, чтобы при выходе из строя установки УТН-10 или закупорки навозопровода можно было выгружать навоз непосредственно в тракторный прицеп.

3.13 Для установления графика работы насосов необходимо учитывать режим поступления навозных стоков, который отличается неравномерностью, связанной с периодичностью удаления навоза из животноводческих помещений. Коэффициент часовой неравномерности притока равен 2,2.

3.14 Содержание сухого вещества в навозных стоках свиноводческих комплексов в ночные часы находится в пределах 1,14-4,00 г/л, днем оно достигает 44 г/л. Изменение расхода и концентрации навозных стоков требует устройства резервуаров-усреднителей перед их обработкой.

На свиноводческом комплексе на 108 тыс. голов в год перемешивание в приемном резервуаре-усреднителе

(диаметр 25 м, вместимость 1100 м^3) рекомендуется производить четырьмя насосами марки ЦМФ 160-10, установленными в центральной части резервуара. При диаметре резервуара 12 м достаточно двух насосов.

Напорные трубы насосов диаметром 100 мм должны быть выведены на периферию (к стене) и закончены стояками с коленами, развернутыми под углом 45° к касательной окружности стены. Глубина погружения колен – 500 мм от дна. В верхнем колене стояка следует установить открытую воздушную трубку диаметром 50 мм, которая позволит контролировать работу насоса, производить прочистку и подсасывать воздух. Такая система обеспечивает перемешивание содержимого резервуара при его заполнении на 2/3 высоты.

3.15 Помещение насосных станций, а также все колодцы и емкости для навоза и помета, в которых возможно образование токсичных газов (сероводород, аммиак, метан и др.), являются взрывопожароопасными. Их проектирование должно осуществляться в соответствии с требованиями СП 12.13130.2009 «Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности».

Определение содержания токсичных газов следует проводить газоанализаторами типа УГ.

Содержание аммиака в помещениях для содержания животных не должно превышать 20 мг/м^3, сероводорода – 10 мг/м^3, диоксида углерода – 0,25 %.

4 Разделение жидкого навоза на фракции

Разделение жидкого навоза и навозных стоков на фракции производится с использованием виброгрохотов, сепараторов, дуговых сит, отстойников различных типов, а снижение влажности осадка осуществляется прессами, центрифугами и другими средствами.

4.1 Барабанный виброгрохот

4.1.1 Барабанный виброгрохот ГБН-100 предназначен для отделения твердой фракции жидкого навоза крупного рогатого скота. Он работает с вибрацией при влажности навоза менее 97,6% и без вибрации – при большей влажности.

4.1.2 Для предварительных расчетов эффективность по сухому веществу следует принимать от 25 до 45%, а влажность задерживаемой твердой фракции – 85%.

Производительность барабанного виброгрохота ГБН-100 в зависимости от содержания взвешенных веществ приведена в таблице 17.

Таблица 17

Содержание взвешенных веществ, г/л	10	20-30	50	70	80
Производительность барабанного виброгрохота, $м^3/ч$	100	65	45	40	35

Твердую фракцию навоза с виброгрохота следует направлять для дообезвоживания на пресс Т1-ВПО-20 или ПЖН-68.

Эффективность виброгрохота ГБН-100 с отверстиями сит 1 и 2 мм при подаче жидкого навоза крупного рогатого скота до 50 $м^3/ч$ и влажности 93% следует принимать 45% по сухому веществу; при влажности 99% и подаче до 100 $м^3/ч$ – 24,9%, влажность твёрдой фракции – 88%.

4.2 Дуговые сита

4.2.1 Дуговые сита типа СД-Ф-50 рекомендуется применять для задержания более крупных частиц только в навозных стоках свиней, поэтому они должны устанавливаться перед первичными отстойниками.

4.2.2 При подаче жидкого навоза и навозных стоков свиней на дуговое сито сверху, происходят задержание и скатывание по наклонной плоскости сита тех частиц, размер

которых превышает диаметр отверстий решета, а жидкая фракция просачивается через отверстия в сборник, расположенный под решетами, откуда отводится по трубе в накопитель. Жидкая фракция, прошедшая через дуговое сито, не теряет способности к расслоению и уплотнению.

4.2.3 Эффективность дуговых сит при разделении навозных стоков свиноводческих ферм и комплексов влажностью до 98% следует принимать 25%, а при разделении свиного навоза влажностью 96%-35% по сухому веществу. Влажность отделяемой твёрдой фракции – 85%.

При разделении на дуговых ситах осадка из первичных отстойников влажностью 93%-94% (без предварительного разделения свиных навозных стоков на фракции) и расходе 35 $м^3$/ч, эффективность разделения по сухому веществу следует принимать 40%, а влажность твёрдой фракции – 88%.

Решето должно быть съемным. Его внутренняя поверхность периодически (через один-два месяца) должна очищаться.

4.3 Барабанный сепаратор

4.3.1 На ряде свиноводческих комплексов на разделении навоза на фракции успешно работают барабанные сепараторы.

4.3.2 Барабан диаметром 1 м, длиной 2,9 м, пропускной способностью 40-60 $м^3$/ч имеет угол наклона к горизонту 3-5°. Частота вращения – 27,4 $мин^{-1}$. Приводом служит мотор-редуктор мощностью 1,5 кВт (АОЛ-2-4).

4.3.3 В качестве фильтрующего элемента используется сито с отверстиями 0,4 мм. Эффект задержания по сухому веществу – 25-27 %, влажность твердой фракции – 82-85%.

4.4 Пресс

4.4.1 С целью снижения влажности твердой фракции навоза крупного рогатого скота и свиней до 62-73% для последующей биотермической обработки допускается использование пресса ПЖН-68, а также шнековых прессов ВПНД-5 и ВПНД-10.

4.4.2 Влажность твердой фракции после прессования снижается: для свиного навоза – до 62-65%, для навоза крупного рогатого скота – до 70-73%. Эффективность пресса по сухому веществу составляет соответственно 95 и 90%.

4.5 Бункер-дозатор

4.5.1 Бункер-дозатор или транспортер-дозатор КПС 108.60.03.000 предназначен для сбора и накопления твердой фракции свиного навоза, выделенной на сепараторе, грохоте или сите, и подачи ее в транспортные средства или для дальнейшей обработки. Он поставляется комплект-

но. Габариты бункера-дозатора в плане – 5210Х6670 мм, высота над полом нижней части – 1850, верхней – 3700 мм. Масса бункера-дозатора 8440 кг. Бункер-дозатор состоит из двух параллельно действующих, наклоненных под углом 22° призматических бункеров шириной 2,5 м, на нижней стороне которых размещены транспортеры.

4.5.2 В верхней их части установлено по три отбойных вальца, вращающихся со скоростью 147 об/мин, одному подающему вальцу и одному шнеку для выгрузки.

4.5.3 Вместимость каждого бункера до 20 м^3. Мощность моторов транспортера – 2,2, шнека и вальцов – 2,9 кВт.

4.5.4 Бункер-дозатор обеспечивает снижение влажности твердой фракции свиного навоза за счет гравитации с 85-87% до 81-82% за 3 ч и до 73% – за 10-12 ч.

4.6 Отстойники

4.6.1 Для разделения навозных стоков и жидкого свиного навоза влажностью более 96,5% рекомендуется применение горизонтальных и вертикальных отстойников, выполненных в металлическом или железобетонном вариантах.

4.6.2 Эффективность отстойников зависит от концентрации поступающего жидкого навоза, определяемой степенью разбавления экскрементов водой. При разбавлении пятью объемами воды эффективность разделения на верти-

кальных отстойниках, считая по сухому веществу, следует принимать 72%, при разбавлении девятью объемами – 80%. Для промежуточных значений разбавления эффективность может быть найдена путем интерполяции. ХПК жидкой фракции, выходящей из отстойников, в рассматриваемом диапазоне расходов воды составляет в среднем 3,5 г/л.

4.6.3 При подаче жидкого навоза (не прошедшего предварительного разделения) непосредственно на вертикальные отстойники, выгрузку осадка из них для последующей обработки на осадительных центрифугах следует производить снизу, так как в нижней части отстойника оседает волокнистая масса.

4.6.4 Эффективность работы отстойников зависит от нагрузки на них и своевременности выпуска осадка. Выпуск осадка следует осуществлять дистанционно или автоматически при достижении расчетного уровня. При несвоевременном выпуске осадка отводящий илопровод засоряется и требуется его обратная промывка под напором.

4.6.5 Применяемые на свиноводческих комплексах отстойники имеют различные решения. Так, радиальный отстойник-сгуститель Ц-15 диаметром 15 м имеет глубину у перелива 2 м, уклон дна к центру – 10°, оборудован скребками с центральным приводом мощностью 2,2 кВт.

Частота вращения скребка – 2 $ч^{-1}$. Рабочий объем одного отстойника 265 $м^3$.

При работе на навозных стоках, прошедших виброгрохот ГИЛ-52 с сеткой 0,35х0,35 мм и подаче 75 $м^3$/ч (Т=3,5 ч), отстойник задерживает 85-90% взвешенных веществ. Влажность осадка при выпуске через 3 ч – 91-93% (92,2%). Увеличение времени хранения осадка вызывает его всплытие. Осадок из отстойника откачивается насосом 1В 20/5-1615.

4.6.6 Отстойник-накопитель периодического действия имеет размеры по дну 103х26 м, рабочую глубину 2 м, откосы 1:1,5. По дну отстойника в двух траншеях на расстоянии 10 м уложены чугунные или стальные перфорированные дренажные трубы диаметром 100 мм с уклоном 0,005. Траншеи засыпаны гравием размером 50-70 мм. Отверстия в дренажных трубах диаметром 16 мм расположены в шахматном порядке через 150 мм.

Каждая дренажная линия на конце заканчивается задвижкой, расположенной в колодце. Эти задвижки открываются после заполнения отстойника твердой фракцией навоза. В торце отстойника размещены шандорные водосливы для перелива отстоянной жидкости, находящейся между осадком и всплывающими слоями. Отстойник заполняется твердой фракцией влажностью 90-92% за 30-45 дней. Под-

сушка, во время которой работает дренаж, заканчивается за 45-60 дней. На выгрузку отстойника затрачивается 30-40 дней, на ремонт и промывку гравия дренажа – 30 дней. Таким образом, отстойник оборачивается 2 раза в год.

Гравий промывается на установке (рисунок 9). Выгрузка гравия производится экскаватором Э-153 с ковшом, соответствующим сечению траншеи. Дренаж, имеющий радиус действия 5-8 м, хорошо отфильтровывает жидкую фракцию, благодаря чему влажность навоза снижается до 75-73%. За время нахождения твердой фракции в отстойнике-накопителе семена сорняков почти полностью теряют всхожесть. Содержание органического вещества уменьшается на 20%, азота общего – на 30%. При нахождении твердой фракции навоза в отстойниках-накопителях в течение четырех летних месяцев полностью погибают яйца и личинки гельминтов.

В холодные месяцы гибель гельминтов не превышает 26%. Температура твердой фракции летом при максимальной среднемесячной температуре воздуха 17,8°С поднимается до 30-38°С, зимой падает до 1-2°С.

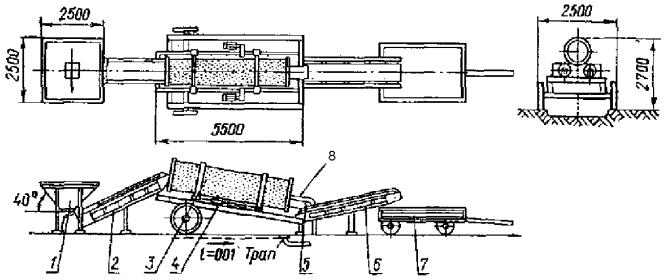


Рисунок 9 - Установка для промывки гравия из дренажных каналов отстойников:
1 – приемный бункер; 2 – наклонный транспортер;
3 – барабан перфорированный, вращающийся от СЗПБ-2,5;
4 – привод N = 8,8 кВт; 5– трубопровод подвода воды;
6 – наклонный транспортер; 7 – тележка для промытого гравия 2ПТС-4М-785А; 8 – подвод воды d_y=50

4.6.7 При нахождении твердой фракции в отстойнике в течение четырех теплых месяцев влажность ее снижается до 72% и температура достигает 37-42°С, что обеспечивает дегельминтизацию. Зимой дегельминтизация не обеспечивается. При хранении осветленной жидкой фракции в хранилище в течение шести месяцев яйца свиных аскарид сохраняют свою жизнеспособность.

4.6.8 Дообезвоживание накопившейся твердой фракции до влажности 73-74% производится через дренажи за 1-1,5 месяца.

4.6.9 Практика эксплуатации отстойников-накопителей позволяет рекомендовать их для отстаивания исходных навозных стоков и для обезвоживания осадка, получаемого в вертикальных или радиальных отстойниках с годовой нагрузкой 2-3 $м^3$ осадка в год на 1 $м^3$ полезного объема. Дренажный сток с таких отстойников прозрачен, но имеет $БПК_5$ – 5200 мг/л. Отстойников-накопителей должно быть не менее четырех.

4.7 Центрифуги

4.7.1. Для механического разделения жидкого навоза и стоков на фракции следует применять центрифуги УОН-Ф-835.

Эффективность разделения жидкого навоза и навозных стоков на центрифугах УОН-Ф-835 и НУ-Ф-50 (при влажности 98%) составляет 45% по сухому веществу, влажность твёрдой фракции – 82%.

При разделении на фракции жидкого навоза крупного рогатого скота диаметр буферных отверстий сетки 1,8-2,5 мм, а жидкого навоза свиней – 1-1,8 мм.

4.7.2 Центрифуга ОГШ-502К-4 применяется преимущественно на дообезвоживании осадка из вертикальных или радиальных отстойников. Время выхода центрифуги в рабочий режим около 20 мин, а остановки – до 5 мин.

Производительность центрифуги при влажности жидкого навоза 97-98 % – 25 м^3/ч, а при влажности жидкого навоза и осадка 93-96% – 10-15 м^3/ч.

Разделение исходного навоза влажностью менее 92 % на центрифуге ОГШ-502К-4 не рекомендуется.

При обработке свиного навоза производительность центрифуги по выходящему осадку следует принимать не более 2 т/ч влажностью 65-70%.

Эффективность разделения по взвешенным веществам до 80%, по сухому веществу – до 65%.

4.7.3 При разделении навоза крупного рогатого скота на центрифугах (сгустителях) типа СВД при расходе до 50 м^3/ч составляет: при влажности навоза до 95% – 55-60% и влажности 96-98% – 40% по сухому веществу. Влажность твёрдой фракции не более – 75%.

5 Обеззараживание и дегельминтизация навоза и помёта

5.1 Обеззараживание

5.1.1. Выбор способа обеззараживания навоза и помёта, навозных (пометных) стоков осуществляется по указанию ветеринарной службы с учетом опасности возникновения эпизоотической ситуации, вида возбудителя заболевания, наличия и вида химических реагентов и технических средств.

Обеззараживание жидкого навоза, навозных стоков, жидкой фракции навоза из отстойников и избыточного активного ила при контаминации их вегетативной и спорообразующей патогенной микрофлорой, возбудителями инвазионных болезней следует проводить термическим способом в установках со струйными аппаратами при температуре 130 °С, давлении 0,2 МПа и экспозиции не менее 10 мин.

Обеззараживание помёта путём термической сушки следует проводить при температуре на выходе из аппарата 120-140°С и экспозиции не менее 60 мин. При расходе до 20 $м^3$/ч могут быть применены передвижные установки, смонтированные на базе автомашины МАЗ-500. Их габариты 4700х2400х2200 мм, масса – 7 т. Парообразователь Д-563 или Д-564 обеспечивает давление пара 1 МПа при производительности до 690 кг/ч и рассчитан на дизельное топливо. Расход топлива – 2-2,5 кг/$м^3$, потребность в тепле при температуре 130°С – 20000 ккал/$м^3$, расход электроэнергии 4-5 кВт·ч/$м^3$. Передвижная установка может быть присоединена к паропроводам птицеводческого предприятия.

5.1.2. Обеззараживание жидкого навоза, помёта, навозных стоков и жидкой фракции навоза химическим методом следует проводить исходя из норм расхода реагентов на 1 $м^3$ отходов.

5.1.3 Обеззараживание жидкого навоза возможно безводным аммиаком (NHз). Для этого требуется 30 кг аммиака на 1 м^3 навоза. Последующая экспозиция для обеззараживания – пять суток, для дегельминтизации – в течение трех суток (в герметичной емкости).

Аммиак является остротоксичным сильнодействующим ядовитым веществом 3 группы, подгруппы А, класса опасности 4. Температура кипения аммиака – минус 35°С. Плотность газообразного аммиака в нормальных условиях – 0,67 кг/м^3. Аммиак хорошо растворяется в воде с выделением тепла. Смесь с воздухом при концентрации аммиака (приведенной к нормальным условиям) по объему 15-28% взрывоопасна. Жидкий аммиак перевозится в автоцистернах. В навоз аммиак подается непосредственно из цистерны по трубе, заканчивающейся специальной иглой, опущенной на дно емкости. В 1 т обеззараженного жидкого навоза содержится 2-3 % аммиака, что соответствует 16-25 кг азота.

Обработанный аммиаком жидкий навоз покрывают эмульсионно-дезинфицирующей плёнкой (лизол санитарной марки «Дезонол», масляный ангидрид). Расход эмульсионно-дезинфицирующего вещества – 0,1-0,3% к обрабатываемой массе по весу.

Время контакта аммиака 3-5 суток.

5.1.4 По данным Минздрава России, обеззараживание жидким хлором навозных стоков свиноводческих комплексов, прошедших биологическую обработку, эффективно при БПК 50-60 мг/л (ХПК – до 300 мг/л). Доза хлора при этом, в зависимости от содержания взвешенных веществ, должна составлять 20-30 мг/л. При более высоком значении ХПК требуется увеличение дозы хлора. При ХПК до 400 мг/л доза хлора – 45-50 мг/л, при ХПК до 600 мг/л – до 80 мг/л.

5.1.5 Обеззараживание навозных стоков свиноводческих комплексов, прошедших биологическую обработку, возможно озоном. Необходимые дозы озона в зависимости от ХПК очищенных стоков, по данным ГИСИ, приведены в таблице 18.

При обработке навоза формальдегидом (норма – 3 кг на 1 $м^3$ отходов, время контакта – трое суток; при гомогенизации – 6 ч). Обработку навоза и помёта формальдегидом допускается осуществлять только в теплый период года.

Таблица 18

ХПК очищенных стоков, мг/л	300-400	400-500	500-800
Дозы озона, мг/л	70-80	80-100	100-125
Примечание – При озонировании достигается также снижение ХПК стоков на 30-40%.			

5.2 Биотермическая обработка и компостирование

5.2.1 Повышение удобрительной ценности навоза и помёта достигается при биотермической обработке в буртах, обеспечивающей разложение органического вещества и перевод азота в соединения, усвояемые растениями. Одновременно достигается его обеззараживание за счет повышения температуры в бурте до 60°С.

Компостированию целесообразно подвергать все виды навоза и помёта влажностью до 92%.

Компостирование твёрдой фракции навоза и помёта при влажности не более 75% и после разделения при влажности до 82% осуществляется в чистом виде без добавления влагопоглощающих компонентов.

5.2.2. Производство компостных смесей может осуществляться в стационарных цехах, специальных хранилищах на прифермских открытых гидроизолированных площадках или в процессе уборки навоза и помёта из помещений.

В теплый период года приготовление компостных смесей следует осуществлять на специально подготовленных гидроизолированных полевых площадках, размещенных в районе удобряемых сельскохозяйственных угодий.

Для сбора и отвода жидкости, атмосферных осадков на открытых гидроизолированных площадках приготовления компостной смеси, компостирования и хранения влагопогло-

щающих компонентов следует предусматривать жижесборники. Сами площадки должны иметь уклон 0,002-0,003 в сторону жижесборников или отводные канавки (стоки), расположенные по всему периметру.

5.2.3 При расчете площадок биотермической обработки плотность твердой фракции влажностью 65-70% следует принимать 0,7 т/м^3.

5.2.4 Биотермическую обработку навоза, помёта, прошедшего карантинирование, допускается проводить на полях вблизи мест их использования, на спланированных земляных площадках с уплотненным грунтом.

5.2.5 Обеззараживание инфицированной твердой фракции путем биотермической обработки следует проводить на водонепроницаемой площадке, при этом поверхность буртов должна покрываться обеззараженной твердой фракцией навоза, помёта, торфом, опилками или соломой слоем 0,2 м.

5.2.6 Технологический процесс предусматривает для компостирования навоза и помета в качестве наполнителя: торф, солому, опилки и другие органические влагопоглощающие компоненты.

Для активного и эффективного протекания биотермических процессов в компостах должно в одинаковой мере соблюдаться каждое из следующих условий:

- оптимальная влажность компостной смеси – 65-70%;

- соотношение компонентов согласно расчёту;

- высокая гомогенность смеси;

- оптимальная реакция среды pH 6,5-7,7;

- достаточная аэрация массы в процессе компостирования, т.е. рыхлая укладка буртов, при необходимости их перебивка;

- положительный тепловой баланс, оптимальное соотношение C : N (углерода к азоту) (20–30):1.

Исходная влажность навоза, помёта, влагопоглощающих компонентов для приготовления компостов должна составлять, не более, %:

а) - навоза – 92;

- торфа – 60;

- сапропеля – 50;

- отходов деревообработки – 40-50;

- соломы – 24.

б) - помета – 64-82;

- торфа – 50-60;

- соломы – 14-16;

- опилок – 16-25;

- древесной коры – 50-60;

- лигнина – 60;

- гумусных грунтов – 20-30.

5.2.7 Для компостирования навоза и помёта в качестве влагопоглощающего компонента могут быть использованы солома, торф, опилки и другое с последующим перемешиванием и биотермической обработкой. Оптимальная влажность компоста – 65-70%. Смешивание полужидкого и жидкого навоза с водопоглощающим компонентом может осуществляться стационарными устройствами или мобильными средствами.

5.2.8 Количество водопоглощающего компонента *Q,* т, добавляемое на 1 т навоза, может быть определено по формуле

$$Q = \frac{(W_H - W_K)}{W_K - W} \times M_H, \qquad (16)$$

где W_H – влажность навоза, %;

W_K – влажность компоста, %;

W – влажность водопоглощающего компонента, %.

M_H – масса навоза.

5.2.9 В состав цехов компостирования входят: навозохранилище, склады водопоглощающего компонента и минеральных удобрений, смесительный корпус, разгрузочная площадка для водопоглощающего компонента и погрузочная площадка для компостной смеси. Объем навозохранилища должен быть не менее двухсуточного объема поступающего полужидкого навоза (при непрерывной рабочей неделе). По-

дачу полужидкого или жидкого навоза в смеситель следует проводить насосами или ковшовым погрузчиком НПК-30. Склад водопоглощающего компонента (открытый, с твердым основанием) рассчитывается на объем для трехмесячного хранения. Высота буртов торфа принимается до 8 м, что обеспечивается для торфа (опилок) машиной ОФ-8.

5.2.10 Технологический процесс компостирования навоза и помета осуществляется пассивным и активным способами.

Режим компостирования в каждом конкретном случае назначают в зависимости от исходных параметров компостируемой смеси, природно-климатических условий, требований к готовому компосту, эпизоотической ситуации на животноводческих фермах и комплексах, на птицеводческих предприятиях и экологической обстановки.

5.2.11 При пассивном (традиционном) способе технологический процесс компостирования осуществляют в естественных условиях в буртах на прифермских и полевых площадках.

Технологический процесс компостирования предусматривает смешивание компонентов смеси, формирование буртов, выдерживание смеси в буртах, ее аэрацию и хранение готового компоста.

Размеры компостных буртов зависят от вида принятого наполнителя – влагопоглощающего компонента. При использовании торфа, опилок, коры, лигнина высота буртов должна быть 2-2,5 м, соломы – 3, ширина – 2,5-6 м. Длина бурта – произвольная, общая масса смеси для одного бурта – не менее 100 т. Между рядами буртов компостной смеси необходимо предусматривать технологические проезды шириной 2,5-3 м.

Время выдерживания навоза в буртах при достижении температуры 50-60°С во всех частях бурта в течение первых 10 суток после складирования должно быть не менее 2 месяцев в теплый период года и не менее 3 месяцев в холодный.

При компостировании навоза и помета в смеси с корой и опилками продолжительность процесса компостирования увеличивается в 1,5-3 раза.

При снижении температуры массы в бурте до 25-30°С необходимо провести аэрацию смеси путем перемешивания слоев.

В зимнее время, при температуре окружающей среды ниже 0°С компостную смесь рекомендуется укладывать в один сплошной бурт высотой 1,0-2,5 м.

При наступлении устойчивых положительных температур смесь аэрируется и укладывается в бурты соответствующих геометрических размеров.

Технологический процесс компостирования активным способом предусматривает смешивание компонентов смеси, формирование буртов, выдерживание смеси в буртах, её периодическую аэрацию и хранение готового продукта.

Склад минеральных удобрений (закрытый) следует рассчитывать на месячный запас и оборудовать средствами транспортирования и дозировки. Смесительный корпус оборудуется смесителями типов СМ-246, СМК-127, 2СМ-1. Площадки для хранения смеси рассчитываются на пятисуточный выход. Для погрузки на транспортные средства используются погрузчики ПБ-35, ПФП-1,2, ПЭ-0,8Б, ПУ-0,5 или грейферные краны Г-10.

5.2.12 При использовании для перемешивания мобильных средств должна проводиться послойная укладка компонентов смеси.

5.2.13 Ход биотермического процесса и потери при этом биогенных веществ в подстилочном навозе и компосте зависят от плотности их укладки. При рыхлой укладке с плотностью 0,6-0,7 т/м^3 биотермический процесс протекает за два – три месяца; при укладке с плотностью, превышающей 0,9 т/м^3, – за 4-6 месяцев, но с меньшими потерями биогенных веществ и при условии, что бурты не промерзают.

5.2.14 Разложение органического вещества в компосте сопровождается значительной потерей массы и переходом

биогенных веществ в соединения, легко усваиваемые растениями.

Данные о содержании общего азота и фосфора (%) от количества сухого вещества, а также потери сухого вещества и азота в навозных компостах разной степени разложения приведены в таблице 19.

Таблица 19

Показатели	Степень разложения компоста			
	слабо-разло-жившийся	полупере-превший	пере-превший	перегной
Содержание сухого вещества, %:				
- азота общего	0,52	0,60	0,66	0,73
- фосфора (P_2O_5)	0,31	0,38	0,43	0,48
Потери, %:				
- сухого вещества	-	29	47,20	62,40
- азота общего	-	18,10	32,90	47,30

5.2.15 Для обеспечения нормального биотермического процесса в компосте требуется тщательное перемешивание его компонентов до буртования. Фиксация азота микрофлорой в компостах сопровождается потреблением фосфора в соотношении 2:1, поэтому добавка 2-3% по массе фосфоритной муки снижает потери азота за 4 месяца с 19,6 до 3,3-5,4%.

5.2.16 На фермах крупного рогатого скота (до 1000 голов) компостирование навоза проводится в полевых условиях способом послойной укладки торфа (соломы, опилок и др.) с помощью разбрасывателей с боковым выбросом и подачи навоза цистернами, снабженными приспособлением для бокового выброса. Лучший эффект перемешивания компонентов компоста может быть достигнут при использовании окараванивающей машины ОФ-8 (рисунок 10). Площадки, на которых производится компостирование, должны располагаться непосредственно на полях. Их устройство ограничивается планировкой поверхности и укладкой торфа (соломы, опилок) высотой до 0,6 м, что исключает возможность растекания.

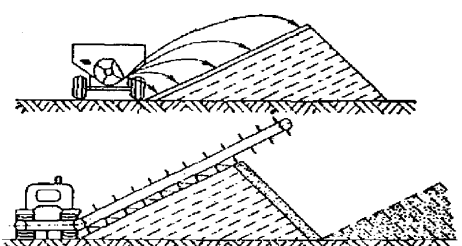
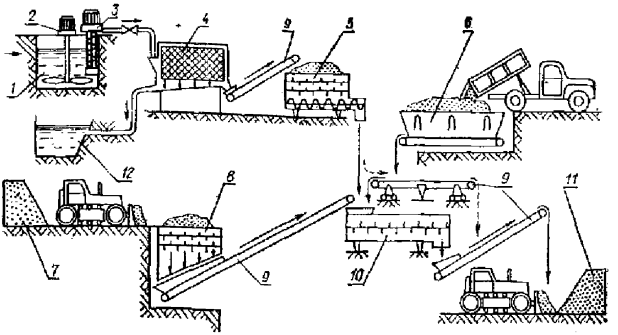


Рисунок 10 – Технологическая схема подготовки компоста с использованием окараванивающей машины ОФ-8

5.2.17 Схема оборудования цеха разделения жидкого навоза на фракции и компостирования твердой фракции на комплексах крупного рогатого скота, представлена на рисунке 11.



1 - резервуар;
2 - мешалка;
3 - насос;
4 - виброгрохот;
5 - дозатор твердой фракции;
6 - дозатор минеральных удобрений;
7 - штабель торфа;
8 - дозатор торфа;
9 - транспортер;
10 - смеситель;
11 - склад компоста;
12 - емкость для жидкой фракции навоза

Рисунок 11 – Технологическая схема разделения жидкого навоза на фракции и компостирования твердой фракции навоза крупного рогатого скота

5.2.18 Ускоренное компостирование (метод биологической ферментации) основан на управлении развитием аэробных бактерий. Предварительно подготовленная компостная смесь (навоз или помет с влагопоглощающими компонентами – торф, солома и другое и минеральными добавками) оптимальных агрохимических свойств (влажность, кислотность, соотношение углерода и азота) помещается в специальную камеру (биоферментатор или биореактор), в

которой создаются определенные условия для интенсивного развития анаэробных бактерий.

Технологический процесс ускоренного компостирования протекает в искусственных условиях при непрерывной аэрации компостной смеси путем принудительной подачи воздуха в слой смеси, находящейся в камере. Полезная высота слоя смеси 2 м. Компостная смесь на входе в камеру должна быть тщательно перемешана и иметь температуру не менее 10°С.

Удельный расход воздуха должен составлять не менее 0,6 $м^3$/кг компостной массы, температура подаваемого воздуха 10-50°С в зависимости от температуры наружного воздуха. Продолжительность процесса биологической ферментации смеси – 7-8 суток при температуре 69-80°С и последующем созревании компоста в буртах в течение 14-21 суток. Полный цикл производства органических удобрения составляет 26-38 суток.

5.2.19. При наличии в регионе водопоглощающих компонентов следует использовать технологию производства компостных смесей в процессе уборки навоза из помещений (рисунок 12).

Производство компостных смесей осуществляется в смесительном отделении, куда навоз из животноводческого помещения подаётся поперечным транспортёром. Одновременно

с навозом в смесительное устройство, являющееся продолжением поперечного шнекового транспортёра, дозированно подается влагопоглощающий компонент. В случае использования в качестве влагопоглощающего компонента неизмельченной соломы на питатель-дозатор устанавливают специальное устройство для ее измельчения. Пройдя смесительное устройство, компостная смесь поступает в наклонный транспортёр и выгружается в транспортное средство или на площадку для карантирования и временного хранения. Биотермическое созревание компостных смесей проводится на прифермских или полевых площадках.

5.2.20 По принципу работы биоферментаторы и биореакторы подразделяются на установки периодического и непрерывного действия. Установки периодического действия могут быть стационарными или с возможностью перемещения (контейнерного типа). Наиболее распространенной является технология ускоренного компостирования навоза (помёта) в режиме периодического действия. Получаемый продукт – компост многоцелевого назначения, представляет собой однородную, 55-70%-ной влажности, сыпучую массу темно-коричневого цвета без неприятного запаха.

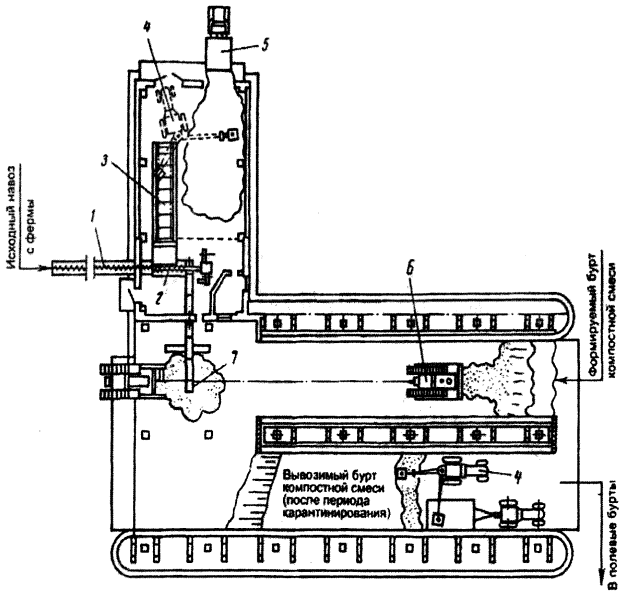


Рисунок 12 – Принципиальная схема технологии производства компостных смесей в процессе уборки навоза из помещений:

1 – шнековый транспортер подачи исходного навоза;
2 – транспортер-смеситель шнековый;
3 – питатель-дозатор влагопоглощающих материалов;
4 – погрузчик грейферный;
5 – транспорт доставки влагопоглощающих материалов;
6 – бульдозер-буртователь;
7 – наклонный транспортер для выгрузки компостной смеси

Биоферментатор представляет собой сооружение из кирпича размером 5х10 м (50 м^2) и высотой до 4,5 м, в пол сооружения вмонтированы восемь перфорированных труб, тупиковых с одного конца и объединенных с другого конца

общим воздуховодом. На задней стене камеры (с наружной стороны) устанавливается вентилятор, подающий через соединительный рукав воздух в воздуховод и через трубы – в компостируемую смесь.

Передняя часть камеры оборудуется двухсекционными металлическими воротами. Задняя стена биоферментатора и ворота имеют отверстия для замера температуры и содержания кислорода в компостируемой смеси.

После загрузки компостируемой смеси в биоферментатор газоанализатором замеряется количество кислорода в смеси и устанавливается продолжительность вентилирования.

При закладке смеси влажностью 55-65% с начальной температурой около 10°С температура смеси через 10-12 ч поднимается до 40-50°С, а затем до 60-75°С.

Падение температуры в смеси до 40-30°С свидетельствует об окончании процесса ферментации.

Биоферментатор может возводиться также из железобетона и других материалов.

В зависимости от объема производства компостов из биоферментаторов могут возводиться модули с любым числом секций.

Органические компоненты смеси загружаются в биоферментатор навозоразбрасывателем, а выгрузка готового

компоста осуществляется фронтальным погрузчиком на открытую площадку хранения компоста.

5.2.21 Установками непрерывного действия получения биогумуса из навоза и помета являются биореакторы барабанного типа различной конструкции (разработки ИАЭП, ВНИИПТИОУ и др.).

Установка барабанного типа представляет собой камеру цилиндрической формы, установленную на опорные катки с приводом для осевого вращения с целью перемешивания и равномерного аэрирования перерабатываемой смеси; по внутренней стенке барабана смонтированы перфорированные трубы, тупиковые с одного конца и объединённые с другого конца общим воздуховодом; на задней стенке барабана (с наружной стороны) устанавливается вентилятор, подающий через соединительную муфту воздух в воздуховод и через трубы – в органическую смесь.

Для оптимального режима работы установки непрерывного действия (барабанного типа) её заполнение исходной смесью составляет 80% общего объёма. Ежедневно происходят выгрузка из камеры 1/3 полученного биоудобрения и загрузка в неё 1/3 исходной смеси.

5.2.22 Биореактор должен иметь надежную теплоизоляцию независимо от температуры окружающего воздуха. Коэфициент теплопередачи стенок – не более 0,2 Вт/м^2 ^{o}С. Высо-

та слоя смеси при цикличном способе компостирования не должна превышать 2 м.

Влажность исходной массы при отсутствии перемешивания должна обеспечивать пористость смеси не менее 0,3; при периодическом перемешивании достаточная пористость смеси 0,1.

При циклическом способе компостирования температура исходной смеси не должна быть ниже 10ºС, при непрерывном процессе в конце загрузки порции исходной смеси температура смеси в биореакторе не должна опускаться ниже 40-45ºС.

Система подачи воздуха должна обеспечивать равномерное насыщение кислородом всего объема смеси, а расход воздуха – концентрацию кислорода в воздушной среде смеси не менее 5%.

5.2.23 Для получения из навоза и помета компостов заданных свойств, сбалансированных по элементам питания и составу удобрений, усиления микробиологических процессов, протекающих при компостировании, и уменьшения потерь питательных веществ, в компостную смесь целесообразно включать минеральные добавки (фосфоритная мука, фосфогипс, порошковидный суперфосфат и др.), а также использовать «микробные закваски» (ассоциации из группы активных термофильных микроорганизмов).

При pH исходного навоза и помета в пределах 7,0 и при pH торфа до 5,0 в компостную смесь следует добавлять фосфоритную муку или фосфогипс, при pH торфа более 5,0 – суперфосфат в количестве 15 - 30 кг на 1 т торфонавозной смеси.

Примечание – Целесообразность, сроки смешивания и виды минеральных удобрений, подлежащих добавлению в компостную смесь, устанавливают соответствующие службы в зависимости от конкретных условий производства.

Принципиальная технологическая схема системы ускоренного компостирования навоза в биореакторе барабанного типа, разработанная ВНИИОУ … приведена на рисунке 13.

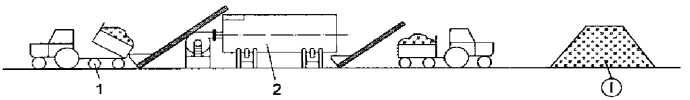


Рисунок 13 – Принципиальная технологическая схема системы ускоренного компостирования в реакторе барабанного типа:

I – площадка хранения готового компоста;
1 – транспортное средство; 2 – реактор

5.3 Вермикомпостирование

5.3.1 Для получения на основе навоза или помёта экологически чистого, высококачественного удобрения в виде биогумуса используют технологии вермикомпостирования.

Подготовку исходной смеси (субстрата) для заселения червями следует осуществлять аналогично подготовке компостной смеси.

Приготовленная смесь укладывается на площадку с уплотненным грунтовым или твердым покрытием в бурт высотой 1,5-2,0 м. Длина бурта зависит от объема производства биогумуса. Для создания более однородной структуры базового субстрата бурт необходимо подвергать не менее трехразовой перебивке. После того как температура внутри бурта снижается, процесс разложения прекращается и полученный субстрат используется в качестве корма для червей.

Исходная смесь для вермикомпостирования должна быть однородной, рыхлой, без посторонних включений и иметь:

- влажность – 75-85%;
- pH - 6,8-7,2;
- соотношение C:N – 20:1;
- содержание минеральных веществ – до 10%;
- сырого протеина – не более 25%;
- содержание аммиака – не более 0,5% (не ощущается запах);
- отсутствие значительных количеств сероводорода (не ощущается запах);
- достаточную насыщенность кислородом (необходима регулярная аэрация).

Параметры конечного продукта – биогумуса должны иметь:

- влажность – 70%;
- pH – 6,5-7,5;
- азот общий – 1,2% а.с.в. (абсолютно сухого вещества);
- K_2O – 0,84 а.с.в.;
- P_2O_5 – 1,1% а.с.в.;
- органические вещества – 52% а.с.в.;
- уровень общей микробной контаминации КОЕ/г – не более $3,5 \times 10^{5-7}$ (КОЕ – колониеобразующие единицы);
- отсутствие патогенной микрофлоры, яиц и личинок гельминтов.

5.3.2 Вермикомпостирование подготовленного субстрата следует проводить круглогодично в закрытых отапливаемых помещениях на стеллажах, в теплое время года (при температуре 10°С и выше) – в тех же помещениях без отопления.

Ширину стеллажей следует принимать до 1,0-1,2 м, длину – произвольно; толщина слоя субстрата 15-20 см.

Удельную производительность сооружений вермикомпостирования следует принимать для закрытых помещений по исходному субстрату – 1,5 т/м^2, готовому биогумусу – 0,3 т/м^2, по биомассе вермикультуры – 22 кг/м^2 в год.

Склад для хранения готовой продукции (биогумуса) изолируют капитальной стеной от производственного цеха, а в местах сообщения оборудуют дезоковрики.

5.3.3 Готовый компост следует размещать на подготовленных полевых площадках.

Полевые площадки следует размещать в непосредственной близости от полей, на которые планируется внесение компоста, на расстоянии не менее 50 м от ближайших жилых строений. Укладку в штабеля следует производить тракторами с фронтальными погрузчиками. В зимнее время закладку каждого штабеля необходимо завершать до промерзания компостной смеси. Количество и размеры компостных штабелей согласуются с площадями полей и планируемыми дозами внесения.

Штабель на полевой площадке должен вмещать не менее 100 т смеси. Штабеля укладываются рядами, расстояние между которыми должно быть достаточным для проезда навозоразбрасывателя. Высота штабеля 2-2,5 м, ширина 4-6 м, длина – произвольная.

5.4 Анаэробная переработка

5.4.1 Анаэробной переработке следует подвергать бесподстилочный навоз и помет, смесь осадков отстойников и других продуктов переработки и очистки навозных стоков.

Анаэробную переработку массы следует осуществлять путем сбраживания в биоэнергетических установках сельскохозяйственного назначения.

Анаэробное сбраживание обеспечивает дегельминтизацию, потерю всхожести семян сорняков, подавление патогенных форм микроорганизмов, повышение удобрительной ценности обрабатываемого продукта и получение биогаза.

5.4.2 К технологическому процессу подготовки бесподстилочного навоза, помета и продуктов переработки и очистки навозных и помётных стоков к анаэробному сбраживанию предъявляются следующие требования:

- подготовленная масса должна быть свежей, с максимальным содержанием органического вещества, иметь максимально возможную температуру;

- масса должна быть гидравлически транспортабельной, гомогенной по составу, однородной по концентрации твердых и взвешенных веществ и равномерно поступать на сбраживание.

Она не должна содержать включения и твердые частицы размером более 30 мм, плотность которых существенно превышает плотность жидкости (бетон, глина, песок и другие посторонние включения); параметры массы для анаэробного сбраживания:

влажность – 90-96%;

зольность – 15-16%;

pH – 6,9-8,0;

содержание летучих жирных кислот – 600-2000 мг/л;

щелочность – 1500-3000 мг $CaCO_3$/л;

соотношение C:N – (10-18):1.

Для обеспечения оптимального соотношения C:N и получения большого количества биогаза допускается добавлять в сбраживаемую массу другие органические отходы: отходы боен, жом, силос, измельчённое зерно и т.д.;

- сбраживаемая масса не должна содержать вещества, подавляющие жизнедеятельность метанообразующих микроорганизмов и ингибирующие технологический процесс анаэробного сбраживания больше допустимых концентраций. К ним относятся различные формы азота и большинство тяжелых, щелочных, щелочноземельных металлов, сульфидов, кислорода, антибиотиков, дезинфицирующих средств и других веществ.

Хранение исходной массы перед сбраживанием не должно превышать 24-48 ч.

Примечание – При необходимости анаэробной переработки подстилочного помета в метантенках его предварительно подвергают измельчению и доводят влажность массы до 88 - 92 %.

5.4.3 Выбор режима сбраживания следует проводить на основании технико-экономических расчетов с учетом природно-климатических условий, ветеринарного состояния животноводческой фермы, комплекса или птицеводческого предприятия, количественно-качественных параметров навоза или помета, санитарно-гигиенических характеристик и требований к использованию сброженного навоза или помета, наличия площадей и состояния сельскохозяйственных угодий, вида культур, состояния и типа почв и других условий.

5.4.4 Продолжительность анаэробного сбраживания бесподстилочного навоза и помета в метантенках следует назначать в пределах 5 - 20 суток с учетом:

- величины дозы загрузки сбраживаемой массы;
- принятой температуры сбраживаемой массы;
- скорости реакции, зависящей от вида сбраживаемой массы;
- степени разложения органического вещества;
- требований к качеству сброженного навоза и помета и др.

5.4.5 Для анаэробной переработки навоза (помёта) в метантенках приняты следующие технологические параметры биоэнергетических установок:

- температура сбраживания, °С – 33-38 (53-55);
- доза загрузки метантенка, % – до 15;

- степень распада органического вещества навоза (помёта), % – до 40;

- удельное количество биогаза в сутки на одну голову, $м^3$:

а) свиньи на откорме – 0,23-0,25;

б) молодняк КРС – 1,4-1,6;

в) коровы – 1,9-2,2.

При анаэробной переработке жидкого навоза (помёта) расчетное количество образующегося биогаза на 1 т органического вещества составляет, $м^3$:

- свиной навоз – 500;

- навоз молочных коров – 350;

- навоз молодняка КРС – 450;

- птичий помёт – 600.

Биогаз состоит в основном из метана (65-70%), диоксида углерода и других примесей (H_2; H_2S). Энергетический эквивалент, или средняя теплотворная способность биогаза – 5500 ккал, 23 МДж, или 6,4 кВт 1 $м^3$.

Количество метантенков должно быть не менее двух, обеспечивающих оптимальные условия анаэробной ферментации и позволяющих при вспышке инфекционных болезней перевести работу метантенков с проточного на цикличный режим.

5.4.6 Объем метантенков следует определять в зависимости от влажности поступающей массы по суточной дозе загрузки по таблице 59 СП 32.13330.2012 «СНиП 2.04.03.85 Канализация, наружные сети и сооружения». Для жидкого навоза и помета эти данные следует определять экспериментально.

Объем метантенка следует определять с учетом коэффициента расширения сбраживаемой массы.

Оптимальная суточная доза загрузки массы при влажности 90-95% составляет в среднем 15%, что соответствует продолжительности сбраживания в течение семи суток.

5.4.7 Загрузку сбраживаемой массы в метантенк следует предусматривать равномерными дозами в течение суток.

Температура загружаемой массы в метантенк должна быть на 2-3ºС выше температуры выбранного режима сбраживания.

5.4.8 В составе сооружений анаэробной переработки навоза, помёта в зависимости от их назначения и мощности следует проектировать:

- блок приема и усреднения подготовленной массы по количественно-качественным параметрам с оборудованием

для отделения посторонних включений, гомогенизации, измельчения и подачи массы на дальнейшую обработку;

- блок подготовки массы к анаэробному сбраживанию с оборудованием для рекуперации тепла сброженной массы, окончательного нагрева, выдерживания и др.;

- блок анаэробного сбраживания массы в составе метантенков, анаэробных фильтров с мостиками, площадками, трубопроводами, арматурой, предохранительным и другим оборудованием;

- блок обработки сброженной массы с оборудованием для ее разделения и обезвоживания;

- блок сбора и хранения сброженной массы и ее твердой и жидкой фракций;

- промежуточные емкости и насосные установки для перекачки массы по сооружениям;

- блоки сбора, хранения, использования и переработки биогаза;

- блоки очистки и доочистки сброженной жидкой фракции и др.

5.4.9 Одним из вариантов системы анаэробного сбраживания является биоэнергетическая установка, схема которой приведена на рисунке 14.

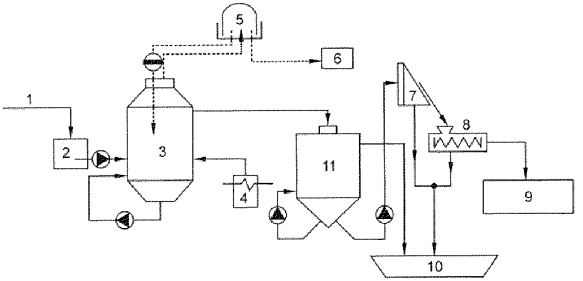


Рисунок 14 – Принципиальная технологическая схема системы анаэробного сбраживания свиного навоза:

1 – трубопровод исходного навоза;
2 – приёмный резервуар;
3 – метантенк;
4 – теплообменник;
5 – газгольдер;
6 – котельная;
7 – дуговое сито;
8 – пресс;
9 – накопитель твёрдой фракции;
10 – пруд-накопитель жидкой фракции;
11 – осветлитель

5.4.10 На разогрев субстрата и метатенка до мезофильного температурного режима зимой в условиях средней полосы России получаемого биогаза может не хватить.

5.4.11. Ограждающие конструкции камеры сбраживания следует выполнять с воздушной теплоизоляционной регулировкой температуры в ней, исключающие потери тепла в окружающую среду от сбраживаемой массы.

6 Биологическая очистка, дезодорация жидкой фракции навоза и доочистка

6.1 Аэротенки

6.1.1 Процесс искусственной биологической очистки жидкой фракции навозных стоков и жидкого навоза осуществляется в аэротенках механическим, пневматическим, гидропневматическим и комбинированным способами аэрации. Содержание кислорода в воздухе составляет 20,9% по объему или 23,2% по массе. Обычно поступление кислорода в аэротенки на первом этапе очистки отстает от его потребления. Ход очистки и окислительная мощность сооружений лимитируются производительностью аэраторов. Например, производительность аэротенка рабочим объемом 1600 м^3 с шестью рототурбинами типа КПС при ХПК поступающих свиных навозных стоков 3,5 г/л не превышает 700 м^3 в сутки.

6.1.2 Повышение гидравлической нагрузки приводит к нарушению работы аэротенков, поэтому на комплексах должен проводиться замер расхода жидкой фракции. Простейшим устройством, пригодным для замера расхода, является незатопленный треугольный водослив (с тонкой стенкой) с углом наклона отверстия 90°. Расход жидкости на таком водосливе при высоте перелива (Н) вычисляется по формуле

$$Q = 1,343 \times H^{2,47} \text{ м}^3/\text{с}. \quad (17)$$

Расход жидкости через треугольный водослив приведен в таблице 20.

Таблица 20

Расход воды, Q $м^3/ч$	Слой воды H, м	Расход воды, Q $м^3/ч$	Слой воды H, м
0,84	0,03	25,70	0,12
1,71	0,04	37,62	0,14
2,96	0,05	52,34	0,16
4,64	0,06	69,95	0,18
6,79	0,07	91,04	0,20
9,44	0,08	157,75	0,25
12,64	0,09	247,71	0,30
16,38	0,10	361,44	0,35

6.1.3 Рототурбина КПС 108.61.08.000 имеет высоту выходного отверстия 80 мм. Ее габариты 1870х922х2277 мм, масса – 1011 кг. Оптимальная глубина погружения выходного отверстия рототурбины – 2/3. Вращение турбины осуществляется против часовой стрелки 78 мин. Турбина устанавливается над стабилизатором диаметром 1200 мм. Ширина аэротенка, при которой обеспечивается гидравлическое перемешивание, до 9 м при глубине 4,5 м. Заводом поставляется мостик длиной 40,6 м, рассчитанный на установку шести рототурбин.

6.1.4 Практика работы аэротенков показала, что время аэрации, удельный расход воздуха и доза ила, которую мож-

но поддерживать в аэротенке, зависят от конечного результата очистки. С понижением степени очистки увеличивается прирост ила. Это наглядно показывают результаты обработки жидкой фракции свиных навозных стоков, приведённые в таблице 21.

Во всех случаях содержание растворенного кислорода в аэротенке должно поддерживаться до 2 мг/л.

Таблица 21

Процесс	Расход кислорода, г/г снятой БПК	БПК выходящего стока, мг/л	Доза ила, г/л	Нагрузка на ил по БПК, мг/г	Прирост ила от снятой ХПК, %
Продленной аэрации	1,8	75	10-12	100	40
В режиме повышенной нагрузки	1,6	180	8-10	200	50
Высокой нагрузки	1,5	570	6-8	300	55

6.1.5 При работе аэротенков отмечается повышение температуры жидкости на 5-6°С по сравнению с температурой поступающей жидкой фракции.

6.1.6 При механическом способе аэрации степень очистки жидкой фракции следует принимать по ХПК до 300 мг/л. Величины БПК при соответствующих ХПК для жидкой фракции навоза, прошедшей биологическую обработку, приведены в таблице 22.

Таблица 22

ХПК, мг/л	300	400	500	600	700	800	1000
$БПК_5$, мг/л	75	115	155	200	250	310	400

По данным ИАЭП им. К.И. Скрябина, при биологической обработке достигается дегельминтизация жидкой фракции на 94,7-100%.

6.1.7 Повышение производительности аэротенков требует увеличения числа рототурбин или применения пневмомеханической, пневматической или струйной аэрации, что позволяет стабилизировать и интенсифицировать ход процесса окисления.

6.1.8 Пневматическая аэрация обычно осуществляется с использованием в виде аэраторов дырчатых или щелевых труб. Отверстия диаметром 2,5-3 мм в дырчатых трубах располагают попарно под углом 45° к вертикали через 100-150 мм.

Щели прорезаются шириной до 5 мм в одной трети нижней части трубы (120 °) через 100-150 мм. Число отверстий находится по скорости 8-10 м/с и расходу подаваемого воздуха.

6.1.9 Для пневмомеханической аэрации применяются аэраторы типа АПН-24. Этот аэратор состоит из:

- стабилизатора, выполненного в виде трубы диаметром 630 мм, имеющей вверху воронку, а внизу – отражательный конус;

- гребного винта диаметром 590 мм, частотой вращения 530 об/мин;

- привода от электродвигателя мощностью 18,5 кВт, частотой вращения 960 об/мин (марка 4А 180М6УЗ) через клиноременную передачу на вал винта с частотой вращения 528 об/мин.

Сверху на валу установлен пеногаситель диаметром 600 мм. Под аэратор подается воздух в количестве 240 $м^3$/ч. Окислительная способность аэратора – 20 кг O_2/ч. Аэратор обеспечивает перемешивание жидкой фракции в емкости размерами 6х6х4,5 м. Общая масса аэратора 1211 кг.

6.1.10 При температуре поступающей жидкой фракции 10-15°С температура в аэротенке достигает 23-26°С за счет энергии струи, обеспечивающей дополнительный захват воздуха при падении и его эмульгирование. При струйной аэрации достигаются высокая степень дисперсности среды и повышенная скорость растворения кислорода воздуха, что позволяет в короткий срок вносить большое его количество на единицу объема и повысить окислительную мощность сооружений. Этот метод аэрации рекомендуется использовать при обработке высококонцентрированных навозных стоков.

6.1.11 В настоящее время применяются два вида струйных аэраторов:

- шахтный, обеспечивающий поступление кислорода за счет подсоса воздуха в шахту и с поверхности азротенка при свободном падении жидкости и последующего эмульгирования в резервуаре за счет энергии струи;

- эжекторный, создающий тот же эффект за счет напора жидкости в сопле.

В обоих случаях в рабочей камере создается вакуум, используемый для подсоса воздуха в систему.

Основным источником поступления кислорода и эмульгирования воздуха является энергия струи, скорость которой у поверхности аэротенка должна быть порядка 10-12 м/с.

6.1.12 В шахтном аэроторе вода при падении вдоль стенок шахты за счет создающегося разряжения подсасывает значительное количество воздуха. При этом обязательным условием является свободное падение жидкости вдоль стенок, при котором нет закручивания и объединения струй в начале шахты. Перемешивание жидкости и воздуха происходит главным образом в конце шахты и в самом аэротенке.

6.1.13 Скорость свободного падения жидкости под действием силы тяжести (таблица 23) может быть определена по формуле

$$V = \sqrt{2gH} \text{ м/с.} \qquad (18)$$

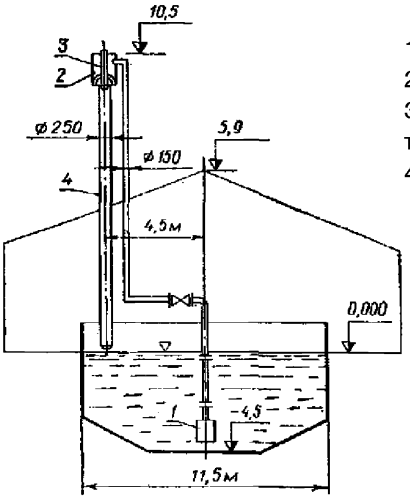
Таблица 23

Высота падения струи (Н), м	0,10	0,25	0,50	1,0	2,0	5,0	8,0	9,0	10
Скорость, м/с	1,4	2,22	3,1	4,43	6,26	9,9	12,5	13,3	14

6.1.14 При струйной аэрации интенсивность растворения кислорода в несколько раз выше, кроме того, значительно упрощаются оборудование и его обслуживание.

6.1.15 Для обработки навозных стоков используется комбинированное применение механической и струйной аэрации, которое позволяет уменьшить количество аэротенков, обеспечить повышенную подачу кислорода и необходимое перемешивание. При этом окислительная мощность сооружений может быть повышена в 2 раза.

6.1.16 В южных районах страны может быть рекомендовано применение струйных аэраторов шахтного типа (рисунок 15), которые состоят из шахты (стояка) диаметром 250 мм и длиной 9-10 м. Над стояком размещается бочка диаметром 550 мм, высотой 840 мм, служащая приемником для жидкой фракции, подаваемой по трубе диаметром 150 мм насосом ЦМФ 160-10. Во избежание закручивания струи в нижней части бочки устанавливаются ребра. Атмосферный воздух поступает в стояк по трубе диаметром 150 мм, которая пропущена через верхнюю крышку бочки. Подача кислорода таким аэратором достигает 36 кг/ч, или 0,87 т/сут.



1 – насос;
2 – оголовок;
3 – воздушная труба;
4 – шахта

Рисунок 15 – Схема установки струйного аэратора в действующем аэротенке на свиноводческом комплексе «Калитянский»

6.1.17 Эжекторные струйные аэраторы состоят из корпуса, заканчивающегося соплом и воздушной трубкой, по которой подсасывается воздух за счет разряжения, создающегося при работе сопла.

Подача жидкой фракции осуществляется в верхнюю часть корпуса.

Эжектирование воздуха начинается при скорости в суженном сечении более 2,5 м/с.

При скорости в суженном сечении 8-10 м/с создается разряжение 2-4 м водяного столба, обеспечивающее поступление 1,5-2 объемов воздуха на объем подаваемой жидкости. Для этого напор у аэратора должен быть не менее 6-7м.

Окислительная мощность таких аэраторов зависит от скорости, концентрации и расхода подаваемой жидкой фракции.

6.2 Дезодорация жидкого навоза

6.2.1 Дезодорация жидкого навоза осуществляется в навозохранилищах гомогенизацией с подачей кислорода. Жидкая фракция навоза свиней полностью дезодорируется при частичной биологической обработке за одни сутки. Для дезодорации жидкого навоза крупного рогатого скота требуется более длительный срок.

6.2.2 На комплексе по выращиванию и откорму 10 тыс. голов молодняка крупного рогатого скота в навозохранилище объемом 12 тыс. $м^3$ глубиной до 5 м было проведено испытание плавающих установок, состоящих из гребных винтов, производящих перемешивание и аэрацию жидкой фракции навоза (прошедшей грохот и имевшей влажность 98 %). Во время испытаний аэрация проводилась 12 ч в сутки. Винты диаметром 1200 мм приводились в движение моторами 30 кВт через клиноременную передачу с частотой вращения

200 об/мин. При перемешивании за 14 дней в октябре обеспечивалась дезодорация и температура жидкой фракции поднималась с 4 до 17 °С. При дальнейшей аэрации температура поднялась до 22 °С. Во время аэрации в течение первых 30 дней образовался слой пены высотой 0,8-0,9 м, в дальнейшем он постепенно уменьшался.

Исследования показали, что дезодорация, стабилизация и обеззараживание жидкого навоза крупного рогатого скота могут быть интенсифицированы путем обработки на двухступенчатых аэротенках.

Первая ступень аэротенков-отстойников, работая в термофильном режиме при температуре 53-55 °С и содержании активного ила 6 г/л, имеет окислительную способность по ХПК 300 г/м^3 в час при объемной нагрузке 600 г/м^3 в час.

Вторая ступень, работающая при содержании активного ила 6-3 г/л и температуре 20-30 °С, должна иметь нагрузку по ХПК не более 200 г/м^3 в час. При этом ее окислительная способность составляет 80-100 г/м^3 в час. Между аэротенками-отстойниками первой и второй ступени требуется дополнительное отстаивание в течение 3-4 ч. Дезодорацию жидкого навоза крупного рогатого скота следует проводить непосредственно перед внесением в почву.

6.3 Доочистка сточных вод

6.3.1 При необходимости достижения более высокой степени очистки навозных стоков свиноводческих комплексов, которую нельзя достичь на сооружениях искусственной биологической очистки, возможно применение скорых фильтров, озонирования или биологических прудов, проектируемых в соответствии РД-АПК 1.10.15.02-17 «Методические рекомендации по технологическому проектированию систем удаления и подготовки к использованию навоза и помёта»

6.3.2 Озон (O_3) получается в озонаторах при «тихом» электрическом разряде из чистого сухого воздуха или смеси воздуха с кислородом. Максимальное содержание его в озоно-воздушной смеси, выходящей из озонатора, может достигать 40 мг/л, а рабочее – находится в пределах 15-20 мг/л. Озон токсичен. Содержание озона в помещении должно быть не более 0,0001 мг/л. При содержании 0,001 мг/л происходит раздражение слизистой оболочки носа и глаз, при 0,018 мг/л – удушье.

6.3.3 Схема доочистки навозных стоков свиноводческих комплексов озонированием представлена на рисунке 16. Она включает в себя:

- две ступени скорых фильтров с двухслойной загрузкой; первая – для предварительной обработки поступающего

стока, вторая – для окончательной очистки после озонирования;

- блок приготовления озона;

- специальные двухступенчатые реакторы, заполненные активированным углем, в которых осуществляется контакт жидкости с озоном.

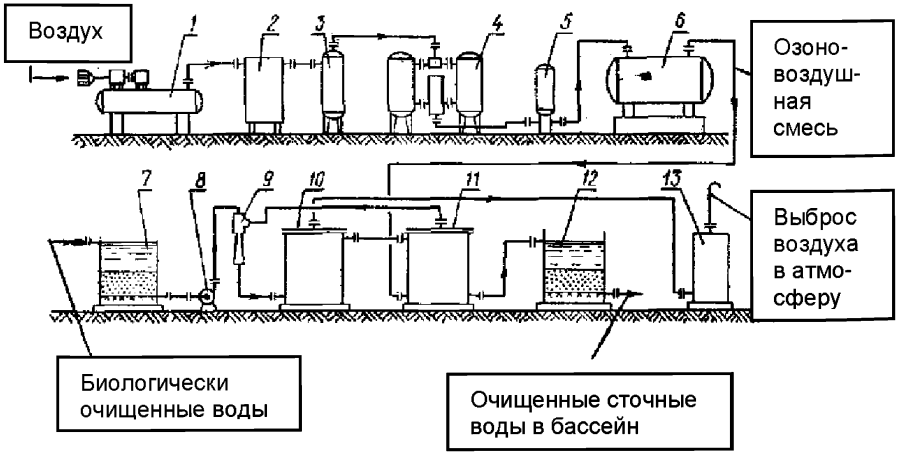


Рисунок 16 – Технологическая схема доочистки сточных вод озоном:

1 - автоматический блок компрессирования АБК-630;
2 - осушитель воздуха ОВМ-063;
3 - водоотделитель МО-3ОН;
4 - автоматический блок осушки А1ОМ1;
5 - фильтр патронный ФП-08;
6 - озонатор;
7 - фильтр I ступени;
8 - насос;
9 - эжектор;
10 - контактный аппарат II ступени;
11 - контактный аппарат I ступени;
12 - фильтр II ступени;
13 - дегазатор озона КРО-630

Применение таких реакторов при времени контакта 8-10 мин повышает процент использования озона до 96% и

снижает расход его до 0,5 мг/мг снятого ХПК. При этом ХПК сточной жидкости снижается на 78-85% при начальном значении 350-500 мг/л.

6.3.4 Применение озонирования для доочистки, дезодорации и дезинфекции сдерживается высоким расходом электроэнергии (20,9-21,6 кВт/кг озона).

6.4 Распределение биогенных веществ при биологической очистке

6.4.1 Количество биогенных веществ (N, P, K), содержащихся в жидком навозе свиней, обычно выражается в процентах от массы сухого вещества. Ввиду неравномерного распределения между отдельными фракциями определение общего количества биогенных веществ следует проводить по их содержанию в экскрементах, а распределение, получаемое при обработке, учитывать по процентному содержанию в сухом веществе жидкой фракции.

6.4.2 Пример распределения биогенных веществ в навозных стоках комплекса производительностью 54 тыс. свиней в год, в сутки:

- количество экскрементов – 170 м^3;
- навозных стоков – 1200 м^3;
- содержание сухого вещества – 20 т.

Обработка осуществляется на дуговых ситах, отстойниках и аэротенках. Осадок первичных отстойников обрабатывается на центрифугах. Эффективность сит принята 30%, отстойников – 70, центрифуг – 60%. Влажность осадка с сит – 80% после бункера-дозатора; отстойников – 93, центрифуг – 65, активного ила – 97 %. Начальное содержание азота в соответствии с РД-АПК 1.10.15.02-17 – 1000, фосфора – 420, калия – 500 кг.

В расчете содержание (отвес сухого вещества) азота и фосфора в твердой фракции принято 50%, калия – 30%.

В активном иле содержание азота составляет 11,2%, фосфора – 8,8, калия – 3%.

В очищенном стоке содержание азота общего (по данным Гипронисельхоза) составляет 120 мг/л, фосфора – 80, калия – 210 мг/л. Результаты подсчета приведены в таблице 24.

Таблица 24

Показатели	Сухое вещество, т/сут.	Натуральное вещество, т/сут.	Содержание в твердой и жидкой фракции, кг/сут.		
			азота общего (N)	фосфора (P_2O_5)	калия (K_2O)
1	2	3	4	5	6
Осадок с сит	6	30	$\frac{150}{10}$	$\frac{63}{4}$	$\frac{45}{7}$
			(160)	(67)	(52)

Окончание таблицы 24

1	2	3	4	5	6
Твердая фракция с центрифуг	5,9	17	148/5 (153)	62/2 (64)	44/3 (47)
Всего в твердой фракции	11,9	47	313	131	99
Активный ил	1,6	53	179	141	48
Фугат	3,9	123	98/52 (150)	41/22 (63)	18/36 (54)
Итого в активном иле и фугате	5,5	176	329	204	102
Жидкость	1,0	977	118	78	205
Всего	18,4	1200	760	413	406

Примечание – В числителе дроби указано содержание в твердой фракции, в знаменателе – в жидкой, в скобках – суммарное содержание.

Из таблицы 24 видно, что потери азота при биологической обработке навоза не превышают 24%.

7 Стоки птицеводческих предприятий и сушка помета

7.1 Количество сточных вод от птицеводческих предприятий зависит от направления производства, возраста и способа содержания птицы и определяется в соответствии с РД-АПК 1.10.05.04.13 «Методические рекомендации по технологическому проектированию птицеводческих предприятий».

7.2 Объем водоотведения на птицеводческих предприятиях следует принимать исходя из количества подаваемой воды за вычетом потерь на поение и испарение.

Норму расхода воды в сутки на одну голову птицы при мойке оборудования, помещений и сток воды в проточных поилках следует принимать по РД-АПК 1.10.05.04.13 «Методические рекомендации по технологическому проектированию птицеводческих предприятий» (таблицы 22 и 23). Коэффициент часовой неравномерности водоотведения по птичнику следует принимать 2,5, по предприятию в целом – 1,5-1,6.

Расход воды на мойку и дезинфекцию помещений и оборудования птичников при смене поголовья следует принимать исходя из нормы 15 л/м^2 обрабатываемой поверхности. Она условно принимается для птичников (птицезалов) напольного содержания равной площади пола, потолка и

стен. Для птичников (птицезалов) клеточного содержания увеличивается в 1,5-2 раза.

7.3 Расход воды на разбрызгивание птицей при поении составляет: из желобковых поилок 0,014 -0,017, чашечных – 0,015-0,017 л в сутки на одну голову.

Расход воды на ее испарение в холодный и переходный периоды года при оптимальных параметрах воздуха в помещении составляет: из желобковых поилок – 0,014-0,017, чашечных – 0,015-0,017 л в сутки на голову. В жаркий период года расход воды на испарение увеличивается в 2 раза.

7.4 Для отвода производственных, хозяйственно-фекальных (бытовых) и поверхностного стока птицеводческие предприятия должны быть оборудованы раздельной канализацией.

Для снижения количества взвешенных частиц и БПК в стоке, образующемся при мойке птичников в период профилактического перерыва, перед сбросом его в канализацию следует предусматривать отстойники.

7.5 Сточные воды от проточных поилок допускается сбрасывать непосредственно в канализацию без предварительной обработки.

Поверхностный сток с выгульных площадок (соляриев) для кур, индеек, уток, гусей перед поступлением в сети канализации должен проходить через отстойники.

Поверхностный сток (дождевой и талый) с площадок компостирования помёта следует использовать на увлажнение компостов или после соответствующей обработки на орошение кормовых культур, предназначенных для получения силоса, сенажа, травяной муки.

Первоначальный поверхностный сток (дождевой и талый) с площадок выращивания и содержания птицы следует собирать и направлять после локальной очистки на очистные сооружения.

Сточные воды от ветеринарных объектов птицеводческих предприятий (карантин, изолятор, убойно-санитарный пункт, ветлаборатория) должны собираться самостоятельной канализационной сетью и перед выпуском их в общую сеть подвергаться обеззараживанию.

7.6 Концентрация загрязнений общепроизводственных сточных вод, поступающих на очистные сооружения от предприятий яичного и мясного направлений (куры, индейки, цесарки), следует принимать: 450 мг/л по взвешенным веществам при пользовании проточными поилками и 300 мг/л – чашечными.

Концентрацию загрязнений сточных вод, поступающих от предприятий мясного направления (утки, гуси), допускается принимать 700 мг/л по взвешенным веществам.

Концентрацию загрязнений в сточных водах, образующихся при мойке птичников, следует принимать: при мытье птичников клеточного содержания количество взвешенных веществ в стоке – 9000 мг/л, птичников напольного содержания: взвешенных веществ – 13500 мг/л.

Содержание взвешенных веществ в стоках инкубатория – 210 мг/л, при чистке – 790 мг/л. Сточные воды убойного цеха содержат: взвешенных веществ – 330 мг/л. Эти воды пропускают через жироловки.

Для цехов с ручной уборкой помета количество взвешенных веществ в сточных водах – 400-500 мг/л.

7.7 При проектировании пометохранилищ следует учитывать, что при хранении помета из него выделяются аммиак, сероводород, ацетон, меркаптаны и другие газы. При температуре более 18 °С выделение газов усиливается, поэтому хранение помета в случае его размещения при птичниках в бункерах следует проводить без доступа воздуха, закрывая бункер плотной крышкой.

7.8 При сушке помёта выделяется 7200-7500 м^3 газа на 1 т полученного продукта. В 1 м^3 газа содержатся:

- следы сероводорода;
- аммиака – 170,9-192,4 мг;
- сернистого ангидрида – 0,2-0,6 мг;
- окислов азота – 27,4-29,5 мг;

- углеводородов нефти – 842,4-900,1 мг;
- окиси углерода – 558,2-580,0 мг;
- ацетона – 154,7-162,3 мг;
- этилового эфира – 213,0-250,0 мг;
- индола – 1,8-2,1 мг;
- скатола – 2,09-3,07 мг;
- меркаптанов – 4,03-6,13 мг.

7.9 Выделяющиеся при сушке помёта газы обладают неприятным запахом, поэтому должны подвергаться дожигу при температуре 650-700 °С и последующей доочистке на абсорбере. В качестве поглотителя используются гидрат окиси кальция, углекислый натрий или перманганат калия. Принципиальная технологическая схема сушки помета и очистки выходящих газов представлена на рисунке 17.

7.10 Обработка помета на крупных птицефабриках путем высушивания в пометосушильных установках барабанного типа с прямоточным и противоточным движением сырья и теплоносителя обеспечивает обеззараживание его от патогенных бактерий, вирусов и возбудителей гельминтозов. Обеззараживание помета в прямоточных установках достигается при температуре входящих газов 800-1000 °С, выходящих – 120-140 °С и экспозиции не менее 30 мин. В противоточных установках обеззараживание обрабатываемой массы обеспечивается при температуре входящих газов

600-700 °С, в барабане – 220-240 °С и выходящих 100-110 °С при экспозиции 50-60 мин. Влажность высушенного помета не должна превышать 10-12%, а общее микробное обсеменение – 20 тыс. микробных клеток в 1 г.

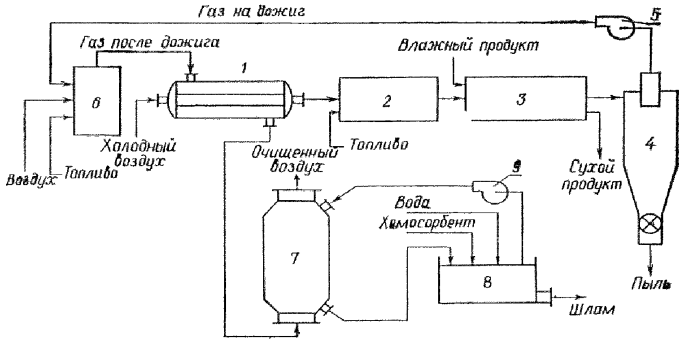


Рисунок 17 – Принципиальная технологическая схема сушки помёта и очистки от выходящих газов

1 – воздухоподогреватель;
2 – топка сушилки;
3 – сушилка;
4 – циклон;
5 – вентилятор;
6 – печь дожига;
7 – хемосорбер;
8 – сборник;
9 – насос

Для сушки помёта выпускается сушильный барабан СБ-Т производительностью 450-2500 кг/ч и установленной мощностью 4-15 кВт.

Помёт в барабане постоянно перемешивается с помощью лопаток, разбивается с помощью расположенных

внутри барабана цепей. На входе в барабан установлено загрузочное устройство, направляющее помёт внутрь барабана, на выходе – выгрузное устройство.

7.11 В сухом помете содержится 17 основных аминокислот, витамины, никотиновая кислота; содержание магния – 0,008%, меди – 0,004, марганца – 0,0026, цинка – 0,0026, кобальта – 0,08, серы – 0,14, бора – 0,005, лизина – 0,3 %.

Содержание общего азота в помете перед сушкой – 6,4%, аммонийного азота – 4,18% массы сухого вещества. В высушенном помете зольность – 19%, содержание общего азота – 4,5%, аммонийного – 0,3, жира – 2,5, фосфора (P_2O_5) – 3,6, калия (K_2O) – 2,1%.

8 Использование навоза и помета

8.1 Использование навоза

8.1.1 Внесение жидкого неразделенного навоза на поля в качестве органического удобрения осуществляется мобильным транспортом без разбавления водой с последующей немедленной запашкой. В зимний период жидкий навоз должен вноситься на участки, с которых исключена возможность смыва его в водоемы талыми водами.

На крупных комплексах, где следует применять разделение навоза на фракции, твердую фракцию подвергают биотермической обработке и утилизируют, используя тради-

ционные методы внесения подстилочного навоза, а жидкую фракцию по трубопроводам направляют на орошаемые поля.

8.1.2 На полях, удобряемых жидким навозом и жидкой фракцией, рекомендуется кормопропашной севооборот с преобладанием многолетних злаковых и бобовых трав (тимофеевка, овсяница луговая, ежа сборная, костер безостый, канареечник тростниковый, люцерна, клевер красный и др.). Для центральных районов Нечерноземной зоны России могут быть использованы клеверо-тимофеечные травосмеси; для юга Нечерноземной зоны, Центрально-Черноземной области и юга России – кострецово-люцерновые травосмеси. Основными зернофуражными культурами являются ячмень, овес и кукуруза. В пропашном звене севооборота следует размещать кукурузу, подсолнечник, кормовые корнеплоды (свекла сахарная и кормовая, турнепс), кормовой картофель и капусту. Поля запахивания фугата и активного ила рекомендуется использовать под однолетние злаковые травы, силосные культуры.

8.1.3 Для комплексов крупного рогатого скота в условиях средней полосы рекомендуются травяные, травяно-пропашные и зерно-травяные севообороты, При травяном севообороте до 75% площади следует занимать многолетними травами, на остальной размещать однолетние травы и зернофуражные культуры. При травяно-пропашном севообороте

25-50% площади следует отводить под силосные культуры, остальную площадь – под многолетние травы. При зернотравяном севообороте 60-70% площади следует занимать многолетними и однолетними травами и 30-40% – зерновыми.

Аналогичные севообороты могут быть применены и для свиноводческих комплексов.

8.1.4 При орошении планируемая урожайность культур зависит от уровня плодородия почв и природно-климатических условий региона.

8.1.5 Количество подаваемого на поля бесподстилочного навоза и его жидкой фракции определяется расчётом и зависит от содержания биогенных веществ (N, P, K), потребности растений в них, коэффициентов использования биогенных веществ, зависящих от времени внесения, типа и качества (содержание N, P, K) почвы. В центральных районах Нечерноземной зоны годовое внесение фосфора в количестве 120 кг/га и калия 250 кг/га под зерновые, зернобобовые культуры и травы следует считать обычным.

8.1.6 Ориентировочные нормы, сроки внесения и способы заделки бесподстилочного навоза приведены в таблице 25.

Максимальная доза внесения навоза по азоту не должна превышать 200 кг/га.

Таблица 25

Сельскохозяйственная культура	Годовая норма		Время внесения
	азота, кг/га	навоза, т/га	
1	2	3	4
Озимые зерновые	120-140	30-35*	Перед основной обработкой (вспашкой)
Яровые зерновые	120-180	30-45	Осенью при зяблевой вспашке или весной под посевную обработку
Картофель столовый	120-200	38-50*	Осенью при зяблевой вспашке или весной перед весенней перепашкой
Сахарная свекла фабричная	200-300	50-75	Осенью при зяблевой вспашке или весной под посевную обработку
Кормовая и сахарная свекла на корм скоту	200-320	50-80	То же
Кукуруза на зеленый корм и силос	200-320	50-80	-//-
Многолетние злаковые и злаково-бобовые травы на сено и зеленый корм	200-300**	50-75	Перед посевом и после укосов – в виде удобрительного полива или путем разбрызгивания по поверхности почвы
Естественные сенокосы и пастбища	100-160**	25-40	Рано весной и после укоса или стравливания вразброс, или внутрипочвенно; лучшие результаты получаются при использовании навозных стоков на орошение, допустимо зимнее внесение (с разрешения местных санитарных и водоохранных органов)

Окончание таблицы 25

1	2	3	4
Орошаемые культурные пастбища	300-360**	75-90	Рано весной и после укоса или стравливания вразброс, или внутрипочвенно; лучшие результаты получаются при использовании навозных стоков на орошение, допустимо зимнее внесение (с разрешения местных санитарных и водоохранных органов)
Однолетние травы	120-180	30-45	Осенью при зяблевой вспашке или весной под посевную обработку
Соя, бобы, горох	100-120	25-30	Осенью под зяблевую обработку почвы
Озимые промежуточные культуры	100-120	25-30	Под основную или предпосевную обработку
Сидеральные культуры	120-180	30-45	То же
* Дозы навоза рассчитаны при содержании азота 0,4%. ** Годовую норму вносят равными частями в 2-4 срока. Максимальная доза бесподстилочного навоза на 1 га севооборотной площади не должна превышать 200 кг азота на 1 кг.			

8.1.7 Единовременная подача жидкой фракции путем дождевания – 150 м^3/га на легкие и 100 м^3/га на глинистые почвы не вызывает образования поверхностного стока. При залегании грунтовых вод на глубине более 2,5 м нагрузка на поля по азоту до 300 кг/га в год при дробном внесении не оказывает существенного влияния на качество грунтовых вод,

при меньшей глубине залегания грунтовых вод нагрузка по азоту не должна превышать 250 кг/га в год.

Фосфор в основном удерживается верхним слоем почвы (0,4-0,9 м), а калий – метровым слоем.

8.1.8 При отрицательных температурах воздуха и наличии снежного покрова внесение обеззараженного навоза самотеком допускается только на заранее подготовленные борозды и полосы.

8.1.9 Степень разбавления навоза водой определяется поливной нормой и потребностью культур в биогенных веществах, а также допустимой концентрацией для растений общего азота.

При поливе многолетних злаковых трав второго и последующих годов использования концентрация азота в жидкой фракции для Нечерноземной зоны не должна превышать 1,5 г/л и 1 г/л для многолетних злаковых трав первого года использования (люцерна, клевер красный). Многолетние травы первого года использования следует поливать разбавленной жидкой фракцией через 40-50 суток после посева. Навозные стоки, прошедшие искусственную биологическую обработку и содержащие до 150 мг/л общего азота, разбавления перед поливом не требуют.

8.1.10 Культурные пастбища после каждого стравливания следует орошать сначала дегельминтизированными

навозными стоками, а затем чистой водой (для промывки трубопровода и травостоя).

8.1.11 Орошение разбавленными навозными стоками следует прекращать не менее чем за три недели до сбора урожая. При тепловой сушке и силосовании полученного урожая этот срок может быть сокращен.

8.1.12 Расчет площадей, необходимых для использования бесподстилочного навоза, производится исходя из содержания в нем биогенных веществ, почвенно-климатических условий, принятого метода подготовки навоза к использованию и выноса биогенных веществ с урожаем.

Ориентировочно можно принимать площади полей, необходимых для использования жидкой фракции навоза, при различных дозах внесения азота, фосфора, калия по данным таблицы 26.

Таблица 26

Тип и размер комплексов	Площади утилизации (га) при внесении N:P:K (кг /га)			
	с жидкой фракцией навоза		с жидкой фракцией навоза с учетом потерь при хранении	
	200:100:200	300:150:300	200:100:200	300:150:300
1	2	3	4	5
Свиноводство:				
- 12 тыс. голов, откорм	270	180	190	130

Продолжение таблицы 26

1	2	3	4	5
- 12 тыс. голов, выращивание и откорм	330	220	230	155
- 24 тыс. голов, откорм	440	290	310	205
- 24 тыс. голов, выращивание и откорм	660	440	465	310
- 24 тыс. голов, производство и выращивание поросят	235	160	170	110
- 54 тыс. голов, выращивание и откорм (механическое разделение)	1535	1025	1080	720
- 54 тыс. голов, выращивание и откорм (биологическая очистка)	570	380	510	340

Продолжение таблицы 26

1	2	3	4	5
- 108 тыс. голов, выращивание и откорм (механическое разделение)	3070	2045	2180	1450
- 108 тыс. голов, выращивание и откорм (биологическая очистка)	1130	755	1020	680
Выращивание нетелей:				
- 3 тыс. скотомест	350	235	300	200
- 6 тыс. скотомест	700	580	600	400
Производство говядины:				
- 3 тыс. голов	510	340	430	300
- 5 тыс. голов	860	570	730	420
- 10 тыс. голов	1700	1140	1460	970

Окончание таблицы 26

1	2	3	4	5
Производство молока:				
- 1200 коров	490	330	420	280
Примечания 1 Площади полей определены с учетом потерь при хранении: азота – 30%, фосфора – 15%, калия – 10%. 2 При расчете площадей использованы данные по N, P, K, определенные НПЦ «Гипронисельхоз» с учетом технологии содержания животных, принятой в разработанных им проектах.				

8.1.13 Накопители жидкой фракции навоза, как правило, проектируются на полугодовой объем стоков, выходящих с комплекса.

Количество накопителей следует принимать не менее двух, глубину – до 5 м, откосы в зависимости от грунтовых условий и типа крепления – 1:2 - 1:3. Для обеспечения возможности работы механизмов днище накопителя должно иметь железобетонное гидроизолированное покрытие. При наличии водоносных горизонтов и фильтрующих грунтов должны быть предусмотрены соответствующие противофильтрационные мероприятия.

8.2 Дождевание

8.2.1 Оптимальным количеством сухого вещества в навозных стоках при дождевании следует считать 2%, потери напора и радиус дождевания при этом следует принимать, как для чистой воды.

8.2.2 Для орошения навозными стоками следует использовать навесные дальнеструйные установки ДДН-70 и ДДН-100, дождевальные машины со среднеструйными аппаратами ДКШ-64 «Волжанка» и «Фрегат», а также дальнеструйные аппараты ДД-30, ДД-50, ДД-80, работающие на стационарной сети. Установки ДКШ-64 и «Фрегат» могут быть использованы только при содержании в навозных стоках взвешенных веществ до 1,0% и размере частиц до 2,5 мм. Дальнеструйные установки пригодны для внесения навозных стоков в зимнее время.

8.2.3 Дождевальные установки типов ДДН-70 и ДДН-100 в зависимости от типа трактора, с которым они агрегатированы, имеют характеристики, приведенные в таблице 27.

Таблица 27

Трактор	Напор у гидранта, МПа	Диаметр сопла, мм		Расход, л/с	Интенсивность дождя, мм/мин	Радиус полива, м	Расстояние между гидрантами, м
		большого	малого				
1	2	3	4	5	6	7	8
ДДН-110							
Т-150К	0,65	65	20	115	0,38	85	140х120
ДТ-75М	0,65	54	20	85	0,27	75	110х100
ДДН-70							
ДТ-75М	0,12	55	16	65	0,33	70	90х100

8.2.4 Орошение непосредственно от разветвленной стационарной сети производится дождевальными аппаратами типов ДД-30, ДД-50, ДД-80, характеристика которых приведена в таблице 28.

Таблица 28

Параметры	Тип аппаратов		
	ДД-30	ДД-50	ДД-80
Диаметр сопла, мм	26; 30; 34	32; 36; 40	40; 46; 52
Расход, л/с	15-30	30 - 50	50 - 80
Напор у аппарата, МПа	05-07	0, 7	0, 7
Радиус полива, м	50-70	65-70	70-80
Средняя интенсивность дождя, мм/мин	0,114-0,117	0,130-0,195	0,195-0,239
Масса, кг	15,5	23,5	25,5

8.2.5 Многоколесный дождевальный трубопровод ДКН-80, разработанный на базе ДКШ-64, предназначен для орошения навозными стоками, содержащими до 2% сухого вещества с частицами размером до 10 мм. Он может работать на местности, имеющей уклон до 0,02. Машина работает при давлении у гидранта 0,55 МПа с расходом 90 л/с, напор на входе – 0,45 МПа.

Длина машины 540 м (два крыла), число аппаратов с соплами диаметром 14 мм – 20, которые установлены через 25,5 м. Машина присоединяется к напорной сети, на которой через 27 м установлены гидранты. Площадь, поливаемая с одной позиции, – 1,6 га. Средняя интенсивность дождя – 0,3 мм/мин. Расстояние между питающими напорными трубопроводами следует принимать 600 м.

8.2.6 Дождевальная машина «Фрегат» ДМУ-А на 10 самоходных опорах, предназначена для орошения навозными стоками, содержащими частицы размером до 2,5 мм; габариты 295,2х5,3х6,5 м, радиус полива – 330 м, работает от гидранта особой конструкции, который выполняет роль оси вращения. Движение по кругу осуществляется за счет работы гидроприводов, размещенных на опорах трубопровода; направление движения – по часовой стрелке. Один оборот машина совершает за 30 ч. Минимальная поливная норма – 114 $м^3$/га. Площадь полива с одной позиции – 34 га. Расчетный расход – 32 л/с при давлении 0,52-0,5 МПа. Число сопел дождевальных аппаратов – 23, диаметр их – 5,6 мм.

Дождевальная машина может быть использована для работы на двух позициях и оборудована специальным устройством для буксировки трактором класса 3 т, применима на местности с уклоном до 0,035.

Характеристики предложенных модификаций дождевальных машин приведены в таблице 29.

Таблица 29

Марка	Число тележек	Длина машины, м	Расход, л/с	Напор, м	Допустимый уклон поверхности	Площадь полива, га
1	2	3	4	5	6	7
ДМУ-Асс 283-30	10	283	32	48	0,035	31,8
ДМУ-Асс 337-45	12	337,5	48	52	0,03	43,5
ДМУ-Асс 362-50	13	362,3	53	54	0,028	49,6
ДМУ-Асс 392-50	14	391,9	53	55	0,026	57,2
ДМУ-Асс 417-55	15	416,6	58	57	0,024	64

8.2.7 Продолжительность открытия и закрытия гидрантов оросительной сети во избежание гидравлических ударов должна составлять не менее 1-2 мин.

8.2.8 По границам орошаемых участков должны быть установлены предупреждающие знаки с целью недопущения захода посторонних лиц в зону работы дождевальных машин.

8.3 Внесение жидкого навоза мобильным транспортом

8.3.1 При количестве жидкого навоза до 300 м^3 в сутки, невозможности перекачки его по навозопроводам и органи-

зации полей орошения для доставки жидкого навоза на поля под вспашку, применяются тракторные прицепы, цистерны-разбрасыватели типа РЖТ и автоцистерны РЖУ.

8.3.2 Жидкий навоз на поля вносится один раз в год по 60-120 $м^3$/га и заделывается в почву через 0,5-2 ч после внесения, благодаря чему потери азота не превышают 3-5% и снижается загрязненность воздуха. В незапаханном жидком навозе потери азота за сутки составляют до 13%, за пять суток – до 25%.

8.3.3 Жидкий навоз, доставляемый на поля цистернами-разбрасывателями, не подвергается предварительному разделению, однако размер допустимых включений не должен превышать 40 мм. Влажность навоза, при которой обеспечивается работа разбрасывателей, не должна быть ниже 88-90%. Внесение навоза влажностью более 94% неэкономично.

Эксплуатационные характеристики цистерн-разбрасывателей приведены в таблице 30.

Таблица 30

Характеристики	РЖТ-4Б	РЖТ-8	РЖТ-16	РЖУ-3,6
1	2	3	4	5
Радиус поворота, м	5,5	7	8,8	8,25
Максимальная глубина всасывания от поверхности, м	3	3	3,5	2

Окончание таблицы 30

1	2	3	4	5
Время заполнения, мин	3-5	4-6	6-8	6-10
Рабочая скорость, км/ч	8-10	8-11	9-10	До 9
Норма внесения, т/га	10-40	10-40	10-60	5-25
Ширина захвата, м	11-12	12-13	12-13,5	6-8
Неравномерность внесения по ширине, %	23,2	13,3	13,7	24,2
Агрегат запашки	ПН-4-35+ +ДТ-75	ПЛП-6-35+ +Т-150	ПЛП-6-35+ +Т-150	-

8.3.4 Цистерны-разбрасыватели РЖУ-3,6 применяются на полях, молочных ферм на 100 и 200 коров, РЖТ-4Б – на фермах на 400 коров, РЖТ-8 – до 1200 коров, РЖТ-16 – до 2000 коров.

Оптимальные условия использования цистерн-разбрасывателей приведены в таблице 31.

Таблица 31

Цистерны-разбрасыватели	Суточный выход жидкого навоза, $м^3$	Дальность транспортировки, км	Доза внесения, т/га
РЖТ-4Б	40 - 50	1 - 2	До 40
РЖТ-8	До 100	2 - 4	До 40
РЖТ-16	Более 200	До 5	До 60

8.3.5 Эксплуатация цистерн допускается при температуре воздуха не ниже минус 10 °С и глубине снежного покрова до 20-30 см. Потери азота при зимнем разбрасывании жидкого навоза достигают 20-25%.

8.3.6 Жидкий навоз, прошедший карантинирование, рекомендуется направлять в полевые навозохранилища, размеры которых определяются сроками и дозами внесения, а также высотой всасывания цистерн-разбрасывателей.

8.3.7 При расположении части полей в 5-7 км от основного навозохранилища должны предусматриваться дополнительные полевые навозохранилища (радиус перевозок – не более 2 км). Глубина полевых навозохранилищ назначается исходя из высоты всасывания цистерн-разбрасывателей – 3-3,5-м.

8.3.8 Перспективно внутрипочвенное внесение навоза, которое дополнительно повышает урожайность на 10-15%. Жидкий навоз вносится в предпосевной период на глубину от 10-15 до 30-40 см в количестве 80-250 т/га; давление на грунт у агрегатов не превышает 1,2 кг/см^2.

8.3.9 В условиях Западной Сибири, особенно там, где навоз в открытых хранилищах зимой промерзает и за лето не оттаивает, применяется зимнее внесение цистернами, которые обычно работают без разбрасывания. В этом случае

поля разбивают на загоны, полосы провешивают и снег с полосы полива удаляют бульдозером.

Вместимость прифермских хранилищ ограничивается выходом жидкого навоза с комплекса за 2-3 месяца.

8.4 Практика утилизации навоза

8.4.1 Для удобрения сельхозугодий используются активный ил, фугат, жидкая фракция бесподстилочного навоза, прошедшая биологическую очистку, и твердая фракция свиных навозных стоков, которая смешивается с навозом крупного рогатого скота.

8.4.2 Стационарная разводящая сеть может быть выполнена из хризотилцементных труб диаметром 189 мм, на ней через каждые 90 м располагаются стояки диаметром 100 и 150 мм, заканчивающиеся задвижкой.

Орошение производится в основном в летнее время, для чего используется дождевальная установка ДДН-70. Оросительная норма – 1200 $м^3$/га в год. Активный ил и фугат в летнее время запахиваются, а зимой намораживаются. Годовая норма внесения – 500 $м^3$/га.

8.4.3 Биологически очищенной жидкой фракцией орошаются главным образом поля с многолетними и однолетними травами, из которых часть отводится под пастбища, под картофель, кормовые культуры и под пары.

8.4.4 Запашка активного ила и фугата дает хорошие результаты при внесении под однолетние травы.

8.4.5 Опыт показывает, что внесение необработанной твердой фракции свиного навоза в дозе 80 т/га под картофель в первый год даёт отрицательный результат, внесение 40 т/га под озимую пшеницу в первый год дает увеличение урожая. При внесении твердой фракции под зерновые в количестве 20 т/га вместе с минеральными азотными удобрениями (60-70 кг/га) достигается повышение урожайности на 15%.

При внесении твердой фракции (70-100 т/га) вместе с минеральными удобрениями (400-500 кг/га) под картофль достигается повышение урожайности до 123%.

8.5 Использование помета

8.5.1 Помет способствует созданию комковатой структуры почвы, усиливает ее биологическую активность, обогащает гумусом, способствует повышению плодородия и окультуриванию. Он вносится машинами, предназначенными для разбрасывания твёрдых органических удобрений (РОУ-6, ПРТ-7А, ПРТ-10, ПРТ-10-1, ПТТ-Ф-13, ПРТ-16, ПРТ-16М, МТТ-Ф-19, АВТ-Ф-5, АТА-Ф-7, РУН-15А, РУН-15В).

8.5.2 Ориентировочные дозы внесения всех видов помёта и торфопомётного компоста под сельскохозяйственные

культуры на дерново-подзолистых почвах Нечернозёмной зоны приведены в таблице 32. Ориентировочные годовые дозы внесения помёта под сельскохозяйственные культуры на серых лесных и черноземных почвах лесостепной зоны приведены в таблице 33.

Таблица 32

Культура	Помет			Торфо-пометный компост
	сухой	естественной влажности	подстилочный	
Озимые зерновые	3-4	13-15	10-15	20-25
Яровые зерновые	3	8-10	10-15	20-25
Картофель	4-5	15-20	20-25	40-50
Кукуруза на силос	4-5	15-20	15-20	40-60
Кормовые корнеплоды	4-5	15-20	15-20	30-50
Кормовая капуста	4-5	15-20	15-20	40-60
Овощи	6-8	20-25	20-25	40-70
Однолетние травы	3-4	8-10	12-15	-
Многолетние травы	5-8	10-15	-	-
Сенокосы и пастбища	-	15-20	-	-

Примечание – На слабоокультуренных почвах следует применять дозы помета и компоста, соответственно на 2-3 т/га и 5-8 т/га выше, чем на окультуренных.

Таблица 33

Культура	Помет			Торфо-пометный компост
	сухой	естественной влажности	подстилочный	
1	2	3	4	5
Зерновые	2-5	5-7	6-8	10-15
Картофель	2-4	7-12	10-15	20-25
Кукуруза на зерно и силос	6-10	7-12	10-15	20-25
Сахарная свекла	5-8	7-12	10-15	20-25
Кормовые корнеплоды	5-8	7-12	10-15	20-25
Технические	5-8	10-12	12-15	20-25
Овощи	5-8	10-12	10-15	30-40
Однолетние травы на зеленый корм	2-5	5-8	8-10	10-15
Чистый пар	-	5-8	7-10	15-20

Примечание – На слабоокультуренных почвах следует применять дозы помета и компоста соответственно на 2-3 т/га и 5-8 т/га выше, чем на окультуренных.

УДК 631.862

Ключевые слова: навоз, помёт, навозные стоки, помётные стоки, удаление, обработка, обеззараживание, хранение, утилизация.

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ СИСТЕМ УДАЛЕНИЯ, ОБРАБОТКИ, ОБЕЗЗАРАЖИВАНИЯ, ХРАНЕНИЯ И УТИЛИЗАЦИИ НАВОЗА И ПОМЕТА

РД-АПК 3.10.15.01-17

Редактор *Л.Т. Мехрадзе*
Обложка художника *П.В. Жукова*
Компьютерная верстка *Т.В. Морозовой*
Корректоры: *В.А. Белова,Н.И. Буцко*

fgnu@rosinformagrotech.ru

Подписано в печать 01.06.2017 Формат 60x84/16
Бумага писчая Гарнитура шрифта "Times New Roman" Печать офсетная
Печ. л. 10 Тираж 500 экз. Изд. заказ 2 Тип. заказ 363

Отпечатано в типографии ФГБНУ "Росинформагротех",
141261, пос. Правдинский Московской обл., ул. Лесная, 60

gost.e-ecolog.ru