ПРАВИЛА И НОРМЫ ПРИЕМКИ И КОНТРОЛЯ УСТАНОВОК ДЛЯ ОБОГАЩЕНИЯ КАМЕННОГО УГЛЯ

ГОСГОРТЕХИЗДАТ 1962

gost.e-ecolog.ru

ПРАВИЛА И НОРМЫ ПРИЕМКИ И КОНТРОЛЯ УСТАНОВОК ДЛЯ ОБОГАЩЕНИЯ КАМЕННОГО УГЛЯ

Перевод с немецкого
Е. В. ДУГИНА и Л. Б. МУШЛОВИНА

ГОСУДАРСТВЕННОЕ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО
ЛИТЕРАТУРЫ ПО ГОРНОМУ ДЕЛУ
Москва 1962

ОТ РЕДАКЦИИ

Книга знакомит советских специалистов с правилами и нормами приемки и контроля углеобогатительных установок в ФРГ.

В разделе «Терминология» приведены термины и определения, часто встречающиеся в немецкой литературе, при этом к некоторым немецким терминам, по существу отличающимся от принятых в СССР, сделаны необходимые примечания.

ОГЛАВЛЕНИЕ

	Стр.
Предисловие к немецкому изданию	7
Введение к немецкому изданию	8
1. Терминология	9
1.1. Термины и обозначения	—
1.11. Общие понятия	—
1.12. Разделение и обогащение	11
1.121. Классификация	12
1.122. Обогащение (концентрация)	13
1.123. Разделение твердого вещества и воды	16
1.124. Разделение твердого вещества и воздуха	17
1.13. Дробление	—
1.14. Раскрытие зерен	—
1.15. Смешение	—
1.16. Условные обозначения и схемы	18
1.2. Условные обозначения для схем	—
1.21. Направление движения продуктов	—
1.22. Транспортировка	20
1.23. Распределение, выпуск	23
1.24. Классификация	24
1.25. Обогащение	25
1.26. Выделение твердого вещества из воды или воздуха	28
1.261. Обезвоживание	—
1.262. Осветление	29
1.263. Сушка	30
1.264. Обеспыливание	—
1.27. Дробление	—
1.28. Смешение	32
1.29. Складирование и взвешивание	—
1.3. Схемы	33
1.31. Схема технологического процесса	—
1.32. Схема цепи аппаратов	—
1.33. Водно-шламовая схема	—
1.34. Количественная схема	—
2. Отбор пробы	37
2.1. Значение отбора пробы для проектирования и производства	—
2.2. Количество и вес проб	—
2.3. Проведение отбора проб	—
2.31. Отбор пробы зернистого материала, за исключением шлама пульпы	—

Стр.

2.311. Места и методы отбора пробы 39
2.312. Приборы для отбора проб 41
2.313. Сокращение проб 42
2.32. Отбор проб шлама, пульпы и грязной воды 43
2.321. Места и методы отбора проб . . . . . —
2.322. Пробоотбиратели . . . . . —
2.323. Сокращение проб . . . . . —

3. Исследование проб . . . . . —
3.1. Контрольное грохочение . . . . . —
3.11. Общие положения . . . . . —
3.12. Приготовление пробы 44
3.13. Проведение контрольного грохочения . . . . . —
3.2. Ситовый анализ 45
3.21. Общие положения . . . . . —
3.22. Просеивание рядового угля 46
3.23. Просеивание зерна размером более 80 *мм* . . . . . —
3.24. Просеивание зерна размером 10—80 *мм* . . . . . —
3.25. Просеивание зерна размером менее 10 *мм* . . . . . —
3.26. Определение гранулометрического состава зерен менее 60 *мк* —
3.27. Просеивание влажных проб 47
3.3. Фракционный анализ . . . . . —
3.4. Определение зольности . . . . . —
3.5. Сочетания ситового и фракционного анализов и определения зольности 48
3.6. Определение содержания влаги 49
3.61. Поверхностная влага . . . . . —
3.62. Гигроскопическая, или внутренняя влага . . . . . —
3.63. Общая влага 50
3.64. Аналитическая влага . . . . . —
3.7 Исследование шламовой пульпы и воды . . . . . —
3.71. Определение содержания твердого вещества . . . . . —
3.72. Определение содержания тонкой взвеси . . . . . —
3.73. Определение удельного веса жидкостей и шламовой пульпы. —
3.74. Определение удельного веса твердых веществ пульпы . . 51
3.75. Определение содержания поваренной соли . . . . . —
3.76. Определение концентрации водородных ионов . . . . . —
3.761. Колориметрический метод . . . . . —
3.762. Электрометрический метод 52
3.8. Прочие методы исследования . . . . . —

4. Оценка результатов исследования и их графическое изображение . . —
4.1. Вычисление количественного (весового) выхода продуктов процесса разделения . . . . . —
4. 11. Формулы для вычисления количественного выхода при разделении исходного материала на два и три продукта . . 53
4.111. Разделение на два продукта . . . . . —
4.112. Разделение на три продукта 54
4. 12. Графический метод определения количественного выхода по Паулю и Кюну 55
4.121. Разделение на два продукта . . . . . —
4.122. Разделение на три продукта . . . . . —
4. 13. Вычисление количественного выхода по методу наименьших квадратов по Грумбрехту 56
4.2. Классификация 57
4. 21. Данные гранулометрического состава . . . . . —
4. 22. Кривые гранулометрического состава 58
4. 23. Качество классификации 59
4.231. Определение содержания дефектных зерен . . . . . —

Стр.

4.232. Определение выходов мелкого и крупного зерна по Луикену и Краэберу 59
4.233. Определение эквивалентного размера зерна и эффективность классификации по Паулю 60
4.234. Определение крупности разделения и эффективность классификации по Тромпу . . . . . —
4.3. Обогащение . . . . . —
4. 31. Данные удельного веса 61
4. 32. Кривые обогатимости . . . . . —
4.321. Кривая удельного веса (δ-кривая) . . . . . —
4.322. Диаграмма кривых обогатимости по Анри — Рейнгардту . . —
4.323. Кривая обогатимости по Майеру (М-кривая) 62
4. 33. Эффективность обогащения . . . . . —
4.331. Определение содержания дефектного продукта 63
4.332. Количественная эффективность разделения по Гайденрайху. —
4.333. Определение эквивалентного удельного веса разделения и эффективности процесса обогащения по Гайденрайху— Паулю —
4.334. Определение удельного веса разделения и эффективности разделения по Тромпу 64
4.335. Практические кривые обогатимости 66
4.4 Разделение твердого вещества и воды (механическое и термическое) —
4.41. Данные о содержании воды и твердого вещества . . . . —
4. 42. Определение эффективности процесса разделения твердого вещества и воды 67
4.421. Обезвоживание . . . . . —
4.422. Сгуститель и отстойник 69
4.423. Сушка . . . . . —
4.5. Разделение твердого вещества и воздуха (осаждение пыли) . . —
4.6. Дробление 70
4.7. Раскрытие сростков . . . . . —
4.8. Смешение 71
5. Примерные качественные показатели для продуктов обогащения . . —
5.1. Классификация . . . . . —
5. 11. Классификация в сортировках . . . . . —
5. 12. Классификация в мойках 72
5.121. Подготовительная классификация . . . . . —
5.122. Окончательная классификация 73
5.123. Погрузка . . . . . —
5.124. Выделение пыли крупностью 0—0,5 *мм* из рядовой угольной мелочи крупностью 0—10 (6) *мм* 74
5.125. Предварительное обесшламливание . . . . . —
5.126. Выделение крупного шлама . . . . . —
5.2 Обогащение . . . . . —
5. 21. Крупное и среднее зерно 75
5.211. Пневматическое обогащение . . . . . —
5.212. Мокрое обогащение на отсадочных машинах 76
5.213. Обогащение в сепараторах с тяжелой средой. . . . . —
5. 22. Мелкое зерно 77
5.221. Сухое обогащение . . . . . —
5.222. Мокрое обогащение на отсадочных машинах . . . . . —
5.223. Обогащение в сепараторах с тяжелой средой 78
5. 23. Обогащение мельчайших зерен 79
5.3. Разделение твердых частиц и воды . . . . . —
5. 31. Предварительное обезвоживание обогащенной угольной мелочи . . . . . —
5. 32. Обезвоживание мелкозернистого продукта . . . . . —
5.321. Заливные бункера . . . . . —
5.322. Обезвоживающие бункера 80
5.323. Центрифуги для обезвоживания угольной мелочи . . . —

Стр.

5. 33. Обезвоживание мельчайших зерен угля 80
5.331. Фильтр . . . . . —
5.332. Шламовые центрифуги 81
5. 34. Сушка 82
5.4. Моечная и сбрасываемая вода . . . . . —
5.41. Осветленная моечная вода . . . . . —
5.42. Сбрасываемая вода . . . . . —
5.5. Очистка помещения от пыли . . . . . —
5.6. Дробление . . . . . —
5. 61. Дробление кускового угля . . . . . —
5. 62. Дробление ореха . . . . . —
5.621. Получение мелких сортов ореха из крупного ореха . . . —
5.622. Получение угля для коксования из ореха . . . . . —
5.63. Дробление крупного промежуточного продукта до размера менее 25 *мм* 83
5.7. Раскрытие сростков . . . . . —
5.8. Уголь для коксования . . . . . —
6. Специальные указания по технологическому контролю . . . . . —
6.1. Контроль за технологическим процессом . . . . . —
6.2. Контроль за качеством исходного материала 84
6.21. Исследования рядового (валового) угля . . . . . —
6.22. Исследование рядового обогащаемого угля . . . . . —
6.3. Контроль за качеством продуктов переработки . . . . . —
6.31. Кусковой уголь . . . . . —
6.32. Орех 86
6.33. Общая порода мойки . . . . . —
6.4. Контроль за количеством продуктов переработки . . . . . —
6.5. Контроль за технологическими показателями машин и установок. 87
7. Специальные указания по контролю за оборудованием и за расходами на обогащение . . . . . —
7.1. Контроль за оборудованием . . . . . —
7.11. Устранение неполадок производства . . . . . —
7.12. Вспомогательные средства для контроля за оборудованием и производственными расходами . . . . . —
7.13. Данные по производственным расходам различных обогатительных установок 89
7.2. Контроль за расходами на обогащение 90
7.21. Величина расходов по всей обогатительной установке . . . —
7.22. Определение расходов на отдельные рабочие процессы . . . 91
8. Проектирование 92
8.1. Качество рядового угля . . . . . —
8.2. Цель обогащения 93
8.3. Расположение обогатительных установок . . . . . —
8.4. Дальнейшие соображения, определяющие технологическую схему и проект . . . . . —
9. Гарантийный договор и приемка 94
9.1. Гарантийный договор . . . . . —
9.11. Предмет гарантийного договора . . . . . —
9.12. Основные положения гарантийного договора . . . . . —
9.13. Условия гарантийного договора . . . . . —
9.14. Доказательства выполнения гарантийного договора . . . . —
9.15. Предписания административных учреждений и союзов. . . 95
9.16. Оговорки, касающиеся патентов и авторских прав. . . . —
9.17. Изменения основных положений гарантийного договора. . —
9.2. Доказательство выполнения гарантий относительно качества продуктов обогащения . . . . . —
9. 21. Получение доказательств . . . . . —
9. 22. Сроки получения доказательств . . . . . —
9. 23. Пусковой период 96

9. 24. Невыполнение гарантированных условий при проведении приемочных испытаний 96
9. 25. Приемочные испытания . . . . . —
9.251. План приемочных испытаний . . . . . —
9.252. Средняя производительность во время приемки . . . . —
9.253. Продолжительность приемочных испытаний 97
9.254. Отбор проб . . . . . —
9.3. Приемка . . . . . —
9.31. Приемка конечных продуктов обогащения по показателям качества . . . . . —
9.32. Приемка оборудования 100
10. Приложение . . . . . —
10.1. Оборудование лаборатории обогащения . . . . . —
10. 11. Работа лаборатории обогащения . . . . . —
10. 12. Оборудование лаборатории обогащения . . . . . —
10.1201. Помещение лаборатории . . . . . —
10.1202. Приборы для отбора проб 101
10.1203. Сосуды для хранения проб . . . . . —
10.1204. Деление проб . . . . . —
10.1205. Контрольное грохочение и ситовый анализ . . . . . —
10.1206. Фракционный анализ . . . . . —
10.1207. Исследования шлама и воды 102
10.1208. Сушка . . . . . —
10.1209. Дробление 103
10.1210. Озоление . . . . . —
10.1211. Весы . . . . . —
10.1212. Мелкие лабораторные принадлежности . . . . . —
10.1213. Мебель . . . . . —
10.1214. Плакаты по безопасности . . . . . —

ПРЕДИСЛОВИЕ К НЕМЕЦКОМУ ИЗДАНИЮ

Стандарт DIN «Правила и нормы приемки и контроля установок для обогащения каменного угля» выдержал три издания (1935, 1939 и 1943 гг.). Значительное развитие техники обогащения на протяжении десяти лет, прошедших с момента выхода третьего издания, обусловило необходимость переработки его.

За эти годы в области обогащения были разработаны новые методы оценки точности разделения на обогатительных машинах. Однако в настоящее время ни один из них не может рассматриваться как единственно верный и имеющий всеобщее применение. Поэтому в разделе 4 настоящего издания «Правил» они пока рассматриваются как имеющие равные достоинства.

Данный новый выпуск, изданный в 1954 г. как рекомендуемый стандарт (проект стандарта), по своей структуре сходен с предыдущими. Однако основной упор сделан еще в большей степени на вопросы контроля за установками для обогащения. С этой целью были заново составлены разделы о техническом контроле за оборудованием и о контроле за расходами по обогащению. Благодаря этому можно на единой основе и в численном выражении сравнивать экономичность обогатительных установок. Разделы о проектировании, договорах и сведения о гарантиях при сдаче и приемке новых установок помещены в конце «Правил».

Настоящие «Правила» являются рекомендуемыми; наряду с этим в них содержатся директивы, которые являются обязательными, как, например, стандартные методы анализов.

ВВЕДЕНИЕ К НЕМЕЦКОМУ ИЗДАНИЮ

Обогатительные установки, сортировки и мойки предназначаются для получения из рядового угля товарного продукта при минимальных потерях с отходами и минимальных расходах на обогащение, однако это осуществимо только при условии эффективного контроля. Контролировать нужно прежде всего качество исходного материала, качество и количество получаемых продуктов и техническую правильность режима работы обогатительных машин. Кроме того, контролируются все машинное оборудование и все эксплуатационные расходы.

В разделах 1—5 излагаются основы производственного контроля: определение терминов, отбор проб, исследование проб, оценка результатов исследования и примерные качественные показатели. Специальные указания по технологическому и техническому контролю работы машин даны в разделах 6 и 7. Разделы 8 и 9 содержат рекомендации по проектированию, гарантийному договору и приемке. В приложении приводятся рекомендации по оборудованию лаборатории обогатительной установки. «Правила» составлены на основании десятилетнего опыта работы каменноугольной промышленности ФРГ. Они выполнены под руководством комиссии по обогащению при объединении каменноугольной промышленности (Эссен) совместно с горнопромышленными и обогатительными фирмами и бюро по обогащению специального комитета стандартизации в горном деле и изданы как рекомендуемый стандарт DIN 23011 «Правила приемки и контроля установок для обогащения каменного угля». С выходом настоящего издания теряют силу выпуск 3 издания 1943 г. и переиздания 1951 г.

1. ТЕРМИНОЛОГИЯ

1.1. ТЕРМИНЫ И ОБОЗНАЧЕНИЯ

1. 11. Общие понятия

Обогащение каменного угля	Методы и процессы обработки рядового угля с целью получения промышленно-ценных продуктов: разделение и концентрация, дробление, измельчение и смешение
Товарная добыча	Вес полноценного (товарного) продукта шахты и продукта, содержащего балласт, пересчитанного с учетом его зольности и влажности
Валовая добыча [1]	Сумма товарной добычи, среднего продукта, шлама, породы мойки и породы, отбираемой из угля вручную
Рядовой уголь [2]	Необогащенный неклассифицированный или классифицированный уголь
Рядовой уголь валовый	Рядовой уголь в таком виде, в каком он выдается из шахты
Рядовой уголь (кусковой)	Рядовой уголь крупностью более кулака или ореха
Рядовой обогащаемый уголь	Рядовой уголь, подаваемый на обогатительную фабрику
Рядовой крупный уголь	Рядовой уголь крупностью от 30 до 100 *мм*
Рядовой средний уголь	Рядовой уголь крупностью приблизительно от 10 до 30 *мм*
Рядовой мелкий уголь	Рядовой уголь крупностью менее 10 *мм*
Рядовой мельчайший уголь [3]	Рядовой уголь крупностью менее 0,5 *мм*
Истирание	Непреднамеренное измельчение

[1] Bergbau-Standard-Vordruck Bü 14 «Ermitlung der Förderung». Verlag. Glückauf. Essen, 1952, 19, 12.

[2] По принятой в СССР терминологии под рядовым углем понимается необогащенный и неклассифицированный уголь. *Прим. пер.*

[3] Пыль.

Чистый уголь, сростки, чистая порода	Составные части необогащенного или обогащенного угля
Чистый уголь	Продукт, удельный вес которого меньше низшего удельного веса разделения
Сростки	Продукт, удельный вес которого является промежуточным между низшим и высшим удельными весами разделения
Чистая порода	Продукт, удельный вес которого больше высшего удельного веса разделения
Крупнозернистый, мелкозернистый уголь	Составные части необогащенного или обогащенного угля
Крупнозернистый	Уголь, размеры зерен которого больше крупности разделения
Мелкозернистый	Уголь, размеры зерен которого меньше крупности разделения
Промежуточный продукт [1]	Продукт, обогащение которого не закончено и продолжается в другой машине или установке для обогащения
Циркулирующий продукт	Продукт, обогащение которого не закончено и продолжается в той же машине или установке для обогащения
Производительность обогатительных установок или устройств	Часовое или суточное количество материала, поступающего в обработку, *т/ч* или *т/сутки*; для пульпы и воды, *м³/ч*
Проектная производительность	Производительность, на которую рассчитана установка или оборудование
Максимальная производительность	Верхний предел производительности, при которой обогатительное оборудование работает без каких-либо нарушений
Удельная производительность	Производительность обогатительного оборудования, *т/ч* или *м³/ч* на 1 *м²* полезной рабочей площади или на 1 *м* полезной ширины машины *т/м² · ч*; *т/м · ч*; *м³/м² · ч*; *м³/м · ч*).
Удельная производительность по готовому продукту	Выход продукта, *т* или *м³* на 1 *м²* полезной рабочей площади в 1 *ч* (*т/м² · ч* или *м³/м² · ч*); например, подрешетный или надрешетный продукт грохота, выход породы отсадочной машины
Производительность транспорта	Количество материала, *т/ч* или *м³/ч*, перемещаемого транспортным устройством
Удельные затраты	Затраты на рабочую силу, объем площадь, установочную мощность, *квт*, и др., отнесенные к нормальной

[1] В соответствии с терминологией, принятой в СССР, под промежуточным продуктом понимается конечный продукт обогатительных машин с повышенным содержанием сростков угля с породой. По немецкой теминологии такой продукт называется «средним продуктом». *Прим. пер.*

	(номинальной) производительности
Полезная рабочая площадь	Рабочая площадь за вычетом всех поверхностей опор
Живое сечение	Отношение суммарной площади отверстий сита к общей площади сита (для перфорированного листа — за вычетом кромки, где нет отверстий), %
Разовая (частичная) проба	Проба, взятая один раз из материала, подлежащего опробованию
Выборочная проба	Разовая проба, которая подвергается обработке
Средняя проба [1] (сборная)	Средняя проба, составленная из разовых проб
Сокращенная проба	Проба, полученная путем сокращения (деления) отобранной пробы до количества, необходимого для проведения исследования
Аналитическая проба	Сокращенная проба, измельченная до крупности не более 0,2 *мм*
Подрешетный продукт	Материал, прошедший через отверстия сита
Надрешетный продукт	Материал, оставшийся на сите
Всплывший продукт	Материал, всплывший при фракционном анализе
Осевший продукт	Материал, осевший при фракционном анализе
Удельный вес	Отношение веса единицы объема материала к весу такой же единицы объема воды при 4°

1. 12. Разделение и обогащение

Нормальный выход	Часть выхода продукта в весовых процентах, которая не выходит за пределы принятой границы разделения по крупности или удельному весу
Дефектный выход	Часть выхода продукта в весовых процентах, которая выходит за пределы принятой границы разделения
Количественный выход (весовой выход)	Отношение количества продукта, полученного в результате обработки, к количеству поступившего в обработку материала в весовых процентах
Выход компонента	Отношение количества данного компонента в обогащенном продукте к количеству того же компонента в поступившем на обработку материале, %. Правильная оценка возможна только в том случае, если состав поступившего на обработку материала определяется как сумма продуктов обработки

[1] По терминологии, принятой в СССР, — первичная проба.

Эффективность разделения — Результат разделения определяется одним из способов: дефектными выходами, кривыми гранулометрического состава по Паулю, кривыми обогатимости, кривыми удельного веса по Паулю, кривыми зольности по Гайденрайху, количественной эффективностью разделения по Гайденрайху или другими методами

Степень точности разделения — Показатель точности разделения в машине или аппарате для обогащения или классификации, выраженный при помощи кривых разделения по Тромпу

Кривые разделения по Тромпу (Т-кривые) — График, показывающий, сколько весовых частей каждого класса крупности или каждой фракции по удельному весу исходного материала вошло в крупный или тяжелый продукт

Показатель Терра (E_T) — Половина разности абсцисс (удельных весов) точек кривой разделения с ординатами (распределительными числами) 25 и 75

Коэффициент несовершенства — При обогащении в воде частное от деления коэффициента Терра на удельный вес разделения минус единица

Ряд характерных чисел по Грумбрехту (GZ) — Характеристика хода Т-кривой значениями абсцисс точек кривой с ординатами 2, 9, 25, 50, 75, 91 и 98

1. 121. Классификация

Разделение исходного материала по крупности

Грохочение — Сухая или мокрая классификация при помощи сит

Обесшламливание — Мокрое отделение мельчайших зерен

Мелкий орех — Продукт, проходящий через сито с наименьшими отверстиями при классификации класса «орех».

Отсев ореха — Продукт, проходящий через контрольное сито при погрузке ореха

Классификация в струе (потоке) — Классификация в струе воздуха или воды

Воздушная сепарация — Классификация в воздушном потоке

Обеспыленный продукт — Крупный продукт воздушной сепарации

Пыль сепаратора — Мелкий продукт воздушной сепарации

Гидравлическая классификация — Классификация в струе воды

Кривая гранулометрического состава — Графическое изображение результатов ситового анализа рядового угля или продуктов обработки.

Кривая, характеризующая надрешетный (подрешетный) продукт — Кривая гранулометрического состава надрешетного (подрешетного) продукта для данной крупности

Нормальное зерно	Нормальный выход при классификации
Дефектное зерно	Зерна в продуктах классификации размером более или менее принятой крупности разделения
Трудное зерно	Зерно, имеющее размер, приблизительно равный размеру отверстия сита
Выход мелочи	Отношение количества подрешетного продукта (пыли) к количеству этого продукта в загружаемом материале, %
Выход крупного продукта	Отношение количества надрешетного продукта (обеспыленного) к количеству этого продукта в загружаемом материале, %
Контрольный размер зерна	Исходный размер зерна, выбранный для характеристики продуктов классификации
Эквивалентный размер зерна	Крупность разделения по Гайденрайху — Паулю. Это такой размер зерна между двумя продуктами классификации, при котором количества дефектных зерен в них, вычисленные в % от исходного материала, будут равны
Крупность разделения	Крупность разделения по Тромпу. Размер зерна такого бесконечно малого класса крупности, который равными частями переходит в оба продукта разделения
1. 122. Обогащение (концентрация)	Разделение исходного материала по зольности, основанное на различии удельного веса или на различии других физических свойств
Легкий продукт	Малозольный продукт процесса обогащения
Тяжелый продукт	Многозольный продукт процесса обогащения
Кусковой уголь	Конечный продукт обогащения рядового кускового угля с повышенным содержанием чистого угля
Обогащенный уголь	Конечный продукт механического сухого или мокрого обогащения с повышенным содержанием чистого угля
Концентрат	Конечный продукт механического сухого или мокрого обогащения рядового мельчайшего угля с повышенным содержанием чистого угля
Средний продукт	Конечный продукт механического сухого или мокрого обогащения с повышенным содержанием сростков
Порода, выбранная вручную	Конечный продукт ручной выборки породы с повышенным содержанием чистой породы

Порода после мойки	Конечный продукт механического сухого или мокрого обогащения с повышенным содержанием чистой породы
Тяжелая жидкость	Взвесь тяжелого вещества в воде (тяжелая суспензия), раствор или жидкое органическое вещество, которое тяжелее воды
Рабочая пульпа	Тяжелая пульпа (суспензия), в которой происходит разделение
Циркулирующая пульпа	Неразбавленная циркулирующая тяжелая пульпа
Разбавленная пульпа	Тяжелая пульпа, разбавленная водой при ополаскивании продукта
Сгущенная пульпа	Сгущенная разбавленная пульпа
Добавочная пульпа (свежая пульпа)	Вновь введенная тяжелая пульпа
Кривые обогатимости	Графическое изображение результатов расслоения рядового угля или продукта обогащения по удельным весам или зольности
Кривая удельного веса (δ-кривая)[1]	Кривая обогатимости, определяющая выход всплывшей фракции для каждого удельного веса расслоения. Вычерчивается по результатам фракционного анализа как самостоятельная кривая или как часть семейства кривых обогатимости
Диаграмма обогатимости по Анри-Рейнгардту	Содержит обычно кривые λ, β, ϑ и δ, построенные по результатам фракционного анализа
Основная кривая обогатимости угля (λ-кривая)[1]	Кривая зольности элементарных фракций, построенная по результатам фракционного анализа и показывающая зависимость между выходами фракций и их зольностью
Кривая всплывших фракций (β-кривая)[1]	Кривая средней зольности всплывшего продукта, полученная или расчетным путем по данным фракционного анализа, или графическим способом по основной кривой обогатимости и показывающая среднюю зольность всплывших фракций
Кривая осевший фракций (ϑ-кривая)[1]	Кривая средней зольности осевшего продукта, полученная или расчетным путем по данным фракционного анализа, или графическим способом по основной кривой обогатимости и показывающая среднюю зольность осевших фракций
Кривая обогатимости по Майеру (М-кривая)	Кривая, получаемая по данным фракционного анализа и показывающая содержание количества золы во всплывших фракциях. По кривой можно определить среднюю зольность и зольность в слое разделения (граничном слое)

[1] В немецком тексте эти кривые обозначены соответственно W, A, A_1, A_2. Для удобства чтения приняты отечественные обозначения δ, λ, β и ϑ. *Прим. пер.*

Практические кривые обогатимости	Графическое изображение результатов: 1) опытов по обогащению; 2) расчета, основанного на результатах фракционного анализа исходного материала и на характеристике точности разделения данной машины
Диаграммы обогатимости по Анри-Рейнгардту	Диаграмма содержит обычно кривые λ_1, β_1 и ν_1, построенные по результатам опытов обогащения на опытной машине
Основная кривая (λ_1-кривая)	Кривая зольности элементарных слоев, построенная по результатам опыта обогащения
Кривая легкого материала (β_1-кривая)	Кривая средней зольности легкого продукта, построенная по результатам опыта обогащения
Кривая тяжелого материала (ν_1-кривая)	Кривая средней зольности тяжелого продукта, построенная по результатам опыта обогащения
Диаграмма обогатимости по Лемке	Диаграмма содержит обычные кривые λ_1, β_1, ν_1 и δ, полученные расчетным путем на основании результатов опыта, проведенного на промышленной машине
Кривая удельного веса разделения (δ_1-кривая)	Кривая, показывающая, при каком удельном весе должно происходить разделение, чтобы получить желаемый промышленный результат
Нормальный продукт	Нормальный выход при обогащении
Дефектный продукт	Дефектный выход при обогащении
Количественный коэффициент полезного действия (органический выход)	Отношение практического выхода легкого продукта (концентрата) к теоретическому выходу легкого продукта (при одинаковой зольности), который определяется по кривой всплывших фракций исходного материала. В этом случае кривая определяется по данным фракционного анализа продуктов обогащения
Контрольный удельный вес	Удельный вес, выбранный для характеристики исходного материала или характеристики качества продуктов, полученных при обогащении
Эквивалентный удельный вес ($\delta_э$)	Удельный вес разделения по Гайденрайху-Паулю. Это удельный вес разделения исходного материала на два продукта, при котором количества посторонних фракций (дефектного продукта) в этих продуктах, вычисленные в % от исходного угля, равны
Удельный вес разделения ($\delta_р$)	Удельный вес разделения по Тромпу. Это удельный вес такой бесконечно малой фракции, которая распределяется поровну между обоими продуктами

1.123. Разделение твердого вещества и воды

Обезвоживание — Механическое разделение твердого вещества и воды для получения конечного продукта с малым содержанием воды. Заливные бункера: питание бункеров, слив бункеров, обезвоженный в бункерах уголь, дренажная вода. Обезвоживающие бункера: питание бункеров, обезвоженный уголь, капеж.

Центрифуги: питание центрифуги, центрифугированный уголь, фугат. Фильтры: питание фильтра, кек, фильтрат

Осветление (отстаивание) — Отделение частиц твердого вещества для получения воды с малым содержанием твердого: питание, слив, шлам

Осветление моечной воды — Осветление циркулирующей воды

Предварительное осветление — Выделение крупных частиц твердого вещества из загрязненной моечной воды

Основное осветление — Выделение частиц твердого вещества из предварительно осветленной моечной воды

Сгущение — Концентрация твердого вещества для получения шлама с большим содержанием этого вещества: питание, слив, сгущенный шлам

Грязная вода: — Моечная вода, загрязненная твердым веществом (исключая утяжелитель)

Циркулирующая вода

Загрязненная моечная вода

Предварительно осветленная моечная вода

Осветленная моечная вода

Светлая вода — Вода, которая была использована в процессе обогащения, но в основном свободная от твердого вещества

Свежая вода: — Вода, которая не была использована в процессе обогащения

Вода из градирни

Шахтная вода

Речная вода, вода из ручьев и источников

Сбрасываемая вода — Грязная или осветленная вода, выводимая из процесса обогащения

Воды, сбрасываемые во внешние водоемы — Вода, сбрасываемая в речку, балку и т. п.

Питьевая вода — Вода, разрешенная органами здравоохранения к употреблению

Степень сгущения — Избыточное количество твердого вещества, *т/ч*, которое отводится со шламом сгустителя или отстойника сверх количества твердого, находящегося в таком же объеме питания.

Сушка	Разделение воды и твердого вещества путем испарения воды: питание сушилки, сухой уголь, паровоздушная или парогазовая смесь.

1.124. Разделение твердого вещества и воздуха

Осаждение пыли	Сухое или мокрое осаждение пыли: запыленный воздух, пыль (шлам), отводимый воздух
Степень общего обеспыливания	Отношение количества пыли, осажденной в пылеуловителе, к количеству пыли, содержащейся в запыленном воздухе
Степень обеспыливания отдельных фракций	Отношение количества осажденной пыли определенной фракции по крупности к количеству пыли той же фракции, подведенной к пылеуловителю с запыленным воздухом. Оно может быть представлено в виде кривой степени обеспыливания

1. 13. Дробление

	Процесс превращения кусков материала в более мелкие зерна путем дробления или измельчения
Дробление	Дробление материала до такой степени, когда выход зерен размером более 3 *мм* составляет свыше 50% всего количества
Измельчение	Дробление материала до такой степени, когда выход зерен размером менее 3 *мм* составляет свыше 50% всего количества
Степень дробления [1]	Отношение показателя, характеризующего поверхность измельченного продукта, определяемого по диаграмме Розина — Роммлера — Беннета, к показателю, характеризующему поверхность исходного продукта
Шкала дробления	Отношение наибольшего размера зерна измельченного продукта к наибольшему размеру зерна исходного материала

1. 14. Раскрытие зерен

	Измельчение поступивших в обработку сростков с целью освобождения их составных частей
Степень раскрытия	Отношение раскрытого количества сростков к содержанию сростков в исходном материале, %

1. 15. Смешение

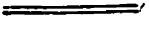
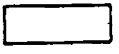
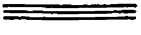
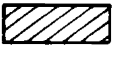
	Получение однородного продукта путем смешения различных составных частей
Продукт смешения	Шихта, получаемая в результате процесса смешения
Смешение при измельчении	Измельчение при одновременном смешении

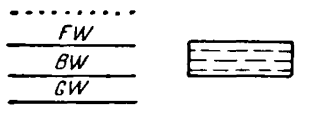
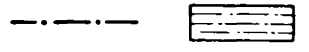
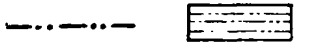
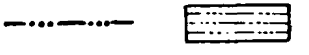
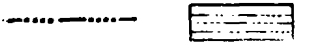
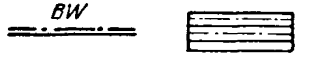
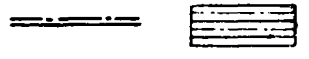
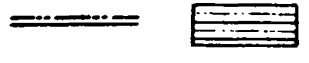
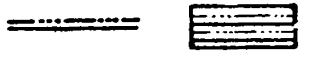
1. 16. Условные обозначения и схемы

Условные обозначения	Условное изображение движения материала, машин и аппаратов
Схема технологического процесса	Схематическое изображение последовательных операций обработки материала
Схема цепи аппаратов	Схематическое изображение при помощи условных обозначений машин и аппаратов обогатительной фабрики в порядке движения потока материала и продуктов обогащения
Водно-шламовая схема	Изображение направлений циркуляции воды с указанием количества твердого материала и воды
Количественная схема	Масштабное изображение потоков разделения продукта, поступающего в обработку

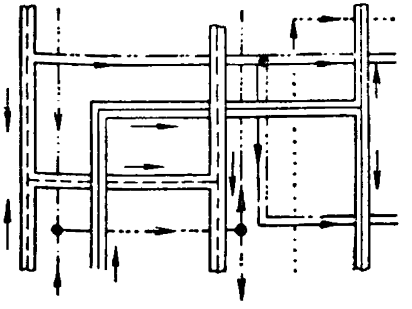
1. 2. УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ ДЛЯ СХЕМ

1. 21. Направление движения продуктов

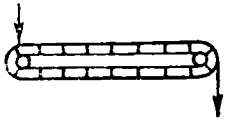
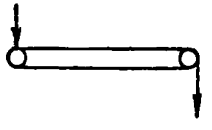
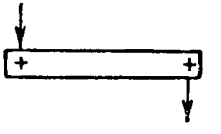
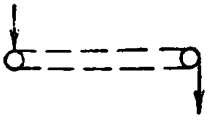
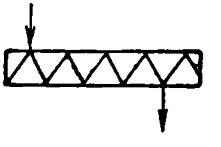
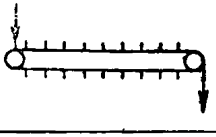
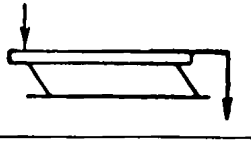
	Для бункеров в схеме цепи аппатоков и для потоков в количественной схеме
 	Рядовой уголь
	Обогащенный уголь
 	Средний продукт
 	Промежуточный продукт
	Порода
 	Пыль

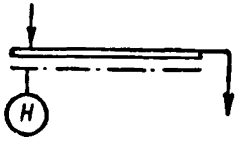
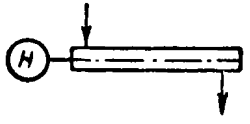
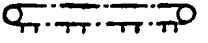
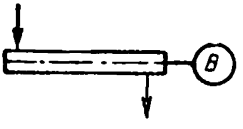
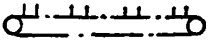
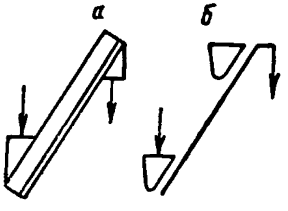
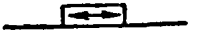
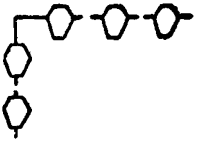
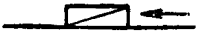
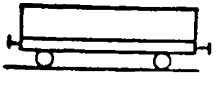
	Для бункеров в схеме цепи аппатоков и для потоков в количественной схеме	
		Кек фильтра, центрифугированный уголь
FW BW GW		Воздух, содержащий пыль Свежая вода (*FW*) Вода для ополаскивания (*BW*) Шахтная вода (*GW*)
		Моечная вода, осветленная
		Моечная вода, неосветленная
		Фильтрат, центрифугат, капеж, дренажная вода
		Сгущенный шлам
BW		Направление продуктов, содержащих утяжелитель
		Осветленная вода после ополаскивания Разбавленная суспензия
		Рабочая, циркулирующая, добавочная (свежая) суспензия
		Сгущенная суспензия

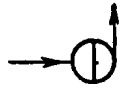
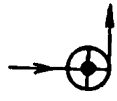
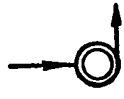
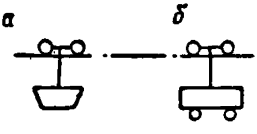
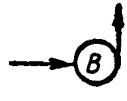
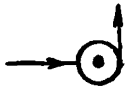
Для бункеров в схеме цепи аппапотоков и для потоков в количественной схеме

	Запасный спуск, перелив
	Пример скрещивания, изгибов, осветлений и слияний направлений

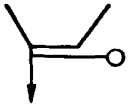
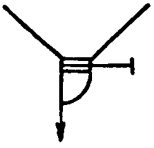
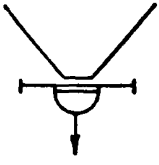
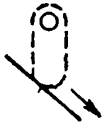
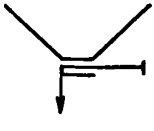
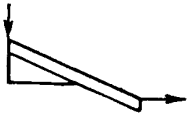
1. 22. Транспортировка

Ленточный конвейер 	Ящичный конвейер 
Пластинчатый конвейер 	Лотковый цепной конвейер 
Колосниково-сетчатый конвейер 	Винтовой конвейер 
Скребковый конвейер 	Качающийся желоб 

Пневматический желоб 	Вагонетка 
Пневмотранспорт нагнетанием 	Надвагонная цепь 
Пневмотранспорт всасыванием 	Подвагонная цепь 
а) Ковшовый элеватор б) Ковшовый подъемник 	Тяговое устройство н толкатели 
Маятниковый ковшовый конвейер 	Тормоз 
Вагон 	Ручной опрокидыватель 

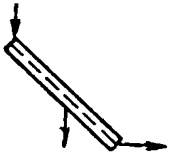
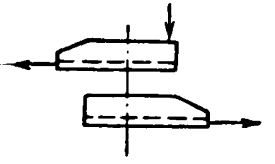
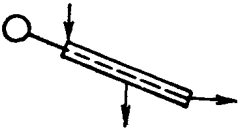
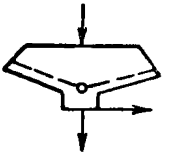
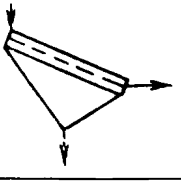
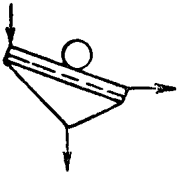
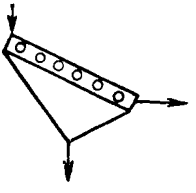
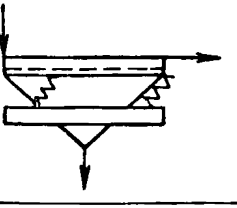
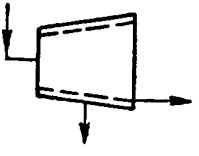
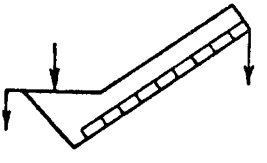
Полностью автоматизированный круговой опрокидыватель 	Мембранный насос 
Двойной опрокидыватель 	Шестеренчатый насос 
Боковой опрокидыватель 	Водокольцевой насос 
Подвесная канатная дорога: а) с вагонетками обычного типа б) для транспортировки шахтных вагонеток 	Воздушный сифон 
Центробежный насос 	Вентилятор 
Поршневой насос 	Компрессор 

1. 23. Распределение, выпуск

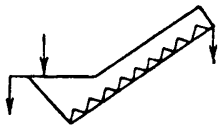
Загрузочный лоток 	Секторный затвор 
Качающийся питатель 	Двойной секторный затвор 
Тарельчатый питатель со сбрасывающим ножом 	Барабанный питатель 
Шлюзовой питатель 	Цепной питатель 
Плоский затвор 	Вибрационный питатель* 

* Здесь и далее—обозначения, предложенные переводчиками.

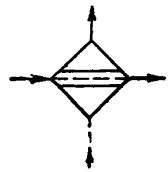
1. 24. Классификация

Колосники или сетка неподвижные 	Грохот с круговым вращением 
Колосниковый грохот подвижный 	Радиальный грохот 
Подвесной качающийся грохот 	Вибрационный грохот* 
Роликовый грохот 	Резонансный грохот* 
Барабанный грохот 	Реечный классификатор 

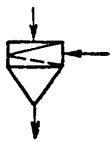
Спиральный классификатор



Вибрационный сепаратор (обеспыливатель)



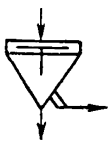
Циклон для классификации



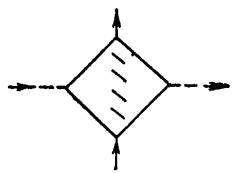
Валковый обеспыливатель



Центробежный сепаратор (обеспыливатель)

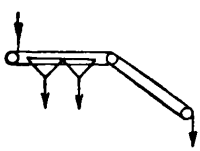


Жалюзийный сепаратор (обеспыливатель)

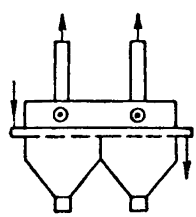


1.25. Обогащение

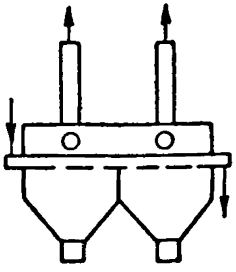
Породоотборная лента с погрузочной стрелой



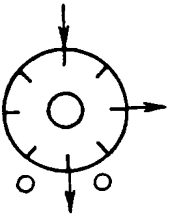
Поршневая отсадочная машина



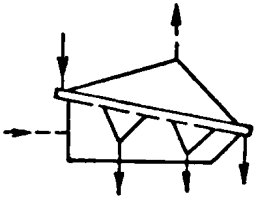
Беспоршневая отсадочная машина



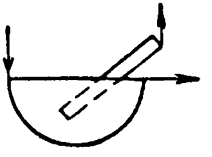
Барабанный сепаратор с тяжелой средой



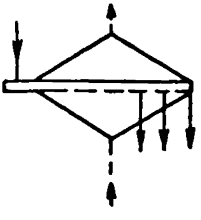
Пневматическая отсадочная машина



Сепаратор с элеваторным колесом*



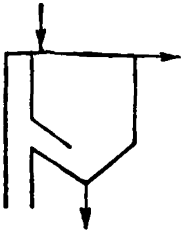
Пневматический сепаратор



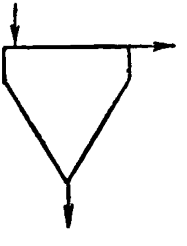
Корытный сепаратор с тяжелой средой



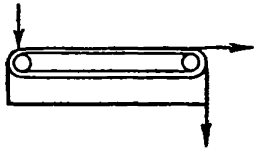
Камерный сепаратор с тяжелой средой



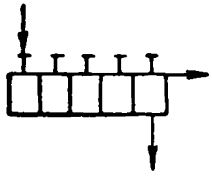
Конусный сепаратор с тяжелой средой



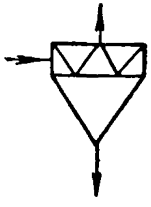
Ленточный сепаратор с тяжелой средой



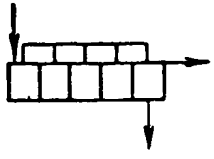
Механическая флотационная машина



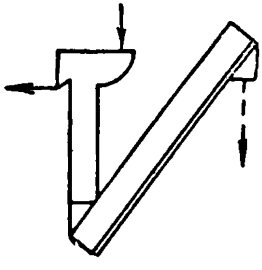
Моечный циклон



Пневматическая флотационная машина



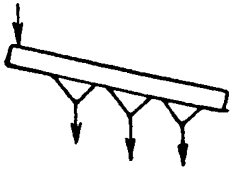
Аппарат для разделения в восходящем потоке



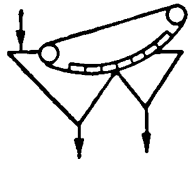
Магнитный сепаратор, барабанный



Моечный желоб



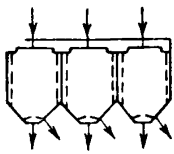
Магнитный сепаратор, ленточный



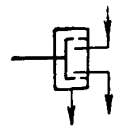
1. 26. Выделение твердого вещества из воды или воздуха

1.261. Обезвоживание

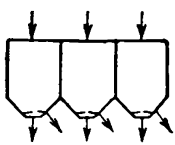
Заливные бункера



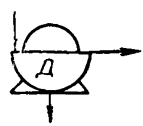
Обезвоживающая центрифуга, горизонтальная



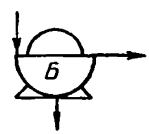
Обезвоживание бункера



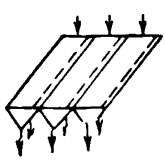
Дисковый фильтр



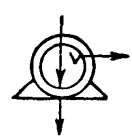
Барабанный фильтр



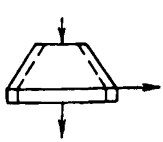
Зональные наклонные бункера



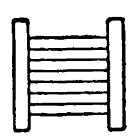
Внутренний фильтр



Обезвоживающая центрифуга, вертикальная

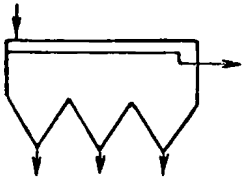


Фильтр-пресс*

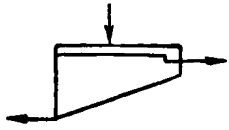


1.262. Осветление

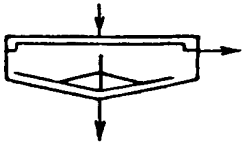
Пирамидальный сгуститель



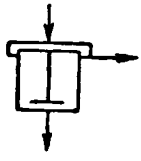
Зумпф насосный



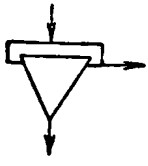
Цилиндрический сгуститель



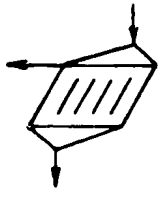
Смеситель с мешалкой



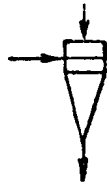
Сгустительная или питающая воронка



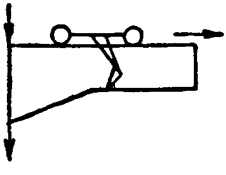
Наклонный сгуститель



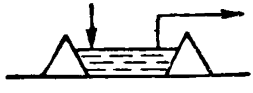
Циклон для сгущения



Отстойник с передвижным скребком*

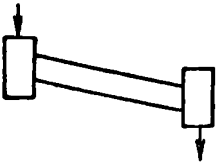


Отстойный пруд

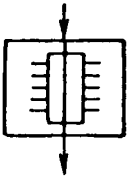


1.263. Сушка

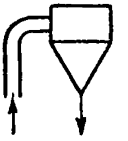
Барабанная сушилка



Турбинная сушилка



Труба-сушилка для сушки во взвешенном состоянии

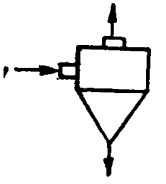


1.264. Обеспыливание

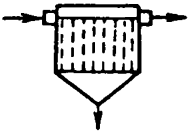
Место отсоса пыли



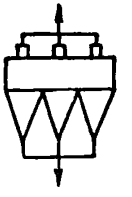
Циклон для улавливания пыли



Рукавный фильтр



Батарейный циклон



1. 27. Дробление

Валковая дробилка



Конусная дробилка

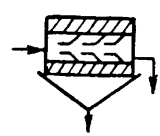


Щековая дробилка



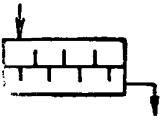
Дробилка Саймонса



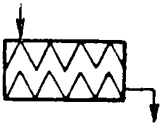
Бегуны 	Дезинтегратор с крестообразным билом 
Игольчатая (пиковая) дробилка 	Молотковая дробилка 
Вальцовая мельница 	Дисковый истиратель 
Ударно-отражательная мельница 	Стержневая мельница, шаровая мельница 
Дезинтегратор с барабанным билом 	Дробилка избирательного дробления (Бредфорда) 

1. 28. Смешение

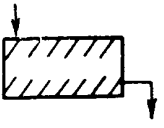
Смеситель с мешалкой



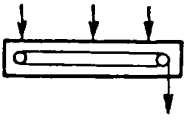
Двойной шнековый смеситель



Смесительный барабан

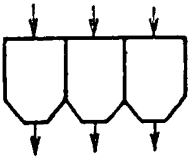


Смеситель Эрко

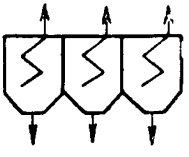


1. 29. Складирование и взвешивание

Бункер



Бункер со спиралью



Вагонные весы



Ленточные весы



1.3. СХЕМЫ

Схема дает наглядное представление о ходе процесса обогащения. На схемах указываются отдельные операции этого процесса при помощи надписей или условных обозначений. Поток изображается горизонтальными или вертикальными линиями, направление потока указывается стрелкой. Пересечения потоков обозначаются непрерывной вертикальной линией. Надписи делаются горизонтально. Схемы могут быть дополнены данными о количестве твердого материала и (или) воды (количественная схема). Схема цепи аппаратов или водно-шламовая схема могут дополняться сведениями о размерах и производительности машин и установок.

1. 31. Схема технологического процесса

Схема технологического процесса (рис. 1) представляет собой изображение хода технологического процесса; при этом название рабочих процессов дается в горизонтально расположенных прямоугольниках, а название сборников тех или иных продуктов (бункера, зумпфы) — в вертикальных прямоугольниках. Наиболее важные рабочие процессы (классификация и обогащение) выделяются на схеме: соответствующие прямоугольники обводятся более толстыми линиями. Транспортные средства не изображаются, предусматриваемые ответвления могут быть показаны пунктирными линиями.

1. 32. Схема цепи аппаратов

В схеме цепи аппаратов (рис. 2) изображаются последовательно, по ходу процесса, машины или установки при помощи условных обозначений, по возможности в вертикальном (высотном) расположении. Транспортные средства указываются.

1. 33. Водно-шламовая схема

Водно-шламовая схема показывает циркуляцию шлама, моечной и осветленной воды, а также подачу и отвод воды. Она вычерчивается как упрощенная схема цепи аппаратов с указанием прежде всего установок для циркуляции воды: отстойников, зумпфов, насосов и обезвоживающих устройств.

1. 34. Количественная схема

Количественная схема (рис. 3) наглядно показывает в масштабе количественное разделение сырья на промежуточные и конечные продукты с обозначением важнейших рабочих процессов. Название этих процессов дается в горизонтально расположенных прямоугольниках. Количество твердого указывается в *т/ч* или в процентах к весу материала (абсолютно сухого), поступившего в обработку.

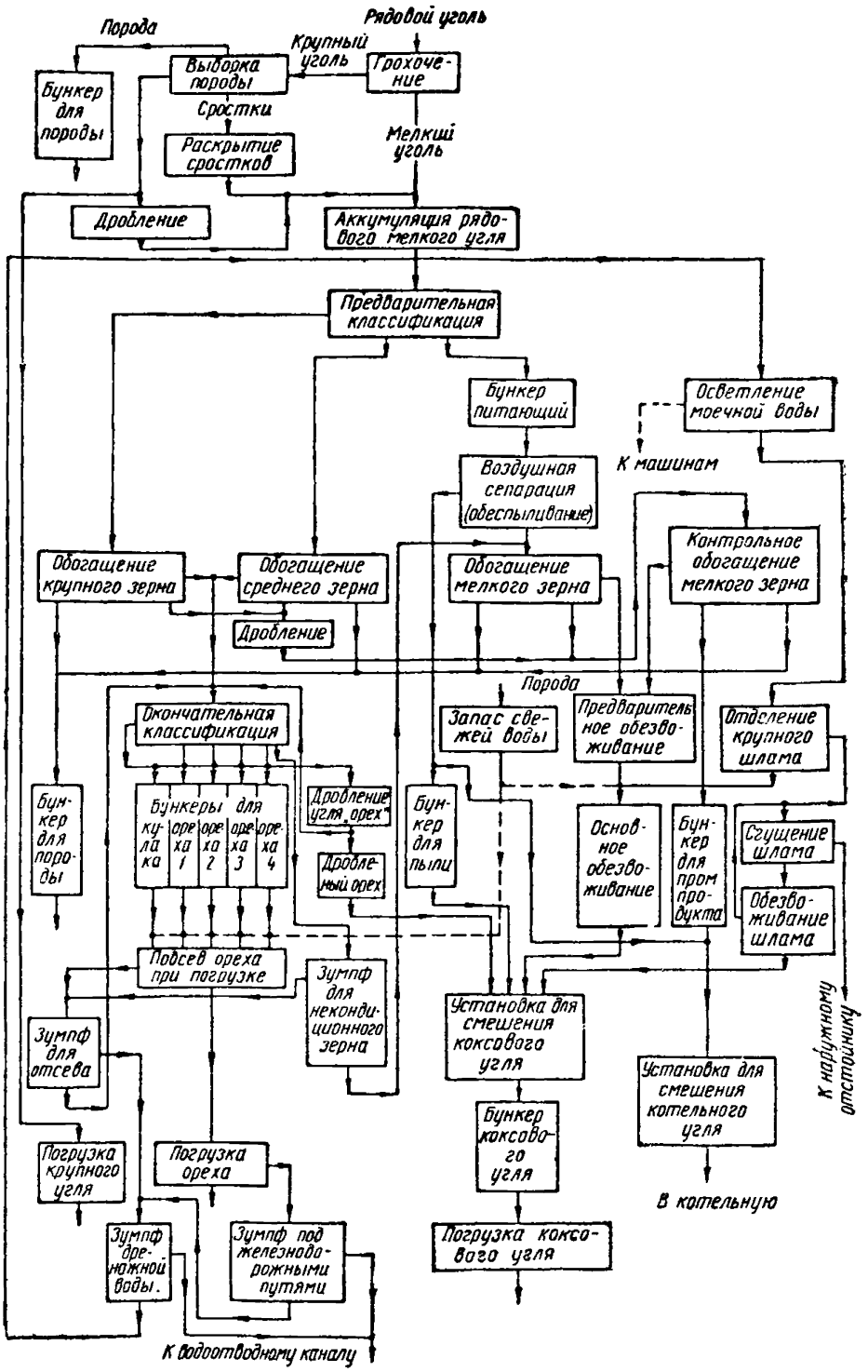


Рис. 1. Образец технологической схемы обогащения

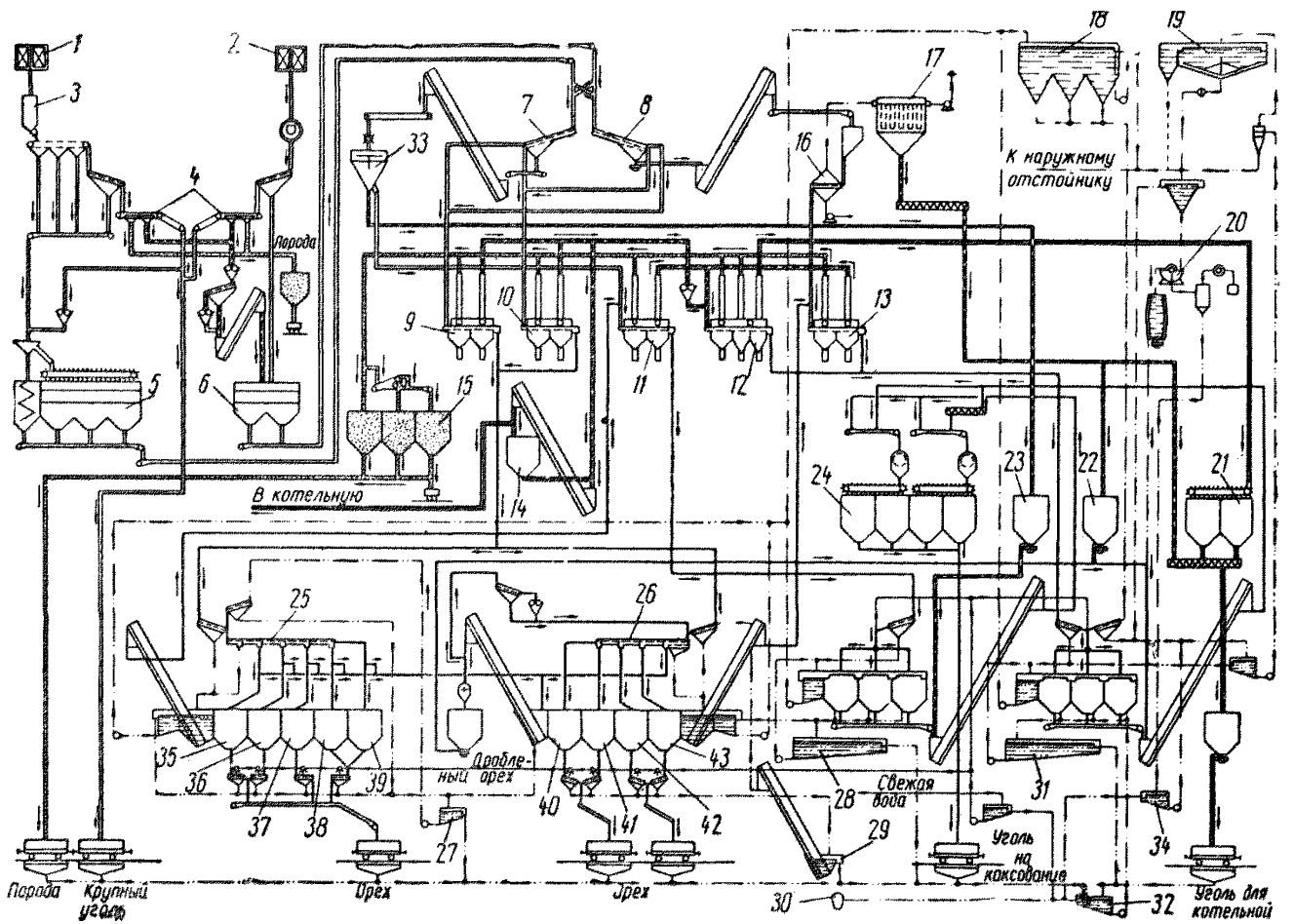


Рис. 2. Образец схемы цепи аппаратов:

1 и *2* — шахта, *3* — скип, *4* — породоотборная лента, *5* — бункер рядового обогащаемого угля, *6* — бункер рядового обогащаемого угля, *7* и *8* — грохоты для подготовительной классификации, *9* — отсадочная машина крупного зерна, *10* — отсадочная машина среднего зерна, *11* — отсадочная машина мелкого зерна, *12* — отсадочная машина для контрольного обогащения, *13* — отсадочная машина мелкого зерна, *14* — бункер среднего продукта, *15* — бункер породы, *16* — вибрационный обеспыливатель, *17* — рукавный фильтр, *18* — пирамидальный отстойник, *19* — цилиндрический сгуститель, *20* — барабанный фильтр, *21* — бункер среднего продукта, *22* и *23* — бункер пыли, *24* — бункер коксового угля, *25* и *26* — классификация ореха, *27* — зумпф, *28* и *31* — зумпф оборотных вод, *29* — обезвоживающий элеватор, *30* — канал для сброса воды, *32* — зумпф переливов, *33* — центробежный опеспыливатель, *34* — зумпф для фильтрата, *35* — орех IV, *36* — орех III, *37* — орех II, *38* — орех I, *39* — кулак, *40* — орех I, *41* — орех II, *42* — орех III, *43* — орех IV

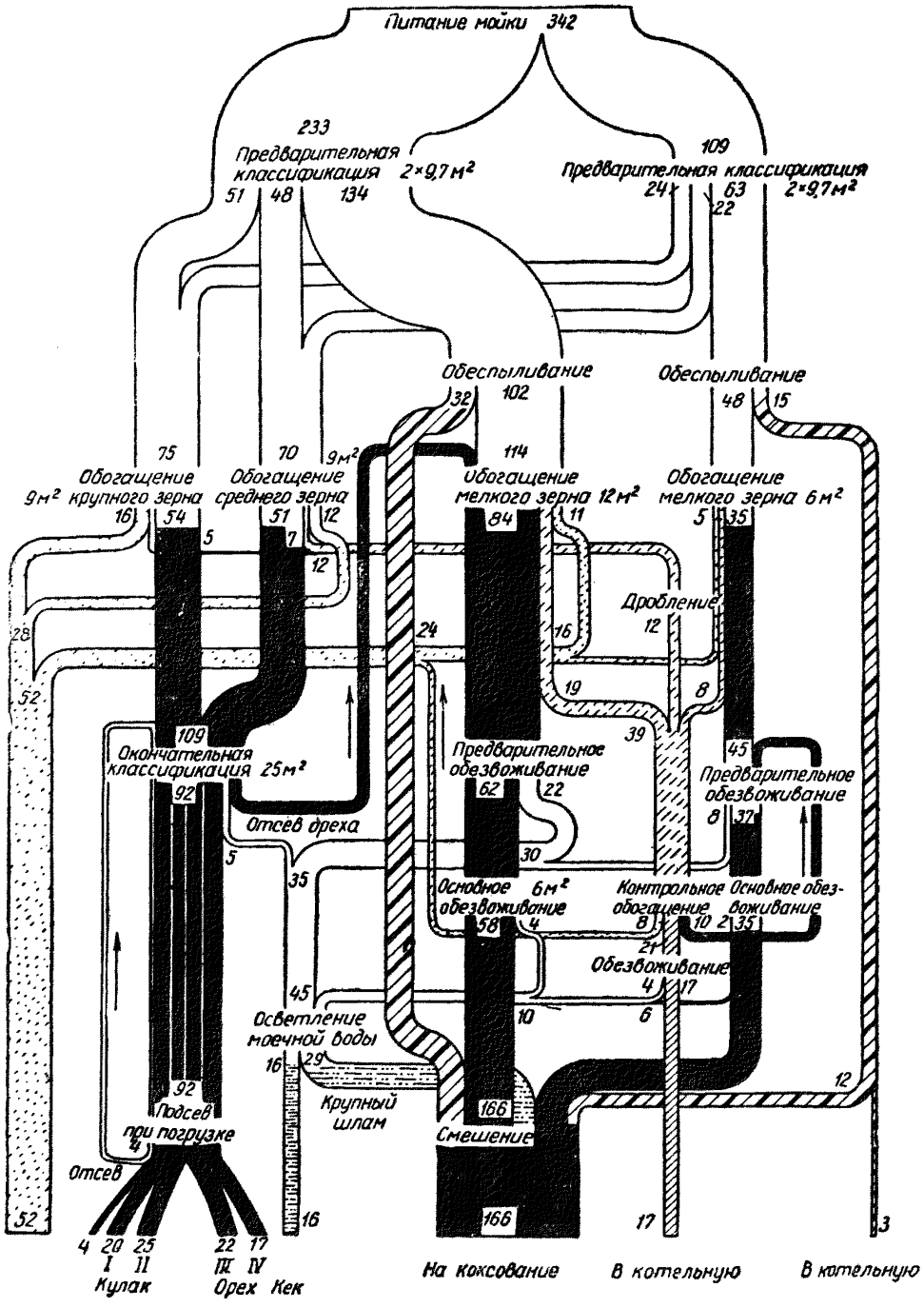


Рис. 3. Образец количественной схемы
(данные в т/ч)

Для материала, поступающего в обработку, и для конечных продуктов указывается зольность. Водно-шламовые схемы могут также изображаться в виде количественной схемы.

2. ОТБОР ПРОБЫ

2.1. ЗНАЧЕНИЕ ОТБОРА ПРОБЫ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И ПРОИЗВОДСТВА

Знание химических и физических свойств каменного угля является основной при проектировании и эксплуатации обогатительной установки. Свойства каменного угля определяются путем исследования небольших количеств его, свойства которых должны соответствовать средним свойствам всего исследуемого количества. Небольшие пробы угля отбираются как разовые пробы и подвергаются дальнейшей обработке как выборочные или как сборные пробы.

2.2. КОЛИЧЕСТВО И ВЕС ПРОБ

Количество подлежащих отбору разовых проб зависит от степени колебаний исследуемых свойств опробуемого материала и от требуемой точности результатов исследования. Наименьшее количество разовых проб определяется главным образом крупностью и равномерностью состава материала. Наибольшее количество разовых проб обусловливается особенностями данного отбора проб. Таким образом, частота отбора проб и вес отдельной пробы устанавливаются для каждого случая в отдельности. Для определения дефектных выходов путем контрольного грохочения или фракционного анализа минимальное количество материала сборных проб должно составлять 0,01—0,2% от материала, поступающего в обработку.

В табл. 1 приведен пример плана отбора проб для текущего производственного контроля.

Для специальных исследований и приемочных испытаний отдельно устанавливаются продолжительность и частота отбора и величина проб.

Данные о минимальном весе сборных и сокращенных проб приведены в табл. 2.

2.3. ПРОВЕДЕНИЕ ОТБОРА ПРОБ

2. 31. Отбор пробы зернистого материала, за исключением шлама, пульпы

При испытании машин и установок разовые пробы отбираются одновременно или в определенной последовательности. Отбор пробы от исходного материала не должен оказывать влияния на состав проб продуктов обработки.

Таблица 1

Пример плана отбора проб для текущего контроля обогатительной фабрики производительностью 250 *т/ч*

Опробуемый материал	Вес разовой пробы	Частота отбора проб	Опробуемый материал	Вес разовой пробы	Частота отбора проб
1. Конечный продукт					
Орех I	8—10 *кг*	Каждые 10 *т*	Концентрат (кек фильтра)	1 *кг*	Через каждые 30 *мин*
Орех II	5—8 „	„ 10 „			
Орех III . . .	5—8 „	„ 10 „			
Орех IV . . .	3—4 „	„ 10 „			
Орех V	3—4 „	„ 10 „	Хвосты . . .	1/2—1 *л*	Через каждые 30 *мин*
Коксовый уголь	1—2 „	„ 20 „			
Уголь для котлов	1—2 „	„ 20 „	Фильтрат . .	1—2 *л*	1 выборочная проба в день
Порода майки .	5—10 „	„ 50 „			
2. Отсадочная машина крупного зерна			**5. Обезвоживание угольной мелочи в центрифугах**		
Обогащенный уголь	5—10 *кг*	На протяжении 1 *ч* через каждые 10 *мин*	Центрифугированный уголь . . .	1—2 *кг*	Через каждые 30 *мин*
Промежуточный продукт . .	1 ковш				
Порода	1 ковш		Фугат	1—2 *л*	1 выборочная проба в день
3. Отсадочная машина мелкого зерна			**6. Осветление моечной воды**		
Обогащенный уголь	3—5 *кг*	На протяжении 1 *ч* через каждые 10 *мин*	Осветленная вода	1/2 —1 *л*	Через каждые 30 *мин*
Средний продукт	1 ковш		Сгущенный шлам цилиндрического сгустителя .	1—2 *л*	1 выборочная проба в день
Порода	1 ковш				
4. Флотация и фильтрование					
Материал, поступающий на флотацию .	1/2—1 *л*	Через каждые 30 *мин*	**7. Сгуститель**		
			Светлая вода .	1 *л*	Выборочные пробы в конце рабочей смены

Пробы, отобранные для определения влажности, следует хранить в герметически закрытых сосудах.

Таблица 2

Минимальный вес сборных и сокращенных проб

Опробуемый материал*	Минимальный вес пробы, *кг*		Опробуемый материал*	Минимальный вес пробы, *кг*	
	сборной	сокращенной		сборной	сокращенной
Рядовой уголь (120) 0—80 *мм*	2000**	250**	Обогащенный уголь 10—18 *мм*	40	10
Рядовой уголь (6) 10—80 *мм*	1600**	200**	Обогащенный уголь 6—10 *мм*	20	5
Рядовой уголь 0,5—10 *мм*	40	5	Обогащенный уголь 0,5—10 *мм*	20	1
Рядовой уголь менее 0,5 *мм*	5	0,2	Обогащенный уголь 10—80 *мм*	120	30
Кулак 80—120 *мм*	160	40	Промежуточный (средний) продукт 10 (6)—80 *мм*	140	35
Обогащенный уголь 50—80 *мм*	100	25	Средний продукт 0,5—10 (6) *мм*	25	1,5
Обогащенный уголь 30—50 *мм*	80	20	Порода мойки 10 (6)—80 *мм*	160	40
Обогащенный уголь 18—30 *мм*	60	15	Порода мойки 0,5—10 (6) *мм*	30	2

* Для получения показателей промежуточных классов крупности следует пользоваться методом интерполяции.

** Приведенные в таблице цифры предназначены для построения кривых гранулометрического состава и кривых обогатимости. Если проводят только два контрольных грохочения пробы или два фракционных анализа, то минимальный вес пробы может быть меньше указанного.

2.311. Места и методы отбора пробы

Места отбора проб необходимо располагать так, чтобы их удобно было обозревать и можно было бы легко отбирать пробы. Следует применять автоматический отбор проб, в противном случае отбор проб должен производиться опытным отборщиком. Пробы следует по возможности отбирать из движущегося материала (потока), например при загрузке или разгрузке вагонов.

Отбор разовых проб из потока, например при разгрузке ленточных конвейеров или из слива машин, должен производиться через одинаковые интервалы времени. Сосуд для отбора пробы должен пересекать поток материала так, чтобы он не переполнялся и находился вне потока после каждого пересечения. При отборе каждой разовой пробы должен быть охвачен весь поток материала, скорость и количество пересечений должны быть одинаковыми.

При отборе пробы из транспортирующих устройств, прерывно сбрасывающих материал, в разовую пробу должно отбираться все количество отдельного сброса, например все содержимое ковша.

При отборе пробы с остановленных ленточных конвейеров следует ограничить опробуемый участок, размеры которого будут

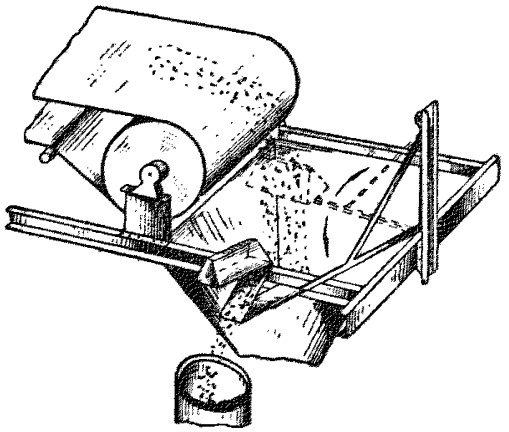


Рис. 4. Отбор пробы в месте разгрузки ленты при помощи поворотного шлицевого сосуда

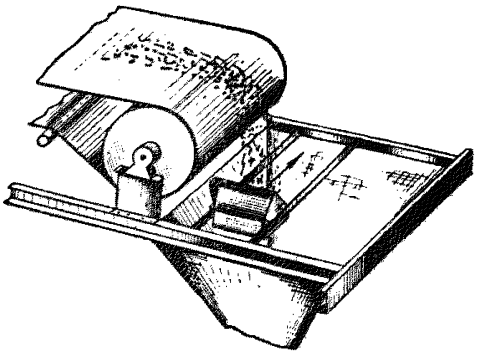


Рис. 5. Отбор пробы в месте разгрузки ленты при помощи передвижного шлицевого сосуда

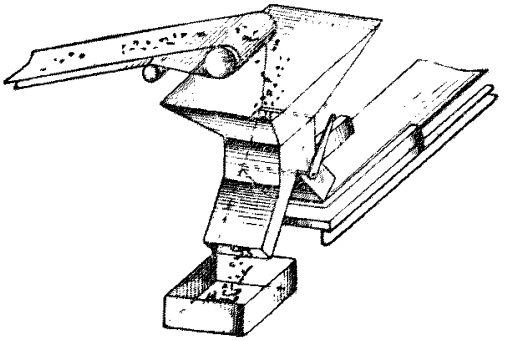


Рис. 6. Отбор пробы в месте разгрузки ленты при помощи раздвоенного разгрузочного желоба

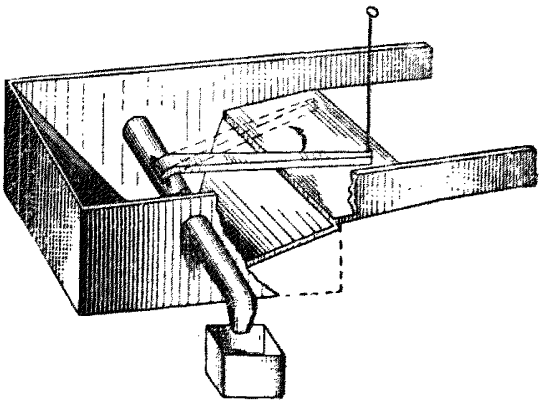


Рис. 7. Отбор пробы из слива отсадочных машин путем отвода потока при помощи поворотной трубы

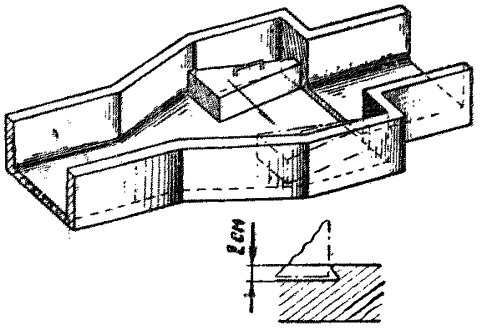


Рис. 8. Устройство для отбора пробы из желобов

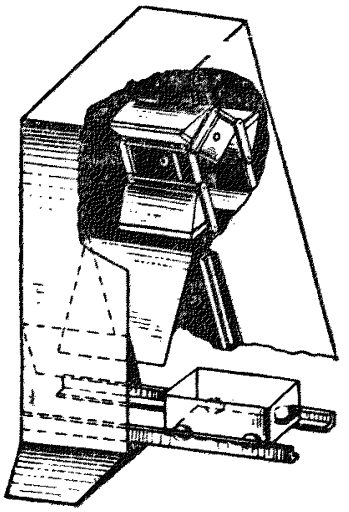


Рис. 9. Отбор пробы в месте разгрузки ковшевого элеватора при помощи каретки

зависеть от размеров зерен. Для одного и того же материала размеры опробуемого участка будут всегда одинаковы. В разовую пробу с участка должен быть взят весь материал без остатка.

Отбор пробы из неподвижного материала, например из материала, находящегося в бункере, вагоне, штабеле, необходимо производить по особому соглашению.

2.312. Приборы для отбора проб

Для отбора пробы из потока при разгрузке ленточных конвейеров и из слива машин применяются пробоотборники, изображенные на рис. 4, 5 и 6. Ширина приемной щели пробоотборника должна быть не менее чем в три раза больше размера наибольшего зерна опробуемого материала. При отборе пробы зернистого материала из потока жидкости (рис. 7) дно пробоотборника выполняется решетчатым, чем гарантируется быстрый выпуск жидкости при наименьшей потере твердого материала. Для безупречного отбора пробы из желобов необходимо устроить порог, который позволял бы пересекать пробником опробуемый поток (рис. 8). Расширением желоба за ступенькой создается возможность выдвижения пробника за края потока.

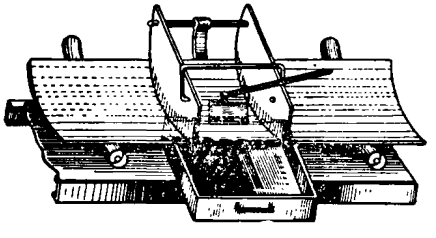


Рис. 10. Отсекающий прибор для отбора пробы с участка остановленных лент

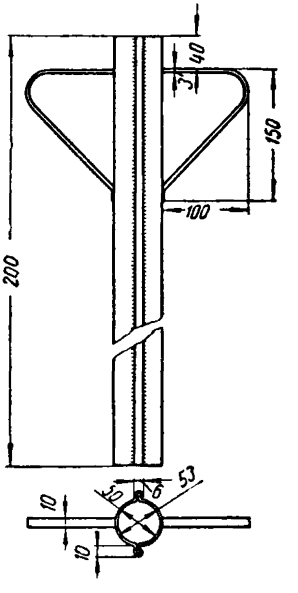


Рис. 11. Пробоотборник шомпольный (щуп) для отбора пробы неподвижного мелкозернистого материала

Для отбора проб в месте разгрузки ковшового элеватора под поток вдвигается (или вводится путем поворота) приемный ящик, который может принять полностью содержимое одного ковша (рис. 9).

Для отбора пробы с остановленных ленточных конвейеров применяют два параллельных металлических листа, определяющих границы разовой пробы (рис. 10). Эти листы жестко связаны друг с другом при помощи поперечин.

Для отбора пробы из неподвижного мелкозернистого материала могут применяться шомпольные пробоотборники — щупы (рис. 11).

2.313. Сокращение проб

Сокращение разовых или сборных проб осуществляется при помощи рифленого делителя (рис. 12) или по методу конуса (рис. 13).

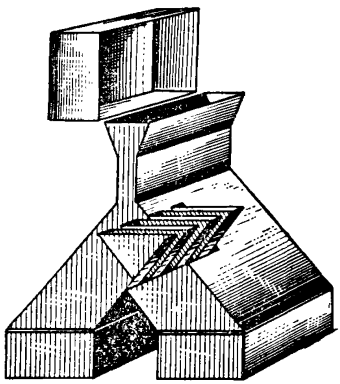


Рис. 12. Рифленый делитель

Конус средней пробы *А*, составленный из разовых проб, перелопачивают в вытянутую в продольном направлении кучу *Б*, при этом содержимое каждой лопаты рассыпают так, как показано на рис. *В*. Кучу *Б* разделяют на две конусообразные кучи $Б_1$ и $Б_2$ следующим образом: лопату вдвигают сбоку в кучу *Б* и содержимое ее поочередно (по одной лопате) бросают в кучи $Б_1$ и $Б_2$. При насыпании этих куч следует поворачивать лопату таким образом, чтобы насыпаемый продукт распределялся по окружности. Кучу $Б_2$ отбрасывают или оставляют в запасе. Кучу $Б_1$ снова перелопачивают в продольную кучу, которую делят описанным выше способом на две конусообразные кучи *Д* и $Д_1$, из которых одну ($Д_1$) отбрасывают. Конусообразную кучу *Д* путем разме-

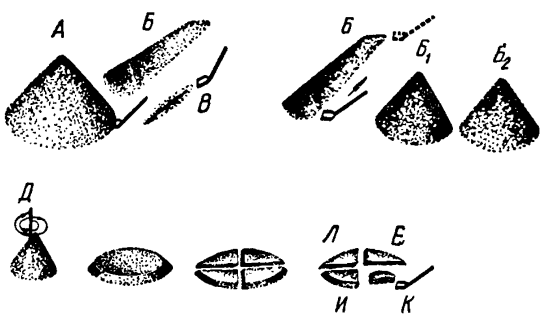


Рис. 13. Деление проб вручную по методу конуса

шивания, производимого палкой или ручкой лопаты по спирали изнутри наружу, превращают в плоскую кучу, которую делят на четыре равные части. Две противоположные четверти (*Е*, *И*) отбрасывают, а две оставшиеся (*К*, *Л*) соединяют в конусообразную

кучу. После перелопачивания этот конус снова, как описано выше, превращают в плоскую кучу, которую делят на четыре части. Эти операции повторяют до тех пор, пока одна четверть не достигнет минимального количества, необходимого для лабораторной пробы. Вторая (противоположная) четверть может быть использована как запасная лабораторная проба.

Если в самом начале количество продукта составляет менее 125 *кг*, деление начинают с операции *Д*.

При сокращении пробы следует действовать осторожно, чтобы ограничить потери с пылью и от истирания. Разовые пробы, вес которых значительно превосходит величины, указанные в табл. 1, целесообразно сокращать сразу же и независимо от их веса.

2. 32. Отбор проб шлама, пульпы и грязной воды

2.321. Места и методы отбора проб

Кроме указаний, приведенных в разделе 2.311, следует принять во внимание следующее: отбор пробы шлама, пульпы и грязной воды из трубопроводов нужно производить на сливе при помощи сосуда со шлицем. В противном случае нужно в подходящем месте отвести весь поток и взять пробу. Для грязной воды и пульпы с малым содержанием твердых веществ, у которых нельзя ожидать разделения смеси, пробу можно отбирать на кране ответвления, предварительно промыв его.

2.322. Пробоотбиратели

Для отбора пробы служат сосуды со шлицем (см. рис. 4 и 5), черпаковые сосуды (ковши) без решетчатых днищ или (для отбора с больших глубин) погружаемые сифоны.

2.323. Сокращение проб

Пробы должны подвергаться исследованию по возможности неразделенными. Если же разовые или сборные пробы необходимо разделить (сократить), то сокращенная проба может отбираться ковшовыми сосудами при непрерывном перемешивании.

3. ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОБ

3.1. КОНТРОЛЬНОЕ ГРОХОЧЕНИЕ

3. 11. Общие положения

При помощи контрольного грохочения должно быть установлено, насколько правильно произведено разделение материала в процессе классификации на заданные классы крупности. При определении выхода дефектных зерен следует учитывать, что в процессе контрольного грохочения, особенно мягкого угля, возникает дополнительное измельчение.

3. 12. Приготовление пробы

Относительно метода отбора пробы следует учитывать изложенное в разделе 2.31. Минимальные количества материала, необходимые для контрольного грохочения, указаны в табл. 2.

Если количество материала, получаемое при отборе пробы, превышает эти минимальные величины, то при крупности материала, равной или больше 18 *мм*, следует подвергать исследованию все отобранное количество материала; при крупности материала меньше 18 *мм* допустимо сокращение пробы до получения указанного выше минимального количества материала. Пробы, отбираемые при сухом процессе классификации, нужно исследовать в том состоянии, в котором они отобраны. Если же пробы для контрольного грохочения оказываются слишком влажными, то с ними работают как с мокрыми пробами. Пробы, отбираемые при мокром процессе классификации, перед контрольным грохочением подсушивают: зерна размером более 10 *мм* сушат на воздухе, а зерна размером менее 10 *мм* — при температуре, не превышающей 40°, до тех пор, пока не исчезнет поверхностная влажность. Шлам нужно классифицировать мокрым путем.

3. 13. Проведение контрольного грохочения

Задача контрольного грохочения сводится к определению доли дефектных зерен при установленном контрольном размере зерна; при этом не учитывается размер отверстий сит, применявшихся при классификации.

Контрольное грохочение производится по-разному, в зависимости от крупности материала. В каждом случае определяется сначала количество подрешетного зерна, а затем — надрешетного.

При крупности зерна 6 *мм* и больше нужно особо учитывать стеблеобразные зерна [1]. Они относятся к тому классу крупности, в котором находились при отборе пробы, и должны оцениваться как нормальные зерна.

При крупности зерен менее 6 *мм* стеблеобразные зерна отдельно не оцениваются. В этом случае может получаться относительно большой выход дефектных зерен по сравнению с зернами размером свыше 6 *мм*.

При крупности зерен 1 *мм* и более следует применять сита с круглыми отверстиями (штампованные) согласно DIN 1170; при крупности зерен менее 1 *мм* следует применять контрольные проволочные сита с квадратными ячейками согласно DIN 1171.

При крупности зерен 18 *мм* и более контрольное грохочение производится вручную на прочном металлическом сите. Для предотвращения измельчения контрольное сито используется как калибр только для сомнительных и очевидных дефектных зерен (метод проталкивания); при этом нужно поступать следующим образом. Из пробы, подготовленной для контрольного грохочения,

[1] Продолговатые удлиненные зерна. *Прим. пер.*

вручную отбирают куски и сравнивают с размерами отверстий контрольного сита. Если на вид или после проверки (в сомнительном случае) оказывается, что кусок в каком-то положении остается на калибре, соответствующем нижней крупности класса, то он подвергается проверке на калибре, соответствующем верхней крупности класса. Кусок может быть отнесен к подрешетному зерну только в том случае, если он в любом положении проходит без задержки через калибр, соответствующий нижней крупности класса. Кусок может быть отнесен к надрешетному зерну только в том случае, если он не проталкивается сквозь калибр, соответствующий верхней крупности класса. Все остальные куски относятся к нормальному зерну.

При крупности зерна от 6 до 18 *мм* контрольное грохочение производится на ручном сите.

При определении выхода подрешетного зерна размер отверстий сита должен быть на 20% меньше нижней крупности класса, так как улавливание стеблеобразных зерен по методу проталкивания при такой крупности занимает слишком много времени; при определении выхода надрешетного зерна сито должно иметь отверстия, равные верхней крупности класса.

Исследуемый продукт равномерно распределяется на расположенном горизонтально ручном сите. Высота слоя на сите приблизительно соответствует верхней крупности класса. За 15—20 *сек* проделывается 25 движений (туда и обратно) при длине хода от 15 до 20 *см*. При определении количества надрешетного зерна можно протолкнуть рукой через сито стеблеобразные зерна, оставшиеся на контрольном сите.

При крупности зерен менее 6 *мм* контрольное грохочение производится ситами, отверстия которых соответствуют желаемой крупности разделения. Оно осуществляется вручную или машиной. При проверке гарантийной производительности и при разовых испытаниях контрольное грохочение осуществляется всегда вручную.

Продолжительность грохочения может составлять:

При крупности зерен от 1 до 6 *мм*	около 1/2 *мин*
„ „ „ „ 0,2 до 1 *мм* . . .	„ 1 *мин*
„ „ „ менее 0,2 *мм*	„ 3 *мин*

При просеивании зерен крупностью менее 0,2 *мм* на контрольное сито DIN за один прием нельзя давать более 50 *г* продукта. После контрольного грохочения проверяют на глаз содержание подрешетных зерен в просеиваемом материале.

3.2. СИТОВЫЙ АНАЛИЗ

3. 21. Общие положения

Для единообразного проведения ситового анализа предложены следующие отверстия сит: калибр, *мм* 500; 300 (250); 200; 150; 120; круглое отверстие, *мм* (согласно DIN 1170) 80; 50; 30; 18; 10 (8);

6; 3; 1; квадратное отверстие, *мм* (согласно DIN 1171) 0,75; 0,5; 0,3; 0,2; 0,12; 0,10; 0,09; 0,06.

3. 22. Просеивание рядового угля

При просеивании рядового угля его набрасывают лопатами на набор сит, в котором наибольший размер отверстий не превышает 80 *мм* (круглое отверстие), а наименьший — составляет 10 (12 или 6) *мм*. Предварительно вручную отбираются куски, размер которых на глаз превышает 80 *мм*.

3. 23. Просеивание зерна размером более 80 *мм*

Зерна, размером более 80 *мм*, делят при помощи калибров. Зерно, которое проходит через данный калибр, принадлежит к более мелкому классу.

3. 24. Просеивание зерна размером 10—80 *мм*

Зерна, размером от 10 до 80 *мм*, осторожно просеиваются через набор сит, начиная с сита наибольшего размера, до тех пор, пока все мелкое зерно не пройдет через отдельные сита.

3. 25. Просеивание зерна размером менее 10 *мм*

Зерна, размером менее 10 (12 или 6) *мм*, делят на количества, необходимые для проведения ситового анализа (см. табл. 2). Грохочение производится ситами согласно DIN 1170 и 1171. Если в полученных результатах грохочения наибольший интерес представляет количество зерен размером менее 1 *мм*, то во избежание скачка, возникающего при переходе от круглых отверстий к квадратным, следует применять сита с квадратными отверстиями и для рассева зерен размером более 1 *мм*.

3. 26. Определение гранулометрического состава зерен менее 60 *мк*

Гранулометрический состав мельчайших зерен, менее 60 *мк*, можно определить при помощи седиментационного анализа по Андреасену [1], методом ареометра по Казагранду [2] или методом анализа шлама по Гарткорту [3].

---

[1] Andreasen H. H. und Lundberg J. J. Ein Apparat zur Feinheitsbestimmung nach der Pipettemethode mit besonderem Hinblick auf Betriebsuntersuchungen. Ber. Dtsch. Keram. Ges., 1930, L 249, 14.

Richtlinien für die Bestimmung der Zuzammensetzung von Stauben nach Korngröße und Fallgeschwindiqkeit. VDI-Verlag, Berlin, 1936, 10.

[2] Casagrande, A. Die Aräometer-Methode zur Bestimmung der Kornverteilung von Böden und anderen Materialien. Springer-Verlag, Berlin, 1934.

[3] Geßner, H. Die Schlämmanalyse. Akademische Verlagsgesellschaft mbH. Leipzgig, 1931, 125—126.

3. 27. Просеивание влажных проб

Пробы с размером зерна более 0,5 *мм*, слишком влажные для сухого грохочения, должны предварительно подсушиваться на воздухе, или при этом следует руководствоваться указаниями раздела 3.12. Зерно размером менее 0,5 *мм* высушивается при температуре около 40° до удаления поверхностной влаги.

3.3. ФРАКЦИОННЫЙ АНАЛИЗ

Зерна размером более 10 *мм* с удельным весом менее 1,9 всплывают в неорганической тяжелой жидкости, а с удельным весом более 1,9 — в органической тяжелой жидкости. Зерна размером менее 10 *мм* всплывают в органической тяжелой жидкости после предварительного удаления зерен размером менее 0,5 *мм*.

Для проведения фракционного анализа предлагаются жидкости со следующими удельными весами: 1,3; 1,4; (1,45); 1,5; 1,6; 1,8; (1,9); 2,0; 2,2; (2,4; 2,6; 2,8), причем этой последовательности придерживаются в том случае, когда в исследуемом материале преобладают легкие фракции. Если же преобладают тяжелые фракции, то придерживаются обратного порядка.

При испытании работы обогатительной машины ограничиваются разделением продуктов обогащения на фракции по двум контрольным удельным весам, например, 1,5 и 1,8. Для среднего продукта и породы контрольный удельный вес разделения вообще не выходит за предел 1,9 (хотя требуемые и фактические величины удельного веса разделения в большинстве случаев лежат выше этого значения), так как при удельном весе более 1,9 требуется применение дорогих органических жидкостей.

Сухие пробы после удаления из них подрешетного зерна подвергаются фракционному анализу в том состоянии, в котором они были отобраны.

Мокрые пробы после удаления подрешетного зерна подвергаются фракционному анализу:

при крупном зерне — после того как вода хорошо стечет;

при мелком зерне — после осторожно проведенной сушки.

Фракционный анализ производится при постоянном контроле удельного веса тяжелой жидкости.

3.4. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЗОЛЬНОСТИ

Для определения зольности выборочную или сокращенную пробу измельчают до размера менее 0,2 *мм* и высушивают на воздухе. Навеску из этой аналитической пробы ($1 \pm 0{,}0005$ *г*) помещают в специальных чашечках предварительно прокаленных, охлажденных и взвешенных с точностью до 0,0001 *г*) на под холодного муфеля.

Муфель медленно нагревают до температуры $775 \pm 25°$. Нагрев продолжают до полного сгорания органических составных частей

навески (около 3 *ч*). После этого нагревание прекращают, чашечку с золой оставляют на непродолжительное время в открытом муфеле, затем помещают в эксикатор и после охлаждения до температуры окружающей среды взвешивают.

Определение зольности всегда производят дважды.

Зольность воздушносухого угля определяют по формуле

$$\text{Зольность (воздушносухого угля)}^{1} = \frac{\text{Вес зольного остатка}}{\text{Навеска}} 100, \%.$$

Данные анализа пересчитывают на безводное вещество:

$$\text{Зольность (абсолютно сухого вещества)}^{2} = \frac{\text{Зольность (воздушно-сухого вещества)}}{100 - \text{Аналитическая влажность}} \times 100, \%.$$

Пересчет зольности абсолютно сухого вещества на зольность рабочего топлива:

$$\text{Зольность рабочего топлива}^{3} = \frac{\text{(Зольность (абсолютно сухого вещества)}}{100} \times \frac{\text{(100 — рабочая влажность)}}{100}, \%.$$

Вычисление содержания общего балласта:

$$\text{Содержание балласта}^{4} = \text{Зольность рабочего топлива} + \text{рабочая влажность} = \frac{\text{Зольность (абсолютно сухого вещества) (100—рабочая влажность)}}{100} + \frac{\text{рабочая влажность}}{100}\%,$$

3.5. СОЧЕТАНИЯ СИТОВОГО И ФРАКЦИОННОГО АНАЛИЗОВ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЗОЛЬНОСТИ

Ситовой и фракционный анализы и определение зольности можно проводить в различных сочетаниях друг с другом.

---

[1] В соответствии с обозначениями, принятыми в СССР, формула имеет вид

$$A^{a} = \frac{\text{Вес зольного остатка}}{\text{Навеска}} 100, \%.$$

[2] В соответствии с обозначениями, принятыми в СССР, формула имеет вид

$$A^{c} = \frac{A^{a}}{100 - W^{a}} 100, \%.$$

[3] В соответствии с обозначениями, принятыми в СССР, формула имеет вид

$$A^{p} = \frac{A^{c}(100 - W^{p})}{100}, \%$$

[4] В соответствии с обозначениями, принятыми в СССР, формула имеет вид

$$A^{p} + W^{p} = \frac{A^{c}(100 - W^{p})}{100} + W^{p}, \%. \quad \textit{Прим. пер.}$$

Например, сочетание ситового и фракционного анализа; ситового анализа и определения зольности; фракционного анализа и определения зольности; ситового и фракционного анализов и определения зольности.

3. 6. ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ВЛАГИ

Влагу углей в соответствии с видом связи влаги подразделяют на:

поверхностную влагу, которая образуется в результате связи влаги с внешней поверхностью угля; при хранении угля на воздухе эта влага испаряется.

Гигроскопическую, или внутреннюю влагу, которая образуется в результате связи влаги с внутренней поверхностью угля; при хранении угля на воздухе эта влага не испаряется. Величина ее характерна для каждого данного вида угля.

Общая влага является суммой поверхностной и гигроскопической влаги.

Аналитическая влага представляет собой общую влагу аналитической пробы в момент исследования.

3. 61. Поверхностная влага

Определение поверхностной влаги выборочной или сокращенной пробы осуществляется трехчасовой сушкой ее в сушильном шкафу при температуре 40° или сушкой на воздухе до тех пор, пока не установится постоянный вес. Высота слоя пробы мелкого угля и пробы мельчайшего угля не должна превышать соответственно 10 и 3 *мм*. В тот же самый сушильный шкаф одновременно нельзя помещать мокрые пробы.

Для ряда исследований, во время которых температура и влажность окружающего воздуха не изменяются, определение поверхностной влаги целесообразно производить косвенным путем, определяя каждый раз общую влагу и вычитая из нее найденную один раз внутреннюю влагу.

$$\text{Поверхностная влага} = \frac{\text{Общая влага}-\text{внутренняя влага}}{100-\text{внутренняя влага}} \times 100, \ \%.$$

3. 62. Гигроскопическая или внутренняя влага

Для определения внутренней влаги навеску в 25 *г* (а при незначительной влажности угля — в 50 *г*) из воздушносухой выборочной или сокращенной пробы, измельченной до крупности менее 1 *мм*, высушивают (около 2 *ч*) в сушильном шкафу до постоянного веса при температуре 160±2° и атмосферном давлении или кипятят с ксилолом.

При методе высушивания для навески в 50 *г* бюксы должны иметь диаметр около 80 *мм*. В тот же самый сушильный шкаф одновременно нельзя помещать мокрые пробы.

3. 63. Общая влага

Определение общей влаги осуществляется высушиванием (около 3 *ч*) пробы в сушильном шкафу при температуре 106±2° до постоянного веса; при этом высота слоя проб мелкого и мельчайшего угля не должна превышать соответственно 10 и 3 *мм*. Общая влага может быть также определена как сумма поверхностной влаги (согласно разделу 3. 61) и внутренней влаги (согласно разделу 3. 62).

3. 64. Аналитическая влага

Для определения аналитической влаги навеску в 5 *г* из аналитической пробы, в бюксе диаметром около 30 *мм* с наклонной крышкой высушивают до постоянного веса. Сушку производят в сушильном шкафу при температуре 106±2° в течение примерно 2 *ч*.

$$\text{Аналитическая влага} = \frac{\text{Навеска} - \text{вес остатка}}{\text{Навеска}} 100, \ \%.$$

Определение аналитической влаги должно производиться каждый раз одновременно с другими аналитическими исследованиями, если при проведении их приходится считаться с изменениями величины аналитической влаги.

3.7. ИССЛЕДОВАНИЕ ШЛАМОВОЙ ПУЛЬПЫ И ВОДЫ

3. 71. Определение содержания твердого вещества

1 *л* шламовой пульпы фильтруется в воронке Бюхнера; полученное твердое вещество высушивается в сушильном шкафу при температуре 106±2° и взвешивается.

3. 72. Определение содержания тонкой взвеси

Для определения содержания взвеси в сбрасываемой воде 1 *л* этой воды оставляют на 1,5 *ч* в стакане Эмшера для отстаивания и по шкале отсчитывают содержание осевшего вещества в *см*^{3}/*л*.

3. 73. Определение удельного веса жидкостей и шламовой пульпы

Удельный вес жидкостей определяют ареометром, пикнометром или взвешиванием 1 *л* жидкости в специальном литровом сосуде.

Удельный вес шламовой пульпы определяют только взвешиванием, для чего специальный литровый сосуд наполняют с помощью маленького ковша при постоянном перемешивании пробы.

3. 74. Определение удельного веса твердых веществ пульпы

Полученное в воронке Бюхнера твердое вещество высушивают в сушильном шкафу при температуре 106±2°.

Вес и объем твердого вещества определяют при температуре 25° с помощью пикнометра. Количество твердого вещества (в *г*) должно составлять около 10% объема пикнометра (в *см*³). Воздух, содержащийся в твердом веществе, после заполнения половины сосуда дистиллированной водой, нужно удалить кипячением или откачиванием. Отношение веса к объему дает искомый удельный вес:

$$\text{Удельный вес твердого вещества} = \frac{\text{Вес твердого вещества, } г}{\text{Объем твердого вещества, } см^3} =$$

$$= \frac{\text{Вес твердого вещества, } г}{\text{Объем пикнометра, } см^3, \text{ — общий вес, } г, + \text{ вес твердого вещества, } г}.$$

3. 75. Определение содержания поваренной соли

Фильтрованную, осветленную воду комнатной температуры в количестве 10 *см*³ смешивают в колбе Эрленмайера с 90 *см*³ дистиллированной воды. Затем после добавления 10—12 капель нейтрального раствора хромата калия добавляют из измерительной бюретки при непрерывном встряхивании колбы децинормальный раствор азотнокислого серебра ($AgNO_3$) до тех пор, пока не наступит различимое изменение желтой окраски на красно-коричневую. Количество децинормального раствора азотнокислого серебра в *см*³, умноженное на 0,5846, дает содержание поваренной соли в воде в *г/л*.

Воду с кислой реакцией предварительно нейтрализуют раствором соды, добавляемым по капле; воду со щелочной реакцией нейтрализуют разбавленной азотной кислотой (но не соляной кислотой); индикатором служит лакмусовая бумага.

3. 76. Определение концентрации водородных ионов

Концентрация водородных ионов (Ph) при кислой реакции менее 7, при нейтральной реакции равна 7 и при щелочной реакции более 7.

3.761. Колориметрический метод

После того как при помощи «универсальных индикаторов» установлена приблизительная величина Ph, точное определение ее

производится двумя последовательно применяемыми специальными индикаторами, пригодными для данного узкого диапазона величин Ph.

Индикаторную бумагу на непродолжительное время погружают в исследуемую пробу воды и полученную окраску тотчас же сравнивают со шкалой окраски, относящейся к данному диапазону Ph.

Можно применять также и жидкие индикаторы. В пробу воды добавляют несколько капель соответствующей индикаторной жидкости, полученный цветовой тон сравнивают с цветовой таблицей или окрашенными растворами.

Точность колориметрического определения зависит от химического состава исследуемой воды, помутнения и окрашивания. Величину pH определяют с точностью от ±0,2 до 0,5 pH.

Величина pH дается только с одним десятичным знаком и с указанием примененных индикаторов.

3.762. Электрометрический метод

Для более точных исследований можно применять электрометрический метод определения величины Ph, который основан на измерении разности потенциалов.

3.8. ПРОЧИЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Другие методы исследования, например определение летучих составных частей, содержания серы, точки плавления золы, описаны в лабораторных инструкциях, изданных Химическим комитетом объединения каменноугольной промышленности (Эссен) [1].

4. ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ГРАФИЧЕСКОЕ ИЗОБРАЖЕНИЕ

4.1. ВЫЧИСЛЕНИЕ КОЛИЧЕСТВЕННОГО (ВЕСОВОГО) ВЫХОДА ПРОДУКТОВ ПРОЦЕССА РАЗДЕЛЕНИЯ

Следует стремиться к определению весового выхода продуктов путем измерения их количества, однако в производственных условиях это связано с трудностями. Поэтому получили развитие методы расчетного или графического определения количественного выхода продуктов по данным ситового или фракционного анализа исходного угля и продуктов обработки. Для определения точности фракционного анализа строят кривые удельных весов для данного исходного и определенного расчетом эквивалентного [2]

[1] Velag Glückauf, Essen.

[2] Эквивалентным исходным углем называется уголь, фракционный состав которого определен по сумме одноименных фракций в продуктах обогащения; при этом выход фракций в продуктах обогащения исчислен в процентах от исходного. *Прим. пер.*

исходного угля и затем устанавливают расхождение между ними[1]. При значительных отклонениях анализ непригоден.

4. 11. Формулы для вычисления количественного выхода при разделении исходного материала на два и три продукта[2]

В тех случаях, когда пробы исследованы только при контрольных удельных весах или контрольных размерах зерен, количественный выход вычисляется при помощи формул (при разделении на два и три продукта).

4.111. Разделение на два продукта

Исследование работы сепаратора-обеспыливателя

$$\gamma_e = \frac{f_a - f_s}{f_e - f_s}\ 100,\ \%; \qquad \gamma_s = \frac{f_a - f_e}{f_s - f_e}\ 100,\ \%,$$

где f_a — содержание мелочи (пыли) в исходном угле, %;
f_e — содержание мелочи в обеспыленном продукте, %;
f_s — содержание мелочи в пыли, %;
γ_e — выход обеспыленного продукта (крупного), %;
γ_s — выход пыли (мелкой), %.

Таблица 3

Результаты контрольного грохочения

Крупность, *мм*	Исходный продукт, %	Обеспыленный продукт, %	Пыль, %
+0,3	83,8	98,29	29,89
—0,3	16,2	1,71	70,11
Сумма	100,0	100,00	100,00

$$\gamma_e = \frac{16{,}2 - 70{,}11}{1{,}71 - 70{,}11}\ 100 = 78{,}8\%;$$

$$\gamma_s = \frac{16{,}2 - 1{,}71}{70{,}11 - 1{,}71}\ 100 = 21{,}2\%.$$

Проверка: $78{,}8 + 21{,}2 = 100\%$.

[1] Zur zahlenmäßigen Feststellung der Genauigkeit hat Grumbrecht einen Vorschlag. Glückauf, 1952, 88, 957—64.

[2] Madel H. und Naske C. Materialtrennung unter Ausnutzung der Schwerkraft. Chem. Ing., Bd 1. Akademische Verlagsgesellschaft, Leipzig, 1933, 81.
Paul H. Schaubildliche Darstellung von Trennungsergebnissen bei Aufbereitungsanlagen. VDI-Zs., 1938, 82, 1197—99.

4. 112. Разделение на три продукта

Исследование работы обогатительной машины

$$\gamma_1 = \frac{(k-k_3)(m_2-m_3)-(m-m_3)(k_2-k_3)}{(k_1-k_3)(m_2+m_3)-(m_1-m_3)(k_2-k_3)}\,100,\ \%;$$

$$\gamma_2 = \frac{(m-m_3)(k_1-k_3)-(k-k_3)(m_1-m_3)}{\text{Знаменатель тот же, что и выше}}\,100,\ \%;$$

$$\gamma_3 = \frac{(k_1-k)(m_2-m)-(m_1-m)(k_2-k)}{\text{Знаменатель тот же, что и выше}}\,100,\ \%,$$

где k — содержание чистого угля (угольных фракций) в исходном угле, %;
k_1 — содержание чистого угля в обогащенном угле, %;
k_2 — содержание чистого угля в среднем продукте, %;
k_3 — содержание чистого угля в породе, %;
m — содержание сростков (промежуточных фракций) в исходном угле, %;
m_1 — содержание сростков в обогащенном угле, %;
m_2 — содержание сростков в среднем продукте, %;
m_3 — содержание сростков в породе, %;
b — содержание чистой породы (породных фракций) в исходном угле, %;
b_1 — содержание чистой породы в обогащенном угле, %;
b_2 — содержание чистой породы в среднем продукте, %;
b_3 — содержание чистой породы в породе, %;
γ_1 — выход обогащенного угля, % от исходного;
γ_2 — выход среднего продукта, % от исходного;
γ_3 — выход породы, % от исходного.

Таблица 4

Результаты фракционного анализа

Удельный вес фракций	Выход фракций, %			
	исходного угля	обогащенного угля	среднего продукта	породы
—1,6	80,3	99,0	17,6	—
1,6—2,0	5,1	1,0	61,1	6,1
+2,0	14,6	—	21,3	93,9
Сумма	100,0	100,0	100,0	100,0

$$\gamma_1 = \frac{(80{,}3-0)(61{,}1-6{,}1)-(5{,}1-6{,}1)(17{,}6-0)}{(99{,}0-0)(61{,}1-6{,}1)-(1{,}0-6{,}1)(17{,}6-0)}\,100 = 80{,}1\%;$$

$$\gamma_2 = \frac{(5{,}1-6{,}1)(99{,}0-0)-(80{,}3-0)(1{,}0-6{,}1)}{\text{Знаменатель тот же, что и выше}}\,100 = 5{,}6\%;$$

$$\gamma_3 = \frac{(99{,}0-80{,}3)\ (61{,}1-5{,}1)-(1{,}0-5{,}1)\ (17{,}6-80{,}3)}{\text{Знаменатель тот же, что и выше}}\ 100 = 14{,}3\%.$$

Число фракций должно равняться двум при разделении на два продукта и трем — при разделении на три продукта [1].

4. 12. Графический метод определения количественного выхода по Паулю и Кюну [2]

Количественный выход для эквивалентного размера зерна или эквивалентного удельного веса определяется графически по данным анализа гранулометрического состава или фракционного состава исходного угля и продуктов обогащения (формы 2 и 3) [3].

4. 121. При разделении на два продукта, например при сепарации пыли, вычерчивают кривую количества дефектных зерен в обеспыленном продукте:

$$\mathrm{Fe} = \frac{g_a\,(100-g_e)}{100},\ \%,$$

и в пыли

$$\mathrm{G_s} = \frac{g_s\,(100-g_a)}{100},\ \%,$$

в зависимости от g_a.

Величина g_a в точке пересечения обеих кривых является искомым выходом γ обеспыленного продукта, так как эквивалентный размер зерна для них одинаков. Для приведенного выше примера γ обеспыленного продукта равна 78,9%.

4. 122. При разделении на три продукта, например в отсадочной машине для крупного зерна, определяют

$$\gamma_2 = \frac{k\,(100-k_1)-k_3\,(100-k)}{k_2-k_3},\ \%,\ \text{в зависимости от } k,$$

и

$$\gamma_2 = \frac{b\,(100-b_3)-b_1\,(100-b)}{b_2-b_1},\ \%,\ \text{в зависимости от } k = 100-\gamma_2-b.$$

Точка пересечения обеих кривых дает величину выхода среднего продукта γ_2, удовлетворяющую обоим уравнениям. Отсчитан-

---

[1] При разделении на два продукта приведенная выше формула принимает вид

$$\gamma_1 = \frac{k-k_3}{k_1-k_3}\ 100,\ \%;\quad \gamma_3 = \frac{k_1-k}{k_1-k_3}\ 100,\ \%.\ \textit{Прим. пер.}$$

[2] Paul H. und Kühn Chr. Ermitlung des Mengenausbringens in der Steinkohlenaufbereitung. Glückauf, 1952, 88, 1155—61.

[3] В приложениях. *Прим. пер.*

ная для этой точки величина k дает искомый выход обогащенного угля γ_1, так как эти величины при эквивалентном удельном весе одинаковы. Количественный выход породы равен разности 100— — $(\gamma_1 + \gamma_2)$.

Для приведенного выше примера $\gamma_1 = 80{,}1\%$; $\gamma_2 = 5{,}5\%$; $\gamma_3 = 14{,}4\%$.

4. 13. Вычисление количественного выхода по методу наименьших квадратов по Грумбрехту[1]

Метод основан на следующем принципе. Каждая фракция (d') исходного материала делится между продуктами обогащения на части: a'; b'; c', выраженные в процентах (от 0 до 100%), согласно уравнению:

при разделении на два продукта (например, сепарация пыли)

$$a'\gamma_{\substack{\text{обесп.}\\\text{продукта}}} + b'\gamma_{\text{пыли}} = d' \cdot 100 + \gamma',$$

при разделении на три продукта (например, обогащение)

$$a'\gamma_1 + b'\gamma_2 + c'\gamma_3 = d' \cdot 100 + \gamma'.$$

Здесь γ' представляет собой величину погрешности, которая возникает вследствие неточности при отборе пробы и анализе, а также из-за возможного изменения материала в процессе разделения.

Аналитическое решение уравнений относительно неизвестных $\gamma_{\text{обесп. продукта}}$, $\gamma_{\text{пыли}}$ или γ_1, γ_2 и γ_3 путем нахождения наименьших квадратических ошибок приводит к формулам:

при разделении на два продукта

$$\gamma_{\substack{\text{обесп.}\\\text{продукта}}} = \frac{G}{F} 100, \%; \quad \gamma_{\text{пыли}} = 100 - \gamma_{\substack{\text{обесп.}\\\text{продукта}}}, \%;$$

при разделении на три продукта

$$\gamma_1 = \frac{KL - JM}{HL - J^2} 100, \%;$$

$$\gamma_2 = \frac{HM - JK}{HL - J^2} 100, \%;$$

$$\gamma_3 = 100 - \gamma_1 - \gamma_2, \%.$$

---

[1] Grumbrecht K. Neue Gesichtspunkte für die Aufstellung der Verteilungszahlenkurven in der Steinkohlenaufbereitung. Bergfreiheit, 1953, 6, 220—27.

Grumbrecht K. Vereinfachung der Berechnung von Mengenausbringen in der Steinkohlenaufbereitung nach dem Fehlerausgleichsverfahren. Glückauf, 1953, 89, 426.

При помощи этих формул производится вычисление количественного выхода по схеме, указанной в формах 3 и 4. Для приведенных примеров $\gamma_e = 72{,}8\%$; $\gamma_s = 27{,}2\%$; $\gamma_1 = 77{,}4\%$; $\gamma_2 = 8{,}2\%$; $\gamma_3 = 14{,}4\%$.

4.2. КЛАССИФИКАЦИЯ

Результаты ситовых анализов (выход отдельных классов крупности) сводятся в таблицу и изображаются графически в виде кривых гранулометрического состава.

4.21. Данные гранулометрического состава

В данных гранулометрического состава применяют сокращения: вместо «больше чем» пишут «+», а вместо «меньше чем» пишут «—». Размеры зерна указывают в *мм*. Пересчет количества отверстий сита на 1 $см^2$ или на один дюйм может производиться при помощи табл. 5 и номограммы (рис. 14).

ПОЯСНЕНИЕ К НОМОГРАММЕ

Ряд сит по DIN (применяется в ФРГ): новый стандарт DIN 1171 1934 г.: обозначение «Размеры отверстий в свету в *мм*»; старый стандарт DIN 1171 1926 г.: обозначение «Номер сита» равен «Числу отверстий на *см*» или «Числу отверстия на $см^2$».

Ряд сит IMM (Institution of Mining and Metallurgy, частично применяется в Англии): обозначение «Номер сита» равен «Числу отверстий на погонный дюйм».

Ряд сит стандарта США соответствует ситам ASTM (american Society of Festing materials), ситам USRS (SU-Bureau of Standards; применяется в США). Обозначение «Номер сита» равен «Числу отверстий на погонный

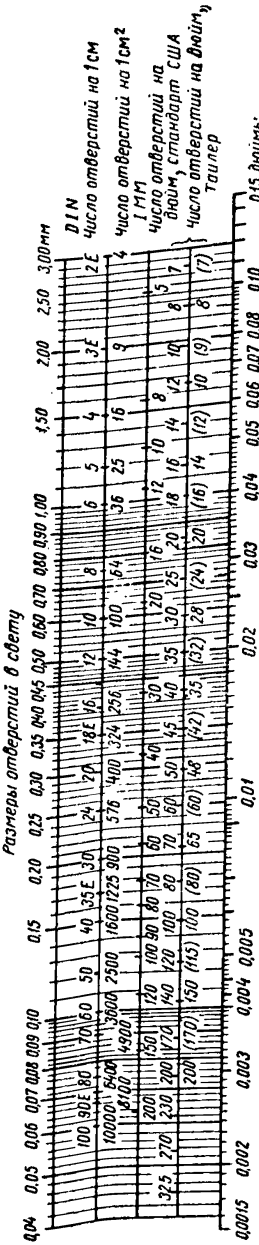


Рис. 14. Номограмма

Таблица 5

Пересчет английских дюймов в миллиметры

Дюймы	*мм*	Дюймы	*мм*	Дюймы	*мм*
3/64	1,19	5/16	7,94	3/4	19,05
3/32	2,38	3/8	9,52	13/16	20,62
1/8	3,17	1/2	12,70	7/8	22,24
3/16	4,76	9/16	14,31	1	25,4
1/4	6,35	5/8	15,87		

дюйм»; базис — размер отверстий в свету, равный 1 *мм*, коэффициент шкалы (модуль) сит $\sqrt[4]{2}$.

Ряд сит Тайлера (применяется в США, Южной Африке и многих других заокеанских странах): обозначение «Номер сита» равен «Числу отверстий на погонный дюйм»; базис — 200 отверстий на дюйм = 0,074 *мм* (размеру отверстий в свету); коэффициент шкалы сит $\sqrt{2}$, для промежуточных сит $\sqrt[4]{2}$.

Наиболее употребительным является ряд сит Тайлера, который несущественно отличается от ряда сит стандарта США. Оба этих ряда, в отличие от рядов сит DIN и IMM, имеют постоянное отношение следующих друг за другом размеров отверстий сит.

Соответствующие сита располагают вертикально одно под другим.

Пример: Сито ДИН «0,25 *мм*» имеет размер отверстий в свету 0,25 *мм* или, округленно, 0,01 дюйма. Оно соответствует ситу № 24 по старому стандарту DIN (24 отверстия на 1 *пог. см* или 576 отверстий на 1 *см*^{2}), ситу № 50 ряда IMM, ситу № 60 стандарта США и промежуточному ситу № 60 ряда Тайлера (т. е. 60 отверстий на погонный дюйм).

4. 22. Кривые гранулометрического состава

Гранулометрический состав может быть представлен графически при помощи кривых. По кривым можно определить выход надрешетного или подрешетного продукта сита в процентах для любого размера зерна. На миллиметровой бумаге вычерчивается кривая надрешетного продукта сита. По оси абсцисс слева направо откладывают в возрастающем порядке размеры зерен; а по оси ординат — выход в процентах, начиная с нуля, который находится вверху. Ординаты имеют численный масштаб, абсциссы могут иметь численный (форма 6) или логарифмический масштаб (форма 7). Найденные из ситового анализа суммарные выхода в процентах откладываются как ординаты для соответствующих размеров зерна.

Кривая надрешетного продукта сита может быть изображена в сетке гранулометрического состава Розина—Раммлера—Беннета (форма 8). По оси абсцисс, начиная слева, отложены размеры зерен; по оси ординат, начиная слева вверху, — проценты от 0,1 до 99,5%. Ординаты имеют двойной логарифмический масштаб (lg lgR), абсциссы — логарифмический масштаб. При естественном, ненарушенном распределении зерен — кривая гранулометрического состава в такой системе координат представляет собой прямую линию. Показа-

тель крупности[1] d' соответствующего класса угля получается в точке пересечения прямой с ординатой $R=\frac{100}{e}=36{,}8$. Показатель распределения крупности[2] n определяется наклоном прямой линии гранулометрического состава к оси абсцисс; для отсчета величины n через полюс P проводят прямую, параллельную прямой гранулометрического состава, до дополнительного масштаба. Для определения среднего размера зерен d_m и характеристики поверхности OKZ нанесены еще два масштаба.

4. 23. Качество классификации

Качество разделения при классификации характеризуется следующими показателями:

а) дефектными выходами (определение содержания дефектных зерен);

б) выходом мелочи и выходом крупного продукта по Луикену и Краэберу;

в) кривыми гранулометрического состава по Паулю. Они позволяют определить эквивалентный размер зерна;

г) кривыми разделения по Тромпу (характеризуют степень точности разделения). Они позволяют определить крупность разделения.

4.231. Определение содержания дефектных зерен

Содержание дефектных зерен определяется согласно разделу 3. 1 или 3. 2 путем контрольного грохочения или при помощи ситового анализа. Найденная величина непосредственно характеризует качество классификации.

4.232. Определение выходов мелкого и крупного зерна по Луикену и Краэберу[3]

Коэффициент извлечения мелочи m_f показывает, сколько мелочи исходного материала вышло в мелкий продукт в процентах. Эта величина может быть вычислена для каждой крупности, в частности для крупности разделения

$$m_f=\gamma_s\times\frac{f_s^*}{f_a}=\frac{(f_a-f_e)f_s}{(f_s-f_e)f_a}\ 100,\ \%.$$

---

[1] d' — показатель крупности, равный размеру отверстий сита (или диаметру зерна), которому соответствует выход надрешетного продукта, равный $R=36{,}8\%$. Если для одного угля $d'=10$ *мм* (т. е. при этом отверстии выход надрешетного продукта $R=36{,}8\%$), а для другого $d'=20$ *мм*, то количество крупного в первом угле меньше, чем во втором. *Прим. пер.*

[2] n — показатель, характеризующий распределение зерен по крупности в продукте и выражается тангенсом угла наклона кривой (прямой) распределения к оси абсцисс. *Прим. пер.*

[3] Luyken W. und Kraeber L. Begriffe und Kennziffern zur Beurteilung von Absiebung- und Sichtvorgängen. Glückauf, 1933, 69, 957—61.

* Значение f см. раздел 4.111. *Прим. пер.*

Соответственно вычисляется извлечение крупного в надрешетный продукт

$$m_g = \gamma_e \frac{g_e^*}{g_a} = \frac{(g_a - g_s)\, g_e}{(g_e - g_s)\, g_a} 100, \ \%.$$

4.233. Определение эквивалентного размера зерна и эффективность классификации по Паулю[1]

При помощи кривых гранулометрического состава исходного материала и продуктов грохочения или сепарации можно графическим способом определить эквивалентный размер зерна (так же, как определяют эквивалентный удельный вес, раздел 4.333) и эффективность классификации.

Количество и качество дефектного выхода в процентах от исходного материала, отнесенные к эквивалентному размеру зерна, характеризуют качество классификации.

Расчет исходных данных для построения кривых гранулометрического состава продукта, полученного в результате грохочения, требует предварительного определения количественного выхода этого продукта (раздел 4.1).

4.234. Определение крупности разделения и эффективность классификации по Тромпу[2]

При помощи кривых разделения (Т-кривые) можно графически определить крупность разделения и эффективность классификации отдельного процесса разделения.

Расчет исходных данных для построения Т-кривых требует предварительного определения количественного выхода надрешетного и подрешетного продуктов. Определяют величину извлечения[3] для каждого подрешетного продукта и по результатам строят кривые (так же, как и в разделе 4.334).

4.3. ОБОГАЩЕНИЕ

Результаты фракционного анализа (удельный вес и зольность фракций) изображаются в виде кривых обогатимости.

---

* Значение g см. раздел 4.121. *Прим. пер.*

[1] Paul H. Da stellung von Trennergebnissen und Untersuchung der Trennschärfe bei Aufbereitungs-Vorgängen unter besonderer Berücksichtigung der Setzmaschinenarbeit. Glückauf, 1938, 74, 277—84.

[2] Tromp K. F. Neue Wege für die Beurteilung der Aufbereitung von Steinkohlen. Glückauf, 1937, 73, 125—31 und 151—56.

[3] Величиной извлечения называется отношение количества извлеченного в подрешетный (надрешетный) продукт зерен данного размера к количеству их в исходном. *Прим. пер.*

4. 31. Данные удельного веса

Данные удельного веса фракций, как правило, записывают с меньших удельных весов. В таблицах всегда указывают в начале фракции наименьшего удельного веса, при этом слова «легче чем» обозначают условно «—», а слова «тяжелее чем» обозначают «+».

4. 32. Кривые обогатимости

4.321. Кривая удельного веса (δ-кривая)

Состав материала по удельному весу можно изобразить графически в форме суммарной кривой удельных весов разделения, которая показывает зависимость между удельными весами фракций и количеством (в процентах) всплывшего продукта[1].

Фракционный состав продуктов обогащения (форма 9) может быть представлен в процентах по весу от самого продукта (форма 10) или в процентах по весу от исходного (форма 11). При построении кривых удельных весов на оси абсцисс, начиная слева, откладывают значения удельных весов, а на оси ординат, начиная сверху от нуля,— выход фракций в процентах. При построении кривой удельного веса продукта, полученного в процессе обогащения (форма 11 по Паулю), линии, определяющие выход продукта от исходного материала, проводят параллельно оси абсцисс. Точки пересечения этих линий с кривой удельного веса исходного материала дают на оси абсцисс эквивалентный удельный вес[2] разделения продуктов обогащения (например, для разделения К/М/В и К/М)[3].

4. 322. Диаграмма кривых обогатимости по Анри—Рейнгардту

Диаграмма обогатимости представляет собой графическое изображение (форма 13) результатов фракционного анализа рядового угля.

Диаграмма содержит основную кривую обогатимости λ, кривую всплывшего продукта β, кривую потонувшего продукта ϑ и кривую удельного веса δ. На оси абсцисс, начиная слева, наносят зольность в процентах, а на дополнительном масштабе — удельные веса. На оси ординат, начиная сверху от нуля,— выход в процентах.

Исходные данные для построения диаграммы обогатимости вычисляют по форме 12. Кривую λ строят в виде ступенчатой кривой и способом «выравнивания площадей» преобразуют в плавную кривую; остальные кривые β, υ строят непосредственно по данным, указанным в форме 12.

---

[1] То есть продукта, уд. вес которого менее данного уд. веса. *Прим. пер.*

[2] При классификации эквивалентный размер зерна определяют по кривым гранулометрического состава.

[3] Разделение при первой «отсечке» — порода | промпродукт + концентрат и разделение при второй «отсечке» — промпродукт | концентрат. *Прим. пер.*

Для определенного выхода продукта или удельного веса по кривой β можно найти среднюю зольность чистого угля, по кривой ϑ — чистой породы, отсчет производят непосредственно на координатных осях. По кривой λ можно определить максимальную зольность элементарного слоя чистого угля и минимальную зольность элементарного слоя породы; кроме того, способом «выравнивания площадей» можно найти среднюю зольность сростков.

4.323. Кривая обогатимости по Майеру (М-кривая)[1]

Кривая обогатимости по Майеру построена следующим образом: по оси абсцисс, начиная слева от нуля, отложены суммарные количества золы в процентах, по оси ординат, начиная сверху от нуля, отложены суммарные выхода в процентах. Точки для построения М-кривой рассчитывают по таблице формы 14.

Непосредственное соединение точек дает кривую. Можно дополнить ее кривой удельного веса. Для определенных выходов продукта или удельных весов можно при помощи секущих хорд находить среднюю зольность чистого угля, чистой породы и сростков, а при помощи касательных — их слои с наибольшей и наименьшей зольностью[2].

4. 33. Эффективность обогащения

Эффективность обогащения характеризуют следующими показателями:

а) дефектным выходом (определением содержания дефектного продукта);

б) количественной эффективностью разделения по Гайденрейху;

в) кривыми обогатимости или кривыми удельного веса, по Н-диаграмме Гайденрайха[3] или Пауля[4]. Они позволяют определить эквивалентный (уравнительный) удельный вес.

---

[1] Mayer F. W. Die Mittelwert-Kurve, eine neue Verwachsungskurve. Glückauf, 1950, 86, 498—509.

Mayer F. W. Vereinfachtes Ablesen von Aschegehalten im M-Kurven-Diagramm. Glückauf, 1953, 89, 584—87.

[2] Для определения, например, средней зольности концентрата проводят на номограмме секущую хорду, соединяющую верхнюю точку кривой, координаты которой равны нулю, с точкой кривой, соответствующей удельному весу разделения. Точка пересечения этой хорды с осью абсцисс определяет среднюю зольность концентрата. Для определения средней зольности породы проводят хорду между нижней точкой кривой (ордината равна 100, а абсцисса равна средней зольности угля) и соответствующей точкой разделения. Параллельно самой себе хорду перемещают до попадания ее в «О» на оси ординат. Точка пересечения перемещенной хорды с осью абсцисс или с ее продолжением определяет среднюю зольность породы. Таким же путем, передвигая хорду, соединяющую две точки кривой, соответствующие двум удельным весам разделения, определяют среднюю зольность среднего (промежуточного) продукта. *Прим. пер.*

[3] Heidenreich H. Wissenschaftliche und wirtschaftliche Untersuchungen in der Steinkohlenaufbereitung. Glückauf, 1929, 65, 1028—35.

[4] Paul H. См. сноску на стр. 63.

г) кривыми разделения по Тромпу (четкость разделения). Они позволяют определить удельный вес разделения δ_p;

д) практическими кривыми обогатимости по диаграмме HR.

4.331. Определение содержания дефектного продукта

Содержание дефектного продукта (посторонних фракций) определяют по данным фракционных анализов согласно разделу 3. Содержание дефектного продукта можно непосредственно применять для характеристики эффективности обогащения.

4.332. Количественная эффективность разделения по Гайденрайху

Количественный к. п. д. разделения (органический выход) по Гайденрайху представляет собой отношение фактически полученного выхода обогащенного угля в процессе обогащения γ_e к теоретически возможному выходу γ_t, определяемому по кривой обогатимости исходного материала при той же фактической зольности.

$$\text{Эффективность разделения по выходу} = \frac{\gamma_e}{\gamma_t} 100, \ \%.$$

В этом случае кривую суммарных всплывших фракций исходного материала строят по результатам фракционных анализов продуктов обогащения.

По Кюну[1] органический выход для контроля действующих и расчета проектируемых обогатительных установок можно определить при помощи треугольника ошибок.

4.333. Определение эквивалентного удельного веса разделения и эффективности процесса обогащения по Гайденрайху—Паулю

При помощи кривых зольности или кривых удельного веса исходного материала и продуктов обогащения можно графически определить эквивалентный удельный вес и эффективность разделения по Гайденрайху — Паулю.

Исходя из эквивалентного удельного веса разделения, определяют количество и зольность дефектного материала, содержащегося в продуктах обогащения[2].

---

[1] Kühn. Chr. Betrachtungen über die Erfolgsbestimmungen von Steinkohlenaufbereitungsverfahren. Zs. VDI, 1954, Nr. 22, 739—46.

[2] На диаграмме (форма 11) в одной системе координат построены элементарные кривые исходного материала и продуктов обогащения. Содержание фракций в продуктах выражают в процентах от исходного материала, для чего должен быть известен выход этих продуктов (в примере диаграммы $\gamma_1 = 77{,}4\%$, $\gamma_2 = 8{,}2\%$ и $\gamma_3 = 14{,}4\%$). Эквивалентные удельные веса — на диаграмме $\delta = 1{,}56$ и 2,06— соответствуют точкам пересечения кривой исходного материала с линиями, ограничивающими выход продуктов обогащения. Треугольники, образованные кривой исходного с кривыми продуктов обогащения, называются треугольниками ошибок. Высота этих треугольников определяет количество посторонних фракций в продуктах обогащения. Если на абсциссе диаграммы отложены не удельные веса, а зольность фракций, то площади треугольников определяют прирост или потерю количества золы в продуктах обогащения. *Прим. пер.*

4.334. Определение удельного веса разделения и эффективности (степени точности) разделения по Тромпу[1]

При помощи кривой разделения (форма 15) можно графически определить эффективность (степени точности) отдельного процесса разделения и удельный вес разделения. Кривая разделения, характеризующая степень точности разделения обогатительной машины, показывает, какая весовая часть в процентах каждой фракции удельного веса исходного продукта перешла в тяжелый продукт. Разделительные числа[1] определяют по форме 9. Выход в процентах для фракций, составляющих менее 10% от исходного продукта, должен вычисляться с точностью до двух знаков после запятой. Кривые разделения строят в такой системе координат: по оси абсцисс, начиная слева, откладывают удельные веса, на оси ординат, начиная снизу от нуля, наносят разделительные числа для каждой фракции. Кривая строится непосредственно по данным формы 9 исходя из средних удельных весов. При упразднении графы 17 в форме 9 кривая может быть представлена в виде ступенчатой кривой удельного веса и преобразована в плавную кривую путем «выравнивания площадей».

Для определенных решений может оказаться целесообразным изобразить кривые разделения в вероятностной сетке с различными масштабами по оси абсцисс[2] (форма 16). Кривые вычерчивают по точкам.

Для четкого нанесения Т-кривых и для сравнения нескольких Т-кривых можно применить ряд характерных разделительных чисел G[3]. Эти числа в примерах рис. 9 * и 12 образуют ряды:

$$G_{КМ/В} = 1{,}70/1{,}79/1{,}89/2{,}00/2{,}16/2{,}35/2{,}60$$

$$G_{К/М} = 1{,}43/1{,}47/1{,}51/1{,}55/1{,}64/1{,}81/1{,}94$$

---

[1] Frielinghaus G. Wäscheuntersuchungen mit Hilfe von Vertellugs zahlen-Kurfen nach Tromp. Glückauf, 1938, 74, 223—25.

Tromp K. F. См. стр. 60.

[2] Разделительным числом называется отношение в процентах количества отдельных фракций в продуктах обогащения к количеству одноименных фракций в исходном продукте. Например, если выход фракции 1,5—1,6 в исходном продукте равен 4,03% и в процессе обогащения 0,12% этого количества перешло в тяжелый продукт, и в легкий — 3,91% (см. форму 9, гр. 13, 11, 8 и 5), то разделительные числа (извлечение) соответственно составляют:

$$n_1 = \frac{0{,}12}{4{,}03}\,100 = \sim 3\% \text{ и } n_2 = \frac{3{,}91}{4{,}03}\,100 = \sim 97\%.$$ *Прим. пер.*

[3] Grumbrecht K. Die Korrektur der durch Flächenausgleich gewonnenen Vertellungszahlenkurven auf mathematischer und auf statistischer Grundlage. Glückauf, 1952, 88, 774—79.

[4] Grumbrecht K. Die Stellung und praktische Bedeutung der Verteilungszahlenkurve bei der Betriebsüberwachung in der Steinkohlenaufbereitung Bergfreiheit, 1951, 16, Heft 3, 9—14.

* В тексте дана ссылка на рис. 9 и 12. По нашему мнению, должна быть ссылка на формы 15 и 16. *Прим. перев.*

Удельный вес разделения отмечен пунктирными линиями на оси абсцисс [1].

Для оценки эффективности процесса разделения в обогатительной машине в международной практике применяют показатель извлечения Терра $E_т$ [2] (вероятное отклонение), получаемый из кривой разделения. Он представляет собой половину разности между удельными весами точек кривой с ординатами 25 и 75 [3].

Для кривой разделения КМ/В (см. форму 15).

$$E_т = \frac{2{,}16 - 1{,}89}{2} = 0{,}135.$$

Для кривой разделения К/М

$$E_т = \frac{1{,}64 - 1{,}51}{2} = 0{,}065.$$

Коэффициентом несовершенства J называют частное от деления $E_т$ на удельный вес разделения минус единица:

$$J = \frac{E_т}{\text{Удельный вес разделения} - 1};$$

$$J_{КМ/В} = \frac{0{,}135}{1{,}00} = 0{,}135;$$

$$J_{К/М} = \frac{0{,}065}{0{,}55} = 0{,}120^{3}.$$

---

[1] Удельный вес разделения соответствует точке пересечения кривой разделения с ординатой, равной 50. *Прим. пер.*

[2] Показатель Терра характеризует точность работы обогатительной машины и определяется вероятным отклонением удельных весов фракций, попавших в продукты обогащения, от удельного веса разделения. Под вероятным отклонением *E* в теории вероятности понимают величину отклонения (ошибки) случайной величины от его среднего значения, вероятность получения которой равна 0,5, т. е. из всего количества ошибок измерений 50% будут в пределах от нуля до *E* и 50% — более *E*. *Прим. пер.*

[3] При обогащении в тяжелых средах на абсциссе кривой разделения откладывают значения удельных весов δ в нормальном масштабе; при обогащении в воде или воздухе на абсциссах откладывают значения $\delta - \delta_0$ в логарифмическом масштабе, где δ_0 — удельный вес среды.

Для выпрямления кривой, что делает удобным ее изучение, применяют вероятностную сетку, на которой ординаты вычерчены в вероятностном масштабе. Характерными распределительными числами кривой разделения в теории вероятности являются 2; 9; 25; 50; 75; 91 и 98, соответствующие целым значениям вероятного отклонения: *E*; 2*E*; 3*E*; 4*E*. По данным Французского научно-исследовательского института горной промышленности, коэффициент *J* не зависит от удельного веса разделения и для данной обогатительной машины постоянный. В приведенном здесь примере для $\delta_1 = 1{,}55$ $J = 0{,}135$, а для $\delta_2 = 2{,}0$ $J = 0{,}120$. *Прим. пер.*

4.335. Практические кривые обогатимости

Практическая диаграмма обогатимости представляет собой графическое изображение результатов нескольких процессов разделения, которые могут быть проведены на обогатительной машине при различных удельных весах разделения.

Практические кривые обогатимости [1] дают графическое изображение результатов опыта по обогащению, произведенного на опытной машине. По предложению Лемке [2] эти кривые обогатимости можно также определить по результатам анализов удельного веса и зольности рядового исходного продукта и по коэффициенту, характеризующему степень точности разделения данной промышленной машины.

В отличие от теоретической кривой обогатимости практическая кривая позволяет находить величины, ожидаемые в производственных условиях. Диаграмма обогатимости по Анри—Рейнгардту содержит:

а) кривую элементарных слоев . . . . . (λ_1-кривую)
б) кривую легкого продукта . . . . . (β_1-кривую)
в) кривую тяжелого продукта . . . . . (ν_1-кривую)

Как результат опыта по обогащению на опытной машине, так и результаты расчетов могут быть представлены практической кривой обогатимости по Майеру (М-кривая) [3].

Расчетную кривую обогатимости целесообразно дополнить практической кривой удельных весов (δ_1-кривая).

4.4. РАЗДЕЛЕНИЕ ТВЕРДОГО ВЕЩЕСТВА И ВОДЫ (МЕХАНИЧЕСКОЕ И ТЕРМИЧЕСКОЕ)

4. 41. Данные о содержании воды и твердого вещества

В исходном материале и в продуктах, получаемых из устройств для разделения твердого вещества и воды, можно определить содержание воды в весовых процессах, или содержание твердого вещества в *г/л*.

Пересчет некоторого количества материала G_1 с содержанием воды W_1 на другое количество материала G_2 с содержанием воды W_2 производится по формуле

$$G_2 = \frac{G_1 (100 - W_1)}{100 - W_2}.$$

---

[1] В терминологии, принятой в СССР нет термина для кривых обогатимости, получаемых не путем расслоения в тяжелых жидкостях, а путем расслоения угля на обогатительной машине. Мы их назвали практическими кривыми обогатимости (или опытными). *Прим. пер.*

[2] Lemke Die Errechnung der Grundlagen für das Waschkurvenbild. Glückauf, 1954, 90, 449—54.

[3] Mayer F. W. Die M-Kurve als Verwachsungs- und Waschkurve in der Kohlenaufbereitung. Bergfreiheit, 1954, 19, Heft 9, 357—64.

Таблица 6

Соотношения между содержанием твердого вещества, воды и удельным весом пульпы

1	Твердое вещество	Содержание, *г/л*	$f = 1000\delta_f \frac{\delta_t - 1}{\delta_f - 1}$*
2		по объему, %	$P_f = \frac{\delta_t - 1}{\delta_f - 1} 100 = \frac{f}{10\delta_f}$
3		по весу, %	$q_f = \frac{f}{10\delta_t}$
4	Вода	Содержание, *г/л*	$W = 1000 \frac{\delta_f - \delta_t}{\delta_f - 1} = 1000\delta_t - f$
5		по объему, %	$P_W = \frac{\delta_f - \delta_t}{\delta_f - 1} 100 = 100\delta_t - \frac{f}{10}$
6		по весу, %	$q_W = \frac{1000\delta_t - f}{10\delta_t} = 100 - \frac{100f}{1000 + f - \frac{f}{\delta_f}}$
7	Удельный вес	Пульпы, *г/см³*	$\delta_t = 1 + \frac{f(\delta_f - 1)}{1000\delta_f} = \frac{f + W}{1000}$
8		Твердого вещества, *г/см³*	$\delta_f = \frac{f}{f - 1000(\delta_t - 1)}$

* δ_f — удельный вес твердого;
δ_t — удельный вес пульпы.

4. 42. Определение эффективности процесса разделения твердого вещества и воды

4.421. Обезвоживание

Об эффективности процесса разделения твердого вещества и воды в статических установках, в центрифугах или фильтрах можно судить по таким показателям:

а) содержание воды в обезвоженном продукте в процентах по весу и по содержанию твердого вещества в дренажной или капежной воде, в фугате или фильтрате в *г/л*;

б) по выходу твердого вещества в процентах по весу от исходного.

Пример определения выхода твердого вещества при обезвоживании в центрифуге приведен в табл. 7.

Таблица 7

Центрифуга для обезвоживания мелкого угля	Общее количество воды, % по весу	Твердое вещество		Количественный выход		Выход твердого вещества $\frac{(6)^1}{[\text{конечная величина (6)}]} \cdot 100$ %
		содержание, *г/л*	удельный вес, *кг/л*	мокрый	сухой $\frac{(5)[100-(2)]}{100}$	
				% по весу от питания центрифуги (мокрого)		
Центрифугированный уголь . . .	8,3[1]	—	—	87,5	80,23	98,2
Фугат	88,5	120[1]	1,5*	12,5	1,44	1,8
Материал, поступающий в центрифугу	18,3[1]	—	—	100,0	81,67	100,0

* Величина, полученная путем замера.

По содержанию воды в исходном материале и в центрифугированном угле, а также по содержанию воды в фугате, которое вычисляют по содержанию и удельному весу твердого вещества в нем (см. уравнение 6 в табл. 6), определяют количественный выход мокрого продукта (по формуле для разделения на два продукта).

Найденный количественный выход мокрого продукта пересчитывают на сухой продукт и выражают в процентах по весу от исходного сухого продукта [1].

[1] По уравнению 6 из табл. 6 находят содержание воды в фугате

$$q_w = 100 - \frac{100 \cdot 120}{1000 + 120 - \frac{120}{1,3}} = \sim 88,3\%.$$

Выход обезвоженного продукта по формуле к пункту 4.111 составит

$$\gamma_e = \frac{18,3 - 88,3}{8,3 - 88,3} \cdot 100 = \sim 87,5\%.$$

Выход сухого продукта

$$\gamma = \frac{87,5 \cdot (100 - 8,3)}{100} = \sim 80,23\%.$$

Извлечение твердого равно $\frac{80,23}{81,67} \cdot 100 = \sim 98,2\%$. *Прим. пер.*

4.422. Сгуститель и отстойник

Качество работы сгустителей и отстойников можно характеризовать следующими показателями:

а) содержанием твердого вещества в шламе и сливе;

б) выходом твердого вещества;

в) количеством твердого, извлеченным в сгущенный продукт.

Выход твердого вещества подсчитывают аналогично примеру раздела 4.421 (табл. 8) с тем отличием, что исходят не из содержания воды, выраженного в процентах по весу, а из содержания твердых частиц, выраженного в *г/л;* если эти значения могут быть определены измерением, необходимость расчета по формуле разделения на два продукта отпадает.

Прирост количества твердого в сгущенном продукте, выраженный в *т/ч,* определяет, насколько больше твердого вещества отводится с нижним продуктом сгустителя или отстойника по сравнению с количеством твердого, поступающего с таким же объемом питания пульпы.

Таблица 8

Сгустительный циклон	Количество пульпы, $м^3/ч$	Содержание твердых частиц, *г/л*	Количество твердых частиц, *т/ч* (абсолютно сухого)	Выход твердых частиц, %
Питание	80*	125*	10	100,0
Слив	72,3*	73*	5,3	53,0
Нижний продукт	7,7*	613*	4,7	47,0
Прирост количества твердого в нижнем продукте** . .	7,7	613—125=488	3,8	—

* Величина, полученная путем замера.

**Этот показатель можно назвать иначе: „Количество твердого, извлеченного из слива". Оно очевидно, равно: $\frac{72{,}3 \cdot (125 - 73)}{1000} = 3{,}8$ *т. Прим. пер.*

4.423. Сушка

Для характеристики эффективности процесса сушки можно использовать:

а) содержание влаги в сушеном продукте и содержание твердых частиц в отходящих газах;

б) потребление тепла на испарение 1 *кг* влаги, выраженное в *ккал/кг* влаги.

4.5. РАЗДЕЛЕНИЕ ТВЕРДОГО ВЕЩЕСТВА И ВОЗДУХА (ОСАЖДЕНИЕ ПЫЛИ)

Содержание пыли в воздухе измеряется в $г/м^3$ воздуха.

Эффективность разделения твердого вещества и воздуха определяется по:

а) содержанию пыли в отходящем воздухе;

б) общей степени обеспыливания [1];

в) степени фракционного обеспыливания, определяемой по кривой обеспыливания, для построения которой данные подсчитываются так же, как и для Т-кривой [2].

4.6. ДРОБЛЕНИЕ

Исходный материал и продукт, получаемый после дробления, характеризуется гранулометрическим составом и кривыми разделения по крупности, как и при классификации.

Эффективность измельчения определяется:

а) содержанием надрешетных зерен в дробленом продукте и количеством вновь образовавшихся мелких и мельчайших зерен;

б) степенью дробления.

Степенью дробления называется отношение показателя, характеризующего поверхность дробленого продукта (определяется по диаграмме Розин — Раммлер — Беннета), к соответствующему показателю исходного продукта. При одном и том же исходном продукте степень дробления можно использовать для характеристики качества работы дробильных машин.

Рассмотрим пример:

Удельная поверхность (OKZ) исходного продукта . . . . . 2,54 *м²/кг*

Удельная поверхность (OKZ) дробленого продукта . . . . . 13,30 *м²/кг*

Степень дробления . . . . . $\frac{13,3}{2,54}=5,24$

4.7. РАСКРЫТИЕ СРОСТКОВ

При раскрытии сростков дроблением поступающий и дробленый продукты характеризуются фракционным составом, кривой удельного веса или кривой обогатимости по золе.

Эффективность раскрытия определяют по:

а) разности содержания сростков (например, фракций уд. веса 1,5—1,8) в поступающем и дробленом продуктах;

б) степени раскрытия.

Степенью раскрытия называется степень уменьшения содержания сростков, выраженная в процентах.

---

[1] VDI-Richtlinien. Leistungsversuche an Entstaubern, 2 Ausgabe, Düsseldorf. Deutscher Ingenieur-Verlag, 1949, 35 Seiten.

[2] Mayer F. W. Die Entstaubungsgradkurve, ihr Wesen und ihre Anwendung auf die Verfeinerung der Gewährleistungen bei Entstaubern. Staub, 1952, 28, 15—30.

Поступающий продукт	Измельченный продукт
20% угля	30% угля
60% сростков	40% сростков
20% породы	30% породы
100%	100%
Степень раскрытия	$\frac{60-40}{60}100 = 33{,}3\%$

4.8. СМЕШЕНИЕ

Эффективность смешения определяют величиной отклонений таких показателей, как поверхностная влажность, зольность, гранулометрический состав; при этом предполагается, что смешиваемые составные части берутся в постоянных количествах и имеют неизменные свойства [1].

5. ПРИМЕРНЫЕ КАЧЕСТВЕННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ДЛЯ ПРОДУКТОВ ОБОГАЩЕНИЯ

Приведенные ниже примерные качественные показатели, соответствующие настоящему состоянию техники, вполне достижимы при нормальном производственном процессе в условиях, которые можно рассматривать как нормальные для Рурского бассейна. Они действительны для исходного материала, качество которого может колебаться в определенных пределах.

5.1. КЛАССИФИКАЦИЯ

Приведенные ниже данные относительно содержания надрешетных и подрешетных зерен являются сопоставимыми.

Все данные относятся к контрольному размеру зерна.

5. 11. Классификация в сортировках

Разделение материала на два продукта, например грохочение рядового угля:

рядовой крупный уголь — 2% подрешетного зерна;

рядовой обогащаемый уголь — 2% надрешетного.

Разделение материала на несколько продуктов: при поверхностной влажности зерен крупностью менее 1 *мм* рядового добытого угля (или рядового мелкого угля) до 3%, без наличия усложняющих факторов [2], как, например, содержание глины или солей, со-

[1] Возможный метод определения эффективности смешения предложен в докладе Daniels B. Kennzeichnung der Mischgüte von Mischeinrichtungen in der Steinkohlenaufbereitung. Vortrag, gehalten auf dem 2. Internationalen Aufbereiter-Kongreß im September, 1954 in Essen. Bericht Nr. A IV 1.

[2] Наличие усложняющих факторов принимается в том случае, если в поступающем продукте класс 0,075 *мм* имеет зольность свыше 25% и если в этом классе содержится более 20% зерна крупностью 1 *мм*.

держание дефектных зерен не должно превышать приведенных ниже значений.

Таблица 9

Класс	Содержание дефектных зерен		Класс	Содержание дефектных зерен	
	подрешетные зерна, %	надрешетные зерна, %		подрешетные зерна, %	надрешетные зерна, %
Крупный уголь	2	—	Орех III (18—30 *мм*)	4	2
Кулак (80—120 *мм*)	2	4	Орех IV (10—18 *мм*)	6	3
Орех I (50—80 *мм*)	2	3	Орех V (6—10 *мм*)	8	4
Орех II (30—50 *мм*)	3	2	Мелочь (0—6 *мм*)	—	5

5. 12. Классификация в мойках

5.121. Подготовительная классификация

Приведенные ниже значения действительны для рядового обогащаемого угля крупностью 120 (80)—0 *мм*, в котором содержание мелочи размером от 0 до 10 *мм* составляет 40—60%.

Таблица 10

Разделение на два продукта*

Крупность продукта грохочения, *мм*	Средняя поверхностная влажность зерен менее 1 *мм***			
	до 3%		до 6%	
	Подрешетный продукт, % по весу	Надрешетный продукт, % по весу	Подрешетный продукт, % по весу	Надрешетный продукт, % по весу
+10	4	—	7	—
—10	—	6	—	6
+6	5	—	8	—
—6	—	6	—	6

* Значения действительны для материала без избыточного содержания глинистых частиц или солей.

** Средние значения для всех разовых проб. Если влажность разовых проб будет свыше 6%, то такие пробы отбрасываются.

Таблица 11

Разделение на три продукта*

Крупность продукта грохочения, *мм*	Средняя поверхностная влажность зерен менее 1 *мм***			
	до 3%		до 6%	
	Подрешетный продукт, % по весу	Надрешетный продукт, % по весу	Подрешетный продукт, % по весу	Надрешетный продукт, % по весу
+30	3	—	4	—
10—30	5	4	7	4
—10	—	6	—	6
+25	4	—	5	—
6—25	7	4	9	4
—6	—	6	—	6

* См. сноску к табл. 10
** См. сноску к табл. 10

5.122. Окончательная классификация

Таблица 12

Класс	Содержание дефектных зерен		Класс	Содержание дефектных зерен	
	подрешетные зерна, %	надрешетные зерна, %		подрешетные зерна, %	надрешетные зерна, %
Кулак (80—120 *мм*)	2	—	Орех IV (10—18 *мм*)	6	3
Орех I (50—80 *мм*)	2	3	Орех V (6—10 *мм*)	8	4
Орех II (30—50 *мм*)	3	2	Мелочь ореха (0—6 *мм*)	—	5
Орех III (18—30 *мм*)	4	2			

5.123. Погрузка

Приведенные данные относятся к пробам, которые отбирают из надрешетного продукта контрольного (подсевного) грохота.

Таблица 13

Кулак 80—120 *мм*	Не более 5% подрешетного зерна	менее 80 *мм*
	„ „ 0,5% отсева крупностью	0—6 *мм*
Орех I 50—80 *мм*	„ „ 6% подрешетного зерна	менее 50 *мм*
	„ „ 0,5% отсева крупностью	0—6 *мм*
Орех II 30—50 *мм*	„ „ 7% подрешетного зерна	менее 30 *мм*
	„ „ 1,0% отсева	0—6 *мм*
Орех III 18—30 *мм*	„ „ 8% подрешетного зерна	менее 18 *мм*
	„ „ 2,0% отсева	0—6 *мм*
Орех IV 10—18 *мм*	„ „ 9,0% подрешетного зерна	менее 10 *мм*
	„ „ 3,0% отсева	0—6 *мм*
Орех V 6—10 *мм*	„ „ 10% подрешетного зерна	менее 6 *мм*

5.124. Выделение пыли крупностью 0—0,5 мм из рядовой угольной мелочи крупностью 0—10(6) мм

Таблица 14

f_a, %	При поверхностной влажности зерен менее 1 *мм*, равной					
	до 3% (пылеобразующий продукт, воздушно-сухой)		до 4.5% (почти без пылеобразования, может течь)[1]		до 6% (склонна к комкованию)[1]	
	f_e, %	g_s, %	f_e, %	g_s, %	f_e, %	g_s, %
Менее 15	2	20	3	22	7	25
15 до 20	3	19	4	21	9	24
Более 20	4	18	5	20	11	23

f_a — содержание мелочи в поступающем продукте;
f_e — » » в обеспыленном или в обесшламленном продукте;
g_s — » крупных частиц в отделенной пыли или шламе.

[1] См. сноску к табл. 11.

5.125. Предварительное обесшламливание мокрым грохочением необеспыленной рядовой угольной мелочи путем обрызгивания ее осветленной или свежей водой

Таблица 15

f_a, % −0,5 *мм*	f_e, % −0,5 *мм*	g_s, % +0,5 *мм*
менее 15	4	20
15—20	5	19
более 20	6	18

5. 126. Выделение крупного шлама грохочением с обрызгиванием его осветленной или свежей водой

Таблица 16

f_a, %		f_e, %		g_s, %	
−0,5 *мм*	40—60	−0,5 *мм*	15	+0,5 *мм*	15

5.2. ОБОГАЩЕНИЕ

Приведенные примерные показатели относятся к контрольным удельным весам, лежащим в таких пределах.

Таблица 17

Диапазон крупности	Пределы контрольных удельных весов при разделении	
	уголь/промежуточный или средний продукт	промежуточный или средний продукт/порода
Крупные и средние зерна	1,45 до 1,55	1,8 до 1,9
Мелкие зерна	1,45 до 1,55	1,8 до 2,0

Для крупного зерна контрольный удельный вес разделения угля и промежуточного продукта выбирается в таких пределах, чтобы оставшиеся в угле средние фракции не отражались на его внешнем виде и не повышали его среднюю зольность выше допустимого предела. Поэтому в качестве контрольных удельных весов для разделения смеси уголь | промпродукт выбирают такие значения, при которых зольность в демаркационной фракции[1] находится в пределах 15—25%. Для разделения смеси промежуточный продукт | порода выбирают такое значение контрольного удельного веса, при котором зольность демаркационной фракции составляет 60—65%. Для мелкого зерна контрольные удельные веса для отсечки уголь | промежуточный продукт выбирают в первую очередь по средней зольности.

Качество получаемых продуктов обогащения зависит от крупности и фракционного состава исходного продукта.

Ниже приведены пределы крупности и фракционный состав исходного продукта и пределы допустимого содержания посторонних фракций в конечных продуктах.

5. 21. Крупное и среднее зерно

5.211. Пневматическое обогащение

(класс 10—50 *мм*)

Таблица 18

Продукты	Содержание чистого угля, %	Содержание промежуточных фракций, %	Содержание чистой породы, %
Обогащенный уголь	От 94 до 96	От 6 до 4	
Промежуточный, или средний, продукт .	Максимум 60	Минимум 20	Максимум 20
Порода	От 10 до 8		От 90 до 92

[1] Бесконечно-малая фракция, удельный вес которой равен удельному весу разделения. *Прим. ред.*

5.212. Мокрое обогащение на отсадочных машинах

Таблица 19

Крупность, мм	Исходный продукт: Содержание промежуточных фракций, %	Исходный продукт: Содержание породных фракций, %	Обогащенный уголь: Содержание промежуточных фракций, %	Обогащенный уголь: Содержание чистой породы, %	Промежуточный или средний продукт: Содержание промежуточных фракций, %	Порода: Содержание чистого угля, %	Порода: Содержание промежуточных фракций, %
120 | 10 (6)	Около 4	40	2,0	0,1	55	0,3	2,5
		1	—	—	—	—	—
		20	2,5	0,1	50	0,2	3,5
	Около 8	40	2,5	0,1	60	0,4	3,0
		1	—	—	—	—	—
		20	3,0	0,1	55	0,3	4,0
	Около 12	40	3,0	0,2	65	0,5	3,5
		1	—	—	—	—	—
		20	4,0	0,2	60	0,4	4,5

5.213. Обогащение в сепараторах с тяжелой средой

Таблица 20

Крупность, мм	Исходный продукт: Содержание промежуточных фракций, %	Исходный продукт: Содержание чистой породы, %	Обогащенный уголь: Содержание промежуточных фракций, %	Обогащенный уголь: Содержание чистого угля, %	Промежуточный или средний продукт: Содержание промежуточных фракций, %	Порода: Содержание чистого угля, %	Порода: Содержание промежуточных фракций, %
120 | 10 (6)	Около 4	40	0,9	0	85	0	1,2 (—2,8)*
		1					
		20	1,1	0	78	0	1,4 (3,0)
	Около 10	40	1,2	0	88	0	1,5 (3,0)
		1					
		20	1,4	0	82	0	1,9 (3,5)
	Около 16	40	1,5	0	91	0	1,8
		1					
		20	2,0	0	86	0	2,2

* Цифры в скобках относятся к обогащению в струйчатом аппарате.

5. 22. Мелкое зерно

5.221. Сухое (пневматическое) обогащение на отсадочных машинах или столах

Таблица 21

Продукты	Крупность, *мм*	Содержание чистого угля, %	Содержание промежуточных фракций, %	Содержание чистой породы, %
Обогащенный уголь	От 3 до 10	От 95 до 97	От 3 до 5	
Промежуточный, или средний, продукт	От 3 до 10	←85→		15
Порода	От 3 до 10	От 5 до 8		От 92 до 95
Обогащенный уголь	От 0,5 до 3	От 93 до 95	От 5 до 7	
Промежуточный, или средний, уголь	От 0,5 до 3	→85→		15
Порода	От 0,5 до 3	←4→		96

5.222. Мокрое обогащение на отсадочных машинах

Основная промывка

Таблица 22

Исходный продукт			Обогащенный уголь		Промежуточный или средний продукт	Порода	
Крупность, *мм*	Содержание промежуточных фракций, %	Содержание чистой породы, %	Содержание промежуточных фракций, %	Содержание чистой породы, %	Содержание промежуточных фракций, %	Содержание чистого угля, %	Содержание промежуточных фракций, %
От 0,5 до 10 От 0,5 до 6	Около 4	От 10 до 20	2,2 2,4	0,3 0,5	30 27	0,5 0,6	3,0 3,5
	Около 8	От 10 до 20	2,5 2,8	0,5 0,6	32 28	0,5 0,6	3,5 4,0
	Около 12	От 10 до 20	3,4 3,8	0,6 0,7	35 30	0,6 0,8	4,0 4,5

Контрольная промывка

Таблица 23

Исходный продукт		Обогащенный уголь		Промежуточный, или средний, продукт	Порода	
Крупность, *мм*	Содержание промежуточных фракций, %	Содержание промежуточных фракций, %	Содержание чистой породы, %	Содержание промежуточных фракций, %	Содержание чистого угля, %	Содержание промежуточных фракций, %
От 0,5 до 10	Около 30	5 6	1 1	48 45	0,5	6
От 0,5 до 6	Около 35	6,5 7,5	1,5 1,5	52 50	0,8	7
	Около 40	8 9	2 2	55 53	1,0	8

5.223. Обогащение в сепараторах с тяжелой средой

Основная промывка

Таблица 24

Исходный продукт			Обогащенный уголь		Промежуточный, или средний, продукт	Порода	
Крупность, *мм*	Содержание промежуточных фракций, %	Содержание чистой породы, %	Содержание промежуточных фракций, %	Содержание чистой породы, %	Содержание промежуточных фракций, %	Содержание чистого угля, %	Содержание промежуточных фракций, %
От 0,5 до 10 От 0,5 до 6	8 8	15 15	2,0 2,2	0,1 0,1	82 80	0,1 0,1	2,7 3,0
	10 10	20 20	2,5 2,7	0,1 0,1	84 83	0,1 0,1	2,7 3,0
	15 15	25 25	3,0 3,2	0,1 0,1	85 84	0,1 0,1	2,7 3,0

Контрольная промывка для обогащения частиц от 0,5 до 10 *мм*

Таблица 25

Исходный продукт		Обогащенный уголь		Промежуточный, или средний, продукт	Порода	
Крупность, *мм*	Содержание промежуточных фракций, %	Содержание промежуточных фракций, %	Содержание чистой породы, %	Содержание промежуточных фракций, %	Содержание чистого угля, %	Содержание промежуточных фракций, %
От 0,5 до 10	От 25 до 35	От 3,0 до 3,5	0,1	От 80 до 84	0,1	От 3,0 до 3,5

5. 23. Обогащение мельчайших зерен

Исходный продукт для флотации:
отсутствие зерен крупнее 1 *мм*, не больше 35% зерен менее 0,1 *мм;*
зольность от 20 до 30%,
Флотационный концентрат:
зольность не более 7,5%.
Флотационные хвосты:
зольность не менее 70% (если не выделяется средний продукт).

5.3. РАЗДЕЛЕНИЕ ТВЕРДЫХ ЧАСТИЦ И ВОДЫ

Приведенные ниже значения влажности дают общую влажность для углей, внутренняя влажность которых составляет 1%.

Предполагается хорошая сепарация[1] и нормальное содержание твердых частиц в моечной воде.

[1] Имеется, по-видимому, в виду предварительное выделение пыли сухим или мокрым путем. *Прим. пер.*

5. 31. Предварительное обезвоживание обогащенной угольной мелочи

Таблица 26

Устройство для предварительного обезвоживания	Содержание зерен		Общее содержание влаги в обезвоженном продукте, %
	менее 0,5 *мм* в обезвоженном продукте, %	более 0,5 в выделенной воде, %	
Подвижные сита, включая предварительный сброс	От 3 до 6	От 12 до 18	От 20 до 28
Обезвоживающий ковшовый элеватор	От 5 до 10	От 3 до 5	От 25 до 35
Радиальное сито, включая предварительный сброс	От 4 до 8	От 5 до 10	От 30 до 35

5. 32. Обезвоживание мелкозернистого продукта

*5. 321. Заливные бункера**

Время отстоя 24 *ч*

Таблица 27

Содержание частиц менее 0,5 *мм* в поступающем продукте, %	Содержание влаги в классе	
	менее 10 *мм*, %	менее 6 *мм*, %
До 5	10	12
» 10	11	13
» 15	12	14

* Обезвоживание в бункерах более не применяется в СССР из-за незначительной эффективности этого процесса. *Прим. пер.*

5.322. Обезвоживающие бункера для обогащенной угольной мелочи

Время отстоя 24 *ч*

Таблица 28

Содержание частиц менее 0,5 *мм* в поступающем продукте, %	Содержание влаги в классе	
	менее 10 *мм*, %	менее 6 *мм*, %
До 4	9	11
„ 6	10	12
„ 9	11	13

Обезвоживающие бункера для промежуточного мелкого продукта

Время отстоя 24 *ч*

Таблица 29

Содержание частиц менее 0,5 *мм* в поступающем продукте, %	Содержание влаги в классе	
	менее 10 *мм*, %	менее 6 *мм*, %
До 5	10	12
„ 10	12	14
„ 15	14	16

5.323. Центрифуги для обезвоживания угольной мелочи

Приведенные ниже примерные показатели относятся к углю средней твердости.

Таблица 30

Содержание частиц* менее 0,5 *мм* в поступающем продукте, %	Содержание воды в обезвоженном угле, %	Выход твердого продукта, %
До 5	От 5 до 6	От 96 до 97
„ 10	„ 6 „ 7	„ 94 „ 95
„ 15	„ 7 „ 8	„ 92 „ 93

* Наряду с крупностью зерен на результаты влияет также влажность питания.

5. 33. Обезвоживание мельчайших зерен угля

5.331. Фильтр

Исходный продук: флотационный концентрат.
Содержание твердых частиц не менее 350 *г/л*.
Содержание частиц менее 0,1 *мм* не более 30% по весу.
Кек фильтра: содержание влаги 22%.
Фильтрат: содержание твердых частиц не более 12 *г/л*.

Извлечение твердых частиц 98%.
Удельная производительность 0,7 *т/м²·ч.* (на абсолютно сухой продукт).
Исходный продукт: рядовой шлам, не содержащий глины.
Зольность твердых частиц 12—16%.
Содержание твердых частиц 450—550 *г/л.*
Содержание частиц менее 0,1 *мм* не более 40% по весу.
Кек фильтра: содержание влаги 21—23%.
Фильтрат: содержание твердых частиц не более 15 *г/л.*
Извлечение твердых частиц 97%.
Удельная производительность от 0,7 до 0,5 *т/м²·ч* (на абсолютно сухой продукт).
Исходный продукт: рядовой шлам, содержащий глину.
Зольность твердых частиц 18—30%.
Содержание твердых частиц 450—550 *г/л.*
Содержание частиц менее 0,1 *мм* не более 40% по весу.
Кек фильтра: содержание влаги 25—26%.
Извлечение твердых частиц 94%.
Удельная производительность от 0,4 до 0,3 *т/м²·ч* (на абсолютно сухой продукт).

5.332. Шламовые центрифуги

Центрифуги с верхней разгрузкой (срезывающим ножом)
Исходный продукт:
Зольность твердых частиц до 20%.
Содержание твердых частиц 300—400 *г/л.*
Содержание частиц менее 1 *мм* 25—30% по весу.
Обезвоженный шлам: содержание влаги 13—18%.
Фугат: содержание твердых частиц примерно 90 *г/л.*
Извлечение твердых частиц не ниже 85%.

Центрифуги вибрационные. Исходный продукт:
Зольность твердых частиц 25—30%.
Содержание твердых частиц 600—700 *г/л.*
Содержание частиц менее 1 *мм* 25—30% по весу.
Обезвоженный шлам: содержание влаги 12—16%.
Фугат: содержание твердых частиц примерно 40 *г/л.*
Извлечение твердых частиц 96—98%.

Центрифуги со шнековой разгрузкой Исходный продукт:
Зольность твердых частиц 20—25%.
Содержание твердых частиц 500—600 *г/л.*
Содержание частиц менее 1 *мм* 25% по весу.
Обезвоженный шлам: содержание влаги 10—13%.
Фугат: содержание твердых частиц примерно 200 *г/л.*
Извлечение твердых частиц 75%.

5. 34. Сушка

Исходный продукт: кек фильтра с общей влажностью примерно 22%.

Средняя производительность 10 *т/ч* (по абсолютно сухому продукту).

Подсушенный шлам: общая влажность 5%.

Отходящие газы: содержание твердых частиц перед мокрым сепаратором от 1 до 1,5 *г/м*^{3}.

Содержание твердых частиц после мокрого сепаратора не выше 0,15 *г/м*^{3}.

5.4. МОЕЧНАЯ И СБРАСЫВАЕМАЯ ВОДА

5. 41. Осветленная моечная вода

Содержание твердых частиц 40—60 *г/л*.

5. 42. Сбрасываемая вода

Воды, выпускаемые из мойки и из наружных осветительных установок во внешние водоемы, не должны содержать твердых частиц более, чем это допустимо по нормам санитарной инспекции.

5.5. ОЧИСТКА ПОМЕЩЕНИЯ ОТ ПЫЛИ

Количество пыли, оседаемой на горизонтальной поверхности, не должно превышать 5 *г* на 1 *м*^{2} в течение 24 *ч*. Отходящий воздух при сухом механическом пылеулавливании должен содержать не больше 0,15 *г* пыли на 1 *м*^{3}.

5.6. ДРОБЛЕНИЕ

5. 61. Дробление кускового угля

Содержание кусков более 80 (120) *мм* не должно превышать 5% по весу.

Содержание зерен менее 10 *мм* не должно превышать 20 (15) % по весу.

5. 62. Дробление ореха

5.621. Получение мелких сортов ореха из крупного ореха

Содержание кусков размером более 30 *мм* не должно превышать 20% по весу.

Содержание зерен размером менее 10 *мм* не должно превышать 25% по весу.

5. 622. Получение угля для коксования из ореха

Содержание кусков размером более 10 *мм* не должно превышать 5% по весу.

5.63. Дробление крупного промежуточного продукта до размера менее 25 *мм*

Содержание кусков размером более 30 *мм* не должно превышать 3% по весу. Вновь образующейся мелочи крупностью менее 1 *мм* должно быть не более 12% по весу.

5.7. РАСКРЫТИЕ СРОСТКОВ

Дробление промежуточного продукта, представляющего собой в основном крупные сростки (10—80 *мм*), на куски менее 10 *мм*.

Степень раскрытия должна быть не менее 30%.

Дополнительно образовавшихся мельчайших зерен (менее 0,5 *мм*) должно быть не более 15% по весу.

5.8. УГОЛЬ ДЛЯ КОКСОВАНИЯ

Значения, приведенные в табл. 31, взяты в предположении, что при больших колебаниях качеств рядового угля будет предусмотрена шихтовка поступающего угля для достижения достаточно однородного продукта.

Таблица 31

Показатель	Допустимые колебания
Содержание влаги, %	75% измеренных значений не должно отклоняться более чем на ± 0,5% от номинального значения*
Зольность, %	75% измеренных значений не должно отклоняться более чем на ± 0,3% от номинального значения**
Показатель, характеризующий поверхность, $м^2/кг$	± 0,5 $м^2/кг$

* Между загрузками печи.
** Среднесуточное.

6. СПЕЦИАЛЬНЫЕ УКАЗАНИЯ ПО ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМУ КОНТРОЛЮ

6.1. КОНТРОЛЬ ЗА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМ ПРОЦЕССОМ

Задача контроля за технологическим процессом заключается в том, чтобы установить соответствие между методами переработки и качеством рядового угля, а также требованиями рынка и возможностью использования продуктов в собственном производстве. При этом машины и установки должны соответствовать исходному продукту и целям переработки и должны правильно использоваться. Необходимо знать свойства исходного материала, а также про-

межуточного и конечного продуктов и их количества. Необходимо следить за равномерной загрузкой машин и установок.

6.2. КОНТРОЛЬ ЗА КАЧЕСТВОМ ИСХОДНОГО МАТЕРИАЛА

Контроль за качеством исходного материала охватывает рядовой, выдаваемый на поверхность уголь отдельных участков, рядовой крупный уголь и рядовой обогащаемый уголь. По результатам этого контроля дают заключение о гранулометрическом составе материалов, о его структуре по удельному весу, а также об основных технологических свойствах. Результаты контроля являются руководящими при регулировании обогатительного оборудования, а также при проектировании.

6. 21. Исследования рядового (валового) угля

Повторные исследования рядового, выданного на поверхность угля отдельных выемочных участков определяют свойства угля каждого пласта как исходного продукта, а также его изменения и, таким образом, дают важные указания относительно способов его выемки.

6. 22. Исследование рядового обогащаемого угля

(табл. 32, п. 8)

Для исследования рядового обогащаемого угля отбирают среднесуточные пробы; результаты исследования этих проб определяют средние свойства рядового обогащаемого угля, как исходного материала.

6.3. КОНТРОЛЬ ЗА КАЧЕСТВОМ ПРОДУКТОВ ПЕРЕРАБОТКИ

Контроль поступающего материала и выдаваемых продуктов отдельных машин выполняют по форме табл. 32. В основном для конечного продукта на выходе обогатительной установки берут средние пробы за смену или за сутки, в то время как промежуточный продукт контролируют главным образом при помощи проб, отбираемых на машине примерно через 2—3 *ч*. Кроме того, необходимо иметь в виду следующее:

6. 31. Кусковой уголь

(табл. 32, п. 1)

Систематическое исследование свойств кускового угля (плиты) производят только в специальных случаях, так как при этом приходится брать очень большие пробы. Поэтому текущий контроль ограничивается вспомогательным взятием проб, а суждение о них делается на основе визуального осмотра.

Таблица 32

Предложения по контролю за технологическим процессом

Пункт	Исходный и конечный продукты обогатительной машины	Ежедневное исследование на	Исследование через нерегулярные промежутки времени и в особых случаях
1	2	3	4
1	Кусковой уголь (плита)	Зольность	Температура плавления золы
2	Кулак и орех	Зольность	Контрольное грохочение
3	Обогащенный мелкий уголь	Зольность	Сера, летучие вещества
4	Уголь для коксования	Зольность, общее содержание влаги	Сера, летучие вещества, спекаемость, однородность (качество шихтовки)
5	Уголь для брикетирования	—	Однородность
6	Угольные смеси для котельных	Зольность, общее содержание влаги	Ситовый анализ, условия плавления золы, однородность шихты
7	Общая порода мойки	Ситовый и фракционный анализ	—
8	Рядовой валовой уголь	—	Соответственно „Архиву пластов" (Flözarchiv, стр. 38/39*)
9	Порода и сростки, отбираемые из угля вручную	—	Фракционный анализ
10	Рядовой обогащаемый уголь	—	Ситовый и фракционный анализы, анализ на зольность
11	Продукты, получаемые после подготовительной классификации (машинные классы)	—	Ситовый анализ**
12	Обеспыленный мелкий рядовой уголь	Контрольное грохочение на 0,5 *мм*	—
13	Пыль	Зольность, общее содержание влаги	Ситовый анализ. Анализ на зольность
14	Продукты каждой обогатительной машины:	Фракционный анализ	Фракционный анализ. Анализ на зольность***
	Подрешетный машинного класса (обогащение крупных и средних классов)	—	Фракционный анализ
	Подрешетный машинного класса (обогащение мелких классов)	Зольность	—
	Мельчайшая порода (например, после флотации)	Зольность	Ситовый анализ. Анализ на зольность —
15	Исходный и конечный продукты дробильных машин	—	Степень дробления, степень раскрытия зерен
16	Мелкий орех	—	Зольность, ситовый анализ

* Richtlinien und Vorschläge zur Anlegung des Flözarchivs fün den Steinkohlenbergbau. Verlag Glückauf, Essen, 1953. 87 S.

** Gleichzeitige Untersuchung der Aufgabe ist zweckmäbig.

*** Целесообразно одновременно производить исследование поступающего продукта.

Продолжение табл. 32

Пункт	Исходный и конечный продукты обогатительной машины	Ежедневное исследование на	Исследование через нерегулярные промежутки времени и в особых случаях
1	2	3	4
17	Предварительно обезвоженный крупный шлам	Зольность	Сера, летучие
18	Обезвоженный уголь в бункерах и центрифугах	Зольность, общее содержание влаги	Сера, летучие
19	Мелкий шлам	Зольность, общее содержание влаги	Сера, летучие
20	Фильтрат и фугат	Содержание твердых частиц	Ситовый анализ. Анализ на зольность, Содержание твердых частиц, зольность
21	Сгущенный продукт осветляющих устройств	—	Содержание твердых частиц, зольность
22	Моечная вода. Сбрасываемая вода	Содержание твердых частиц, содержание осадка	Определение содержания поваренной соли

6. 32. Орех

(табл. 32, п. 2)

Отбор проб от каждого сорта ореха производят во время его погрузки и по возможности делят между обеими сменами. Если оказывается, что зольность одного из сортов достаточно точно соответствует зольности всего угля сорта «Орех», то отбор проб и проведение исследований можно ограничить только одним этим сортом. Остальные сорта «орех» исследуют в этом случае только время от времени.

6. 33. Общая порода мойки

(табл. 32, п. 7)

Средние пробы, отбираемые при погрузке породы, просушивают, просеивают через сито 10 *мм* и 0,5 *мм*, а затем классы +10 *мм* и 10—0,5 *мм* расслаивают по контрольным удельным весам.

6.4. КОНТРОЛЬ ЗА КОЛИЧЕСТВОМ ПРОДУКТОВ ПЕРЕРАБОТКИ

Конечный продукт необходимо взвешивать; исходный продукт следует взвешивать. Если невозможно осуществить прямое взвешивание конечного продукта, можно установить ленточные весы.

Определение валовой и товарной добычи осуществляют согласно указаниям BÜ 14 [1].

[1] Bergbau-Standard-Vordruck. «Ermittlung der Förderung». Verlag. Glückauf. Essen, 1952, 19, 12.

6.5. КОНТРОЛЬ ЗА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ПОКАЗАТЕЛЯМИ МАШИН И УСТАНОВОК

Контроль за технологическими показателями машин и установок дает возможность определить ошибки в работе этих машин. Работу машин для этого исследуют при нормальной рабочей нагрузке и при режиме, соответствующем качеству исходного продукта. Оценку производят в соответствии с указаниями раздела 4.

Проводя повторные исследования через определенные промежутки времени и сопоставляя результаты, можно контролировать равномерность технологических показателей.

7. СПЕЦИАЛЬНЫЕ УКАЗАНИЯ ПО КОНТРОЛЮ ЗА ОБОРУДОВАНИЕМ И ЗА РАСХОДАМИ НА ОБОГАЩЕНИЕ

7.1. КОНТРОЛЬ ЗА ОБОРУДОВАНИЕМ

Контроль за всем машинным оборудованием должен служить для того, чтобы осуществить по возможности бесперебойный и равномерный ход производства, а также для того, чтобы определить те процессы и оборудование, которые работают с неоправданно высокими расходами.

7. 11. Устранение неполадок производства

Для того чтобы устранить нарушение производственного процесса, необходим хороший уход за машинами и установками (чистка и смазка). До начала каждой смены обслуживающий персонал и надзор должны убедиться в нормальном состоянии установок. На протяжении смены также должен осуществляться текущий контроль. В то время, когда работы по обогащению не производятся, необходимо осуществлять особо внимательный контроль за состоянием оборудования, чтобы своевременно привести все в порядок, во избежание возможной аварии. Рекомендуется составлять месячный план, в котором должно быть указано, какая машина подлежит контролированию в тот или иной день месяца. Проведенный контроль за состоянием оборудования, обнаруженные недостатки и необходимые или уже проведенные виды ремонта должны быть письменно зафиксированы.

7. 12. Вспомогательные средства для контроля за оборудованием и производственными расходами

Текущий контроль за расходами на ремонт дает возможность определить для каждой машины необходимый комплект запасных частей, произвести сопоставление различных машин и аппаратов, а также получить данные, необходимые для проектирования.

Для этой цели рекомендуется использовать машинную картотеку, которая содержит все заслуживающие внимания технические данные и в которую заносят все сведения о расходе материалов и рабочей силы в процессе эксплуатации машины.

Такая картотека состоит из отдельных карточек, каждая из которых содержит данные о расходах на содержание и ремонт той или иной отдельной машины.

Для того чтобы иметь хорошее представление о состоянии оборудования и расходов, каждая участвующая в производстве машина, внесенная в картотеку, должна иметь обозначение и номер.

Карта машины (форма 18) на лицевой стороне содержит основные технические данные, а также все данные, необходимые для заказа запасных частей. На оборотной стороне записывают все сведения о проводимых ремонтах. Карта расходов на ремонт (форма 19) содержит все данные о расходе времени и материалов на ремонтные работы.

Машинные и ремонтные карты могут быть распределены по следующим производственным группам и рабочим процессам [1]:

Грохочение:

Грохочение рядового кускового угля.
Обогащение кускового угля.
Погрузка кускового угля.
Отборка промежуточного продукта (сростков).
Пылеулавливание.
Транспорт в сортировке (например, отобранной породы и сростков).

Мойка:

Рабочие процессы для всего рядового обогащаемого угля:

Подача на мойку.
Подготовительная классификация.

Переработка крупного зерна:

Обогащение крупного зерна.
Окончательная классификация.
Погрузка ореха.

Переработка мелкого зерна:

Отделение пыли.
Обогащение мелкого зерна.
Обезвоживание мелкого зерна.
Предварительное обезвоживание.
Основное обезвоживание.
Смесительные установки для коксующегося угля.
Погрузка угольной мелочи.

Дальнейшая переработка промежуточного продукта:

Раскрытие сростков.
Последующее обогащение.
Обезвоживание среднего продукта.
Погрузка среднего продукта.

Переработка мельчайшего угля:

Обогащение мельчайших зерен.

---

[1] Flehmig S. Der spezifische Aufwand in der Steinkohlenaufbereitung. Bergbau-Archiv, 1951, Bd 13, 26—49.

Грохочение крупного шлама.
Обезвоживание мелкого шлама.

Общие рабочие процессы:

Пылеулавливание.
Осветление и циркуляция моечной воды.
Бункеризация.
Погрузка породы.
Разгрузка бункеров рядового угля.
Транспорт в пределах обогатительной фабрики.
Прочие.

Для того чтобы была возможность произвести сопоставление с другими установками, транспортные устройства только в том случае относятся к тому или иному рабочему процессу, если они непосредственно входят в соответствующую систему (например, ковшовый элеватор отсадочной машины). Все остальные обычные транспортные устройства сводятся в группу «Транспорт в сортировке» или «Транспорт внутри обогатительной фабрики».

Для контролирования остальных производственных расходов необходимо вести ежедневный учет в соответствии с формой 20. На основании общей суммы расходов за месяц и месячной производительности определяют удельные расходы и заносят в форму 21.

7. 13. Данные по производственным расходам различных обогатительных установок

В табл. 33 и 34 содержатся данные по удельным производственным расходам для различных обогатительных установок. Они относятся к средней номинальной производительности обогатительной установки при работе в две смены.

Таблица 33

Удельное потребление свежей воды

Номинальная производительность, 250—600 *т/ч*	Свежей воды, *л/т* рядового обогащаемого угля*
Без флотации с возвратом светлой**воды, без примесей глины и солей	От 70 до 100
Без флотации и возврата светлой воды, без примесей глины и солей	От 150 до 200
Без флотации и возврата светлой воды, при значительном содержании глины и солей	От 200 до 400
Без флотации и возврата светлой воды, при большом содержании глины и солей, с предварительной дешламацией	От 400 до 600
С флотацией шлама, без возврата светлой воды из хвостохранилищ	От 400 до 600
С флотацией всех мельчайших фракций и частичным возвратом светлой воды из хвостохранилищ	От 600 до 800

* При обогащении крупного зерна в тяжелых средах с использованием в качестве утяжелителя дробленой породы удельный расход свежей воды возрастает на 100—200 *л/т* поступающего продукта.

** Значение термина „светлая вода" см. раздел 1. 123. В данном случае следует понимать светлую воду из прудов, наружных отстойников и т. п. *Прим. пер.*

Таблица 34

Удельные расходы рабочей силы и средств производства для различных обогатительных фабрик

Обогатительные фабрики, оборудованные	Расход энергии, (*квт·ч/т*, поступающего на фабрику угля)	Рабочая сила по: эксплуатации (без железнодорожного персонала), *чел-сутки*	Рабочая сила по: ремонту *чел-сутки*	Флотореагенты (*кг/т*) поступающего на флотацию продуктов	Утяжелитель (*кг/т*) поступающего на сепаратор продукта
Номинальная производительность, 250—600 *т/ч*					
1	2	3	4	5	6
Заливными бункерами . .	От 1,5 до 2,5			—	
Заливными бункерами и фильтрами	От 2,0 до 3,0	От 35 до 45	От 8 до 15	—	
Обезвоживающими бункерами и фильтрами . .	От 2,5 до 3,5			—	
Центрифугами для обезвоживания мелочи и фильтрами	От 3,0 до 4,0	—	—	—	Для крупного угля от 0,3 до 0,7
Центрифугами для обезвоживания угольной мелочи, а также флотацией и фильтрами для шлама	От 3,5 до 4,5	От 45 до 55	От 10 до 20	От 0,4 до 1,0	Для мелкого угля от 1,2 до 2,0 при использовании утяжелителя с удельным весом 4,0
Центрифугами для обезвоживания угольной мелочи, а также флотацией и фильтрацией для всего мелкого угля . . .	От 4,0 до 5,0	—	—	от 0,4 до 1,0	

7.2. КОНТРОЛЬ ЗА РАСХОДАМИ НА ОБОГАЩЕНИЕ

Для определения экономичности производства необходимо знать величину эксплуатационных расходов.

7. 21. Величина расходов по всей обогатительной установке [1]

В соответствии со стандартной системой определения расходов в горной промышленности рекомендуется [2] определять эксплуатационные расходы за месяц и распределять их следующим образом:

[1] Flehmig S. См. стр.

[2] Bergbau-Kosten-Standardsystem. Teil 1. Verlag. Glückauf, Essen, 1947.

Стоимость рабочей силы.
Стоимость электроэнергии.
Стоимость сжатого воздуха.
Стоимость свежей воды.
Стоимость флотационных средств (реагентов).
Стоимость утяжелителя.
Расходы на ремонт.

Для определения стоимости рабочей силы следует учитывать все виды платы (заработная плата, социальное страхование и стоимость спецодежды). Образец учета месячных эксплуатационных расходов представлен формой 22.

7. 22. Определение расходов на отдельные рабочие процессы

Можно также осуществлять контролирование расходов по отдельным группам производственных операций или по отдельным рабочим процессам, например можно при помощи графика распределения расходов[1] рассчитать распределение эксплуатационных расходов между операциями обогащения крупного, мелкого и мельчайшего угля.

Для подсчета стоимости рабочей силы приходится учитывать также общий расход на обслуживание одновременно нескольких машин. Расходы на общую рабочую силу (например, персонал надзора, лаборатории, смазчиков, уборщиц), а также расходы на отпускников и больных следует распределять в соответствии с соотношением рабочей силы, необходимой для обслуживания данного участка производства.

Чтобы можно было определить раздельно распределение стоимости электроэнергии, необходимо, чтобы на каждом электродвигателе был хотя бы индивидуальный амперметр. В этом случае стоимость электроэнергии можно рассчитать таким образом:

$$\text{Стоимость электроэнергии за месяц} = \frac{\sqrt{3}\,UI\cos\varphi Ph}{1000}.$$

где

U — рабочее напряжение (среднее значение), *в;*
I — величина тока (среднее значение), *а;*
h — число часов работы (среднее значение);
P — стоимость электроэнергии 1 *квт · ч.*

Потребление сжатого воздуха и свежей воды необходимо либо измерять на каждом рабочем месте, либо подсчитывать как часть общего потребления. Стоимость флотационных реагентов и утяжелителя можно точно отнести к той или иной рассматриваемой группе производственных операций.

Стоимость ремонта определяется по расходам за более продол-

[1] Flehmig S. Ein Kostenstrombild für Aufbereitungsanlagen. Glückauf, 1952, 88, 1149—54.

жительный период. Стоимость материалов, выписываемых из кладовой, можно делить между отдельными производственными операциями пропорционально расходу электроэнергии.

8. ПРОЕКТИРОВАНИЕ

Для того чтобы проектировать обогатительную установку, нужно получить у заказчика данные о намечаемой товарной добыче и, исходя из этого, учитывая характеристику угля, определить суточное количество валовой добычи [1].

Обогатительная установка проектируется на такую среднюю производительность, которая соответствует суточной валовой добыче и суточной работе. Выбор технологических процессов определяется исходя из характеристики перерабатываемого продукта и требуемого качества продуктов обогащения.

8.1. КАЧЕСТВО РЯДОВОГО УГЛЯ

Характеристика сырья определяется исследованием средних проб рядового угля, выдаваемого на поверхность и (или) подлежащего переработке угля пласта. Помимо этого, можно использовать опыт уже работающих установок.

В частности, необходимо произвести следующие исследования:

типа угля (степень углефикации);

твердости угля (твердый, средней твердости, мягкий, склонный к образованию пыли);

прочности при падении и при истирании;

гранулометрической структуры по данным ситового анализа и анализа на зольность с указанием самых крупных кусков угля;

сростков и породы, содержащихся в рядовом валовом угле;

разбора проб вручную или анализа по удельному весу всего рядового кускового угля или отдельных его классов;

фракционного анализа и анализа на зольность крупного, среднего и мелкого угля;

возможности раскрытия сростков из рядового кускового угля, рядового кулака и рядового ореха, при помощи дробления;

ситового и фракционного анализа и анализа зольности дробленого продукта.

технологических свойств: спекаемость, выход летучих; содержание серы; содержание поваренной соли; возможность вспучивания; условия плавления золы; теплота сгорания; содержание глины; растворимость породы в воде; поверхностная и внутренняя влажность частиц класса 1—0 *мм*.

---

[1] Bergbau-Standard-Vordruck Bü 14. «Ermittlung der Förderung». Verlag. Glückauf, Essen, 1952, 19, 12.

На основании приведенных данных решаются также вопросы о необходимости раздельной выдачи угля пластов, имеющих различную характеристику: в каких соотношениях они должны (в данном случае) смешиваться и на поверхности или под землей; следует ли ожидать в будущем существенных изменений соотношения компонентов смеси; с какими колебаниями свойств рядового приходится считаться.

8.2. ЦЕЛЬ ОБОГАЩЕНИЯ

С учетом требований потребителей и собственных нужд определяют качество и чистоту:

а) полноценного или сверх чистого [1] конечного продукта;

б) малоценного (содержащего много балласта) конечного продукта;

в) породы;

г) смешанного конечного продукта — угольной шихты (например, шихты для коксования, для брикетирования и т. п.).

8.3. РАСПОЛОЖЕНИЕ ОБОГАТИТЕЛЬНЫХ УСТАНОВОК

При выборе расположения обогатительной фабрики или установки необходимо учитывать следующее: количество, расположение и производительность стволов шахты с учетом их предназначения (для выдачи на поверхность или для спуска под землю угля, породы, материалов или людей); характер подъемных установок в стволах или штольнях (клетевой, скиповой или конвейерный транспорт и т. п.); объем вагонеток или скипов; характер выталкивающих или разгрузочных устройств; режим работы подъема; прием угля с других шахт; характер местности и строительные свойства грунта; имеющиеся производственные сооружения; климатические условия, тип намечаемых сооружений (железобетон, стальная конструкция).

8.4. ДАЛЬНЕЙШИЕ СООБРАЖЕНИЯ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКУЮ СХЕМУ И ПРОЕКТ

Для разработки технологической схемы и проекта необходимо установить следующее:

среднюю производительность обогатительной установки в сутки и в час при намечаемом числе часов работы в сутки,

способ обогащения кускового угля,

способ обогащения крупного, мелкого и мельчайшего угля,

складирование, бункеровку, погрузку, взвешивание,

станционные железнодорожные пути,

породное и водное хозяйство,

электроснабжение,

санитарно-технические устройства.

---

[1] Облагороженный уголь, зольность которого составляет 2%. *Прим. пер.*

9. ГАРАНТИЙНЫЙ ДОГОВОР И ПРИЕМКА

9.1. ГАРАНТИЙНЫЙ ДОГОВОР

9. 11. Предмет гарантийного договора

Предметом гарантийного договора является совокупность обязательств, которые должен удовлетворить исполнитель в отношении средней производительности и результатов обогащения, а также достаточного совершенства технических устройств, качества используемых материалов и защиты промышленных прав сооружаемой новой установки. Этот гарантийный договор является частью общего торгового договора. Руководством для составления гарантийного договора служат нижеприведенные указания.

9. 12. Основные положения гарантийного договора

В качестве основы для составления гарантийного договора принимают: результаты исследования рядового угля и опыты по его обогащению, а также представляемые заказчиком материалы о качестве рядового валового угля или рядового угля, поступающего на обогатительные устройства с учетом возможных колебаний этих качеств;

требования, устанавливаемые при проектировании заказчиком в отношении качества продукции, которая будет производиться на новой установке или на новом оборудовании, как-то: гранулометрический состав, зольность и содержание влаги;

проектные чертежи и относящиеся к ним технологические схемы.

9. 13. Условия гарантийного договора

Заключенный гарантийный договор на новую обогатительную установку или новое оборудование определяет гарантированную среднюю производительность (номинальную производительность); при этом допускаются неизбежные колебания количества поступающего продукта в размере $\pm 10\%$.

Обогатительная установка должна допускать перегрузку на 20% при работе в течение часа по сравнению с номинальной мощностью, при этом не должно происходить никаких аварий и перебоев в работе установки.

9. 14. Доказательства выполнения гарантийного договора

Исполнитель берет на себя обеспечение таких условий, которые дадут возможность совершенно ясно определять в ходе производства среднюю производительность установки и качество обогащенного продукта. Под этим понимается наличие доступных мест отбора проб (расположение и оборудование которых определяется совместно заказчиком и исполнителем при разработке планов сооружения), а также возможность отбора необходимых проб без нарушения нормального хода производственного процесса.

9. 15. Предписания административных учреждений и союзов

Качество, исполнение и установка машин и оборудования, а также качество применяемых материалов должны соответствовать предписаниям установленных организаций и объединений.

9. 16. Оговорки, касающиеся патентов и авторских прав

В случае использования патентов или других авторских прав (таких, например, как лицензии, право использования и т. п.), принадлежащих третьим лицам или переданным этим третьим лицам для использования, исполнитель исключает возможность возникновения в будущем всякого рода притязаний заключением соответствующего соглашения с владельцем прав, возмещая этому владельцу все доходы, на которые тот может претендовать.

9. 17. Изменения основных положений гарантийного договора

Если в период между моментом заключения договора и моментом сдачи возникает такое изменение основ, принятых при заключении договора, относительно которого заказчик и исполнитель не могут прийти к соглашению, то они обращаются к совместно выбираемому арбитражному органу, решения которого являются обязательными для обеих сторон.

9.2. ДОКАЗАТЕЛЬСТВО ВЫПОЛНЕНИЯ ГАРАНТИЙ ОТНОСИТЕЛЬНО КАЧЕСТВА ПРОДУКТОВ ОБОГАЩЕНИЯ

9. 21. Получение доказательств

Получение доказательств выполнения гарантий обычно производится путем проведения приемочных испытаний. По соглашению обеих сторон — заказчика и исполнителя — гарантии могут также считаться выполненными полностью или частично на основании текущей проверки хода производства на протяжении, допустим, двух недель работы, если на протяжении этого времени выполняются гарантийные условия.

9. 22. Сроки получения доказательств

Доказательство выполнения гарантированных условий должно быть получено по возможности не позже чем через четыре месяца после полного ввода в эксплуатацию новой обогатительной установки или нового поставляемого оборудования, причем на протяжении этого срока имеются все возможности для достижения предусмотренных в договоре условий. Если нет никаких особых обстоятельств, то получение доказательств осуществляется в соответствии с «Правилами и нормами по приемке и контролю установок для обогащения каменного угля».

9. 23. Пусковой период

С того момента, когда установка полностью введена в эксплуатацию, производством руководит заказчик. Для наладки аппаратуры на протяжении пускового периода используют услуги исполнителя. В этот период заказчик представляет исполнителю эксплуатационный персонал и персонал технического надзора в достаточном количестве и необходимой квалификации. При этом исполнитель должен обеспечить получение необходимых сведений эксплуатационным персоналом и персоналом технического надзора.

9. 24. Невыполнение гарантированных условий при проведении приемочных испытаний

Если при проведении приемочных испытаний оказывается, что гарантированные условия не выполняются, то представляется соответствующий срок, например три месяца, для ликвидации всех установленных недостатков, после чего приемочные испытания повторяются. Если гарантированные условия и в этом случае оказываются недостигнутыми, то вступают в силу предусмотренные на этот счет соглашения, например:

соглашение о компенсации;

штрафы;

замена или переделка установленного оборудования.

9. 25. Приемочные испытания

9.251.План приемочных испытаний

Для проверки выполнения гарантированных условий заказчик и исполнитель, как правило, составляют совместно план приемки (см. табл. 35). В этом плане предусматривают длительность, объем и время проведения приемки. Кроме того, решается вопрос о том, будут ли все пробы отбираться одновременно (что отмечается, например, на прилагаемых чертежах) или по группам в определенной последовательности, а также каким образом будет производиться дальнейшая разделка проб или определение их надежности. Кроме того, согласовывается расстановка персонала и материалов.

9.252. Средняя производительность во время приемки

При проведении приемочных испытаний по возможности поддерживается 100%-ная номинальная производительность. Допускаются неизбежные колебания в пределах ±10%, а также кратковременные пиковые перегрузки и недогрузки. Во время длительных пиковых колебаний нагрузки, при которых нельзя производить необходимые сопоставления, отбор проб прекращается до того момента, когда снова достигается средняя производительность. Тогда влияние пиковых перегрузок можно считать полностью исключенным.

9.253. Продолжительность приемочных испытаний.

Приемочные испытания можно проводить в один из дней приемки, когда полная добыча угля идет непрерывно, по крайней мере на протяжении четырех часов. При значительных колебаниях добычи угля может оказаться целесообразным проводить приемочные испытания на протяжении многих дней. В случае надобности отбор необходимых проб может быть проведен раздельно, с распределением их на несколько групп.

9.254. Отбор проб

В случае, если приемочные испытания проводятся на протяжении многих дней, пробы, отобранные в один из дней, должны быть разделены до следующего дня приемки. Исследование проб производится заказчиком и исполнителем совместно. Для всех важных проб по возможности следует брать резервные пробы в таком же количестве, как и пробы, используемые для исследования, причем эти резервные пробы должны быть взяты раньше, чем заказчик и исполнитель получат результаты исследования. Должны быть исключены возражения со ссылкой на дополнительное истирание материала при проведении ситового анализа. Будут неправильными попытки заменить выпавшие или бракованные пробы поспешным набором новых проб. В случае технических неисправностей из-за незначительных колебаний качества поступающего продукта нельзя отбирать пробы до тех пор, пока не будут установлены нормальные эксплуатационные условия для исследуемой рабочей машины.

Если в процессе сухой классификации видно на глаз, что в отдельных разовых пробах исходного угля явно превышена максимальная поверхностная влажность, то эту пробу, а также все связанные с ней пробы конечных продуктов исследуют отдельно. В общую пробу, служащую для оценки результатов, их можно включить только в том случае, если содержание влаги в этих пробах не превосходит допускаемых пределов.

9.3. ПРИЕМКА

9. 31. Приемка конечных продуктов обогащения по показателям качества

Приемка производится в связи с приемочными испытаниями по письменному запросу исполнителя. Если по независящим от исполнителя обстоятельствам проведение приемки, соответствующее условиям договора, оказывается в целом или частично невозможным, то приемка осуществляется по запросу исполнителя без полной проверки гарантийных условий не позже чем через шесть месяцев после полной производственной готовности объекта, если не выявилось никаких очевидных недостатков.

Образец пла

*Шахта*_____*Дата проведения*

Таблица 35

на приемки

_____*Руководитель*_____

Операция и машина	Проба №	Материал пробы	Место отбора пробы	Сосуд для отбора пробы	Продолжительность испытаний, *мин*	Интервал между разовыми пробами, *мин*	Разовая проба	Размер пробы: сборная проба	Размер пробы: сокращенная проба	Потребный персонал	Характер исследования
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Пример: Подготовительная классификация	1	Рядовой обогащаемый уголь	Подающий конвейер (конвейер остановлен)	Отсекающий прибор с сосудом	240	60	—	—	—	2	Взвешивание
	2	Рядовой обогащаемый уголь	На разгрузке конвейера	Передвижная тележка	240	10	90 *кг*	2160 *кг*	270 *кг*	2	Ситовый анализ на 50—30—18—10—8—6 *мм*. Поверхностная влажность зерен менее 1 *мм*
	3	Надрешетный продукт грохочения 10—80 *мм*	На разгрузке грохота	Железный лоток	240	10	20 *кг*	480 *кг*	480 *кг*	2	Контрольное грохочение на 10 *мм*
	4	Подрешетный продукт грохочения менее 10 *мм*	Конвейер (конвейер остановлен)	Отсекающий прибор с сосудом	240	10	5 *кг*	120 *кг*	30 *кг*	2	Контрольное грохочение на 10 *мм*
и т. д.											
Пример: Обогащение Отсадочная машина крупного зерна	11	Исходный продукт 10—80 *мм*	Разгрузка грохота	Железный лоток	240	10	20 *кг*	480 *кг*	240 *кг*	2	Фракционный анализ и анализ на зольность по удельным весам 1,3—1,4—1,5—1,6—1,8—1,9
	12	Обогащенный уголь	Слив отсадочной машины	Перфорированный ящик	240	10	12 *кг*	288 *кг*	144 *кг*	2	Фракционный анализ по контрольным удельным весам 1,5 и 1,8
	13	Промежуточный продукт	Разгрузка ковшового элеватора	Ящик	240	10	1 ковш	240 *кг*	120 *кг*	2	Фракционный анализ по контрольным удельным весам 1,5 и 1,8
	14	Порода	Разгрузка ковшового элеватора	Ящик	240	10	1 ковш	240 *кг*	120 *кг*		
Пример: Осветление моечной воды. Сгуститель	25	Слив сгустителя	Напорный трубопровод насоса моечной воды	Сосуд с притертой пробкой	240	10	Примерно 1 *л*	25 *л*	1 *л*	2	Твердых частиц *г/л*
	26	Сгущенный шлам	Исходный продукт фильтра	Литровый сосуд	240	10	Примерно 1 *л*	25 *л*	1 *л*		Твердых частиц *г/л*, ситовый анализ на 1,0—0,5—0,3—0,12 *мм*

9. 32. Приемка оборудования

Приемка оборудования производится тогда, когда установка его и регулирование считаются законченными.

Все поломки и повреждения, которые будут иметь место на протяжении года (или на протяжении другого специально обусловленного срока) после пуска объекта в эксплуатацию и которые происходят не по вине заказчика и не из-за естественного износа, в кратчайший срок и бесплатно должны быть устранены исполнителем. Для вновь поставляемых или для коренным образом реконструируемых устройств гарантийный срок отсчитывается со дня ввода этого устройства в эксплуатацию.

10. ПРИЛОЖЕНИЕ

10.1. ОБОРУДОВАНИЕ ЛАБОРАТОРИИ ОБОГАЩЕНИЯ

При оборудовании и эксплуатации лаборатории необходимо соблюдать «Правила безопасности для химических лабораторий», разработанные обществом химической промышленности [1].

10. 11. Работа лаборатории обогащения

Обогатительная лаборатория проводит все работы по контролю за производством. Она подчиняется инженеру-обогатителю. В зависимости от величины обогатительной установки для проведения работ в лаборатории необходимо иметь в смену одного техника-лаборанта или одного лаборанта, двух рабочих для отбора проб и одного рабочего лаборатории.

10. 12. Оборудование лаборатории обогащения

10.1201. Помещение лаборатории

Помещение лаборатории должно состоять из двух светлых, отапливаемых, достаточно больших изолированных комнат с хорошим, не оставляющим затененных мест освещением. Помещение лаборатории должно иметь пыленепроницаемую изоляцию от производственных помещений обогатительной установки. Необходимо предусмотреть приточно-вытяжную вентиляцию, подвод воды, электроэнергию, канализацию, а также присоединение к вакууму. Помещение лаборатории следует располагать на площадке отсадочных машин, поблизости от бюро техников-обогатителей.

Необходимо предусмотреть свободное от вибраций помещение для производства анализов на зольность и для точного взвешивания.

[1] Bezug durch Carl Heymanns Verlag KG, Köln.

10.1202. Приборы для отбора проб

Лопаты и совки, шомпольный пробник, черпак и ведро.

10.1203. Сосуды для хранения проб

Схемы пробы хранятся в деревянных ящиках, влажные пробы — в жестяных сосудах или деревянных ящиках, облицованных армированным стеклом или жестью. Пробы для определения влажности хранятся в герметически закрывающихся алюминиевых банках. Должны быть герметически закрывающиеся и запирающиеся алюминиевые банки или банки из оцинкованного железа для специальных арбитражных проб и сосуды для хранения проб при транспортировании .

10.1204. Деление проб

Для деления пробы на четыре части применяют крестовину из листового железа или желобчатые делители.

10.1205. Контрольное грохочение и ситовый анализ

Лабораторный грохот с механическим приводом для просеивания больших количеств продукта. Размер: ширина около 600 *мм*, длина около 2000 *мм*.

Для просеивания крупных зерен прямоугольное сито размером 500×500 *мм* или 500×1000 *мм* с окантовкой из дерева или железа, с круглыми отверстиями согласно DIN 1170. Подставка для сита.

Для просеивания мелких зерен металлическое круглое сито диаметром 200 *мм* и нормальные перфорированные листы или металлическая ткань согласно DIN 1170 и 1171 с установленной градацией ячеек (см. разделы 3.13 и 3.21). Для механического просеивания опытный грохот с механизмом для автоматического включения и выключения. Для исследования мельчайших зерен седиментационный прибор по Андреазену, шламовый прибор по Хартокорту или ареометр по Казагранде или прибор другого типа.

10.1206. Фракционный анализ

Расслоение крупных классов в неорганических растворителях

Хлористый цинк ($ZnCl_2$)

Сосуды для расслоения:

из кислотоупорного керамического материала (баки) емкостью 75 *л* (диаметр 400 или 500 *мм*), или из листовой стали (основание 400×400 *мм*, высота 500 *мм*), или облицованные изнутри керамическими плитами.

Вставной бак с сетчатым дном из листовой стали с отверстиями примерно 3 *мм* и с натянутой ситовой тканью (размер ячейки 1 *мм*).

Черпаки, бачки для промывки и сцеживания с дном из ситовой ткани (размер ячейки 1 *мм*), с размером по окантовке 500××600 *мм*.

Кислотоупорные облицованные лотки-ванны для промывки с наклонным ситом из перфорированной жести.

Ручные брызгала для чистой воды

Кислотоупорная спецодежда (резиновые сапоги и резиновые фартуки), резиновые перчатки и защитные очки согласно DIN 4652 или складные защитные очки согласно DIN 4651.

Расслоение мелких и мельчайших частиц в органических тяжелых жидкостях

Бромоформ (уд. вес 2,89), четыреххлористый углерод (уд. вес 1,59), ксилол (уд. вес 0,86).

Сосуд из стекла для расслоения емкостью от 3 до 5 *л* или из оцинкованного железа емкостью от 3 до 10 *л* с бачками снятия всплывных фракций.

Делительная воронка с выпускными кранами, бачки для промывки, кофейное сито для промывки (размер ячейки 0,3 *мм*) с размером по рамке 250×250 *мм*.

Вытяжной шкаф для хранения фракций с основанием, имеющим деревянные решетки или сетки. Снизу присоединен вентилятор, сверху — колпак.

Мерный цилиндр, запасные сосуды емкостью от 3 до 5 *л* со стеклянными пробками, воронки, ареометры.

10. 1207. Исследование шлама и воды

Водоструйный или пневмоструйный насос. Воронка Нутше (диаметр примерно 200 *мм*) с отсосными стеклянными сосудами емкостью от 3 до 5 *л*, фильтровальная бумага, градуированные сосуды для седиментации по Имгоффу (емкость 1000 *см*^{3}), мерные цилиндры, шприцы, титровальные устройства, колбы Эрленмейера, раствор азотнокислого серебра, раствор хромистого калия.

10.1208. Сушка

Для предварительной сушки мелкозернистых проб

Стальной сосуд (диаметром примерно 100 *мм*) с сеткой на одной стороне (размер отверстия сетки 0,3 *мм*) и с подводом сжатого воздуха на другой стороне.

Для сушки влажных проб

Отапливаемое помещение для сушки, оборудованное сушильными плитами, на которых продукт должен нагреваться до температуры не выше 45°, или сушильным шкафом с циркуляцией воздуха.

10.1209. Дробление

Для предварительного дробления: плита со съемным краем (размером, например, 1500×1500 *мм*), стальная ступа, щековая дробилка лабораторная (размер зева 200×150 *мм*), молотковая дробилка.

Для промежуточного дробления или предварительного дробления мелких классов — зубчатая, конусная или молотковая дробилка.

Для измельчения шаровая мельница или толчея, ручная ступа (диаметр примерно 200 *мм*) или валки со шлифованной поверхностью.

10.1210. Озоление

Муфельная печь с автоматическим регулятором температуры и указательным прибором. Эксикатор, чаша для прокаливания, бюксы с притертыми крышками, термометры.

10.1211. Весы

Переносные децимальные быстродействующие весы до 100 *кг*, быстродействующие весы до 10 *кг* (деление 2 *г*) или тарельчатые весы с двумя шкалами на максимальный вес 100 или 500 *г*, аналитические весы для мелких грузов, различные наборы разновесов.

10.1212. Мелкие лабораторные принадлежности

Посуда, трубки, пинцеты, шпатели, стеклянные палочки, песочные часы, тигельные щипцы, воронки, секундомеры, пикномеры, резиновые шланги, резиновые трубки, сосуды различных размеров.

10.1213. Мебель

Рабочие столы, письменные столы. Шкафы для мелких приборов, проб, формуляров и чертежей.

10.1214. Плакаты по безопасности

«Руководства для химических лабораторий».

Общества химической промышленности (руководства № 12— лабораторные руководства).

Плакаты по безопасности с указанием на вредность для людей и на пожароопасность применяемых тяжелых жидкостей, например:

«Внимание! Раствор хлористого цинка очень едок. Защищайте глаза, голову и одежду!».

«Пары четыреххлористого углерода, бензола, бромформа, ксилола при длительном воздействии вредны для здоровья даже в небольших количествах!»

Форма 1

Расчет исходных данных для графического определения количественных выходов при разделении на два продукта по Паулю и Кюну | *Шахта*

Машина: сепаратор | *Лист №* *Дата*

Крупность: 0—10 *мм*

Суммарные классы, *мм*	g_a, %	g_e, %	g_s, %	$\frac{g_a(100-g_e)}{100}$, %	$\frac{g_s(100-g_a)}{100}$, %
Свыше 1	59,86	83,40	1,25	9,95	0,50
„ 0,75	66,00	88,22	2,55	7,78	0,87
„ 0,5	74,79	95,06	10,11	3,69	2,58
„ 0,3	83,80	98,29	29,89	1,46	4,84
„ 0,12	92,88	99,50	67,11	0,46	4,78
	Ордината	—	—	Абсцисса F_e	Абсцисса g_s

Форма 2

Расчет исходных данных для графического определения количественных выходов при разделении на три продукта по Паулю и Кюну | *Шахта*

Машина: отсадочная машина для крупного зерна | *Лист №* *Дата*

Крупность: 10—80 *мм*

Удельный вес фракций	Выход фракций, %				K Σ (2), вес, %	K_1 Σ (3), вес, %	K_2 Σ (4), вес, %	K_3 Σ (5), вес, %	$\frac{K(100-K_1)}{(6)\ [100-(7)]}$	$\frac{K_3(100-K)}{(9)\ [100-(6)]}$	K_2-K_3 (8) — (9), %	$\gamma_m = \frac{(10)-(11)}{(12)}$, %
	исходный продукт	обогащенный уголь	средний продукт	порода								
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
—1,3	49,4	64,5	—	—	49,4	64,5	—	—	1754	—	—	—
1,3—1,4	20,6	26,9	—	—	70,0	91,4	—	—	602	—	—	—
1,4—1,5	6,3	6,0	4,6	—	76,3	97,4	4,6	—	198	—	4,6	43
1,5—1,55*	2,3	1,0	4,7	—	78,3	98,4	9,3	—	126	—	9,3	13,6
1.55—1,6[1]	1,7	0,6	8,3	—	80,3	99,0	17,6	—	80,3	—	17,6	4,56
					Ордината							Абсцисса

Удельный вес фракций	Выход фракций, %				b ↑ Σ (15), вес, %	b_1 ↑ Σ (16), вес, %	b_2 ↑ Σ (17), вес, %	b_3 ↑ Σ (18), час, %	$\frac{b(100-b_3)}{(19)\ [100-(22)]}$	$\frac{b_1(100-b)}{(20)\ [(100-(19)]}$	$\frac{b_2-b_1}{(21)-(20)}$, %	$\gamma_m = \frac{(23)-(24)}{25}$, %	K 100—(26) — (19), %
	исходный продукт	обогащенный уголь	средний продукт	порода									
14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
1,6—1,8	2,9	0,9	39,2	0,8	19,7	1,0	82,4	100,0	—	80,3	81,4	—0,99	81,3
1,8—2,0	2,2	0,1	21,9	5,3	16,8	0,1	43,2	99,2	13,4	8,3	43,1	0,12	83,1
2,0—2,1*	1,2	—	7,5	5,9	14,6	—	21,3	93,9	89,1	—	21,3	4,2	81,2
2,1—2,2	1,3	—	4,9	7,4	13,4	—	13,8	88,0	160,8	—	13,8	11,7	74,9
+2,2	12,1	—	8,9	80,6	12,1	—	8,9	80,6	237,7	—	8,9	26,6	61,3
											Абс- цисса		Орди ната.

*Вспомогательные величины взяты по кривым рис. 15.

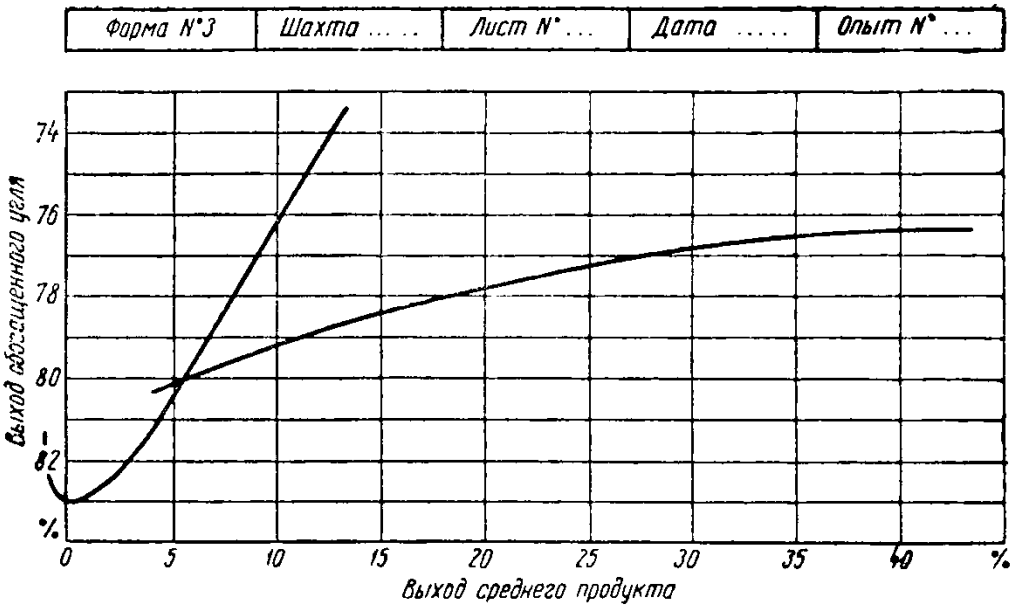


Рис. 15. Определение количественного выхода по Паулю и Кюну

Форма 4

	Расчет количественных выходов продуктов методом наименьших квадратов по Грумбрехту при разделении на два продукта	*Шахта*

Машина: сепаратор *Лист №*

Дата

Крупность 0—10 *мм*

Классы, *мм*	В обеспыленном угле, %	В пыли, %	В исходном угле, %	*a* — *b*	*c* — *b*	*dd*	*de*
	a	*в*	*c*	*d*	*e*	*f*	*g*
От 1 до 10	83,40	1,25	59,86	82,15	58,61	6748	4815
„ 0,75 „ 1	4,84	1,30	6,14	3,54	4,84	13	17
„ 0,5 „ 0,75	6,82	7,56	8,79	— 0,74	1,23	1	—1
„ 0,3 „ 0,5	3,23	19,78	9,01	—16,55	—10,77	274	178
„ 0,2 „ 0,3	0,91	18,93	4,71	—18,02	—14,22	325	256
„ 0,12 „ 0,2	0,30	18,29	4,37	—17,99	—13,92	324	250
„ 0,09 „ 0,12	0,11	8,32	1,92	— 8,21	— 6,40	67	53
Менее 0,09	0,39	24,57	5,20	—24,18	—19,37	585	468
Сумма	100,00	100,00	100,00	—	—	8337=F	6036=G

$$\gamma_e = \frac{G}{F} \cdot 100 = \frac{6036}{8337} 100 = 72{,}4\%;$$

$$\gamma_s = \frac{F-G}{F} 100 = \frac{8337-6036}{8337} 100 = 27{,}6\%.$$

Форма 5

Расчет количественных выходов продуктов методом выравнивания погрешностей по Грумбрехту при разделении на три продукта | *Шахта*

Лист №

Дата

Машина: отсадочная машина для крупного зерна. Крупность: 10—80 *мм*

Удельный вес фракций	Выход фракций, %				$a-c$	$b-c$	$d-c$
	обогащенный уголь	средний продукт	порода	исходный продукт			
	a	b	c	d	e	f	g
—1,3	64,5	—	—	49,4	64,5	—	49,4
1,3—1,4	26,9	—	—	20,6	26,9	—	20,6
1,4—1,5	6,0	4,6	—	6,3	6,0	4,6	6,3
1,5—1,6	1,6	13,0	—	4,0	1,6	13,0	4,0
1,6—1,8	0,9	39,2	0,8	2,9	0,1	38,4	2,1
1,8—2,0	0,1	21,9	5,3	2,2	— 5,2	16,6	— 3,1
2,0—2,2	—	12,4	13,3	2,5	—13,3	— 0,9	—10,8
+2,2	—	8,9	80,6	12,1	—80,6	—71,7	—68,5
Сумма	100,00	100,00	100,00	100,0	—	—	—

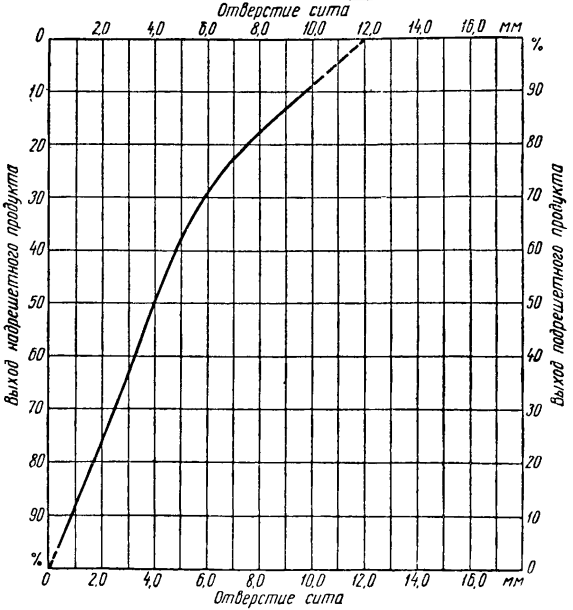
Удельный вес фракций	ee	ef	eg	ff	fg
	h	i	k	l	m
—1,3	4160	—	3186	—	—
1,3—1,4	724	—	554	—	—
1,4—1,5	36	28	38	21	29
1,5—1,6	3	21	6	169	52
1,6—1,8	—	4	—	1475	81
1,8—2,0	27	—86	16	276	—51
2,0—2,2	177	12	144	1	10
+2,2	6496	5779	5521	5141	4911
Сумма	11 623 = H	5758 = J	9465 = K	7083 = L	5032 = M

$$\gamma_1 = \frac{KL - JM}{HL - J^2}\,100\,[\%] = 77{,}4\%;\quad \gamma_2 = \frac{HM - JK}{HL - J^2}\,100\% = 8{,}2\%;\quad \gamma_3 = 100 - \gamma_1 - \gamma_2\,[\%] = 14{,}4\%.$$

Форма 6	Шахта.....	Лист....	Дата.....

К ситовому анализу N°. . . . . .
Отбор пробы: дата . . . час. . .
Отбор произвел. . . (фамилия). . .
Испытываемый продукт: обогащенный мелкий уголь
Место отбора пробы . . . . . .

Класс, мм	Выход, %	Суммарный выход, %
+10	9,1	9,7
6 – 10	20,0	29,1
3 – 6	33,9	63,0
1 – 3	26,2	89,2
0,5 – 1	6,3	95,7
0,3 – 0,5	2,3	97,8
-0,3	2,2	100,0
Сумма	100,0	—



Масштаб для абсциссы 1 мм = 0,1 мм отверстия сита
для ординаты 1 мм = 0,5 % выхода

Рис. 16. Кривая гранулометрического состава

Форма 7	Шахта ...	Лист №....	Дата.....

К ситовому анализу №. . . . . .
Отбор пробы: дата .... час . . .
Отбор произвел. . . .(фамилия) . . .
Испытываемый продукт: Обогащенный мелкий уголь
Места отбора пробы. . . . . .

Класс. мм	Выход %	Суммарный выход, %
+ 10	9,1	9,1
6 - 10	20,0	29,1
3 - 6	33,9	63,0
1 - 3	26,2	89,3
0,75 - 1	3,8	93,0
0,6 - 0,75	2,7	95,7
0,3 - 0,5	2,1	97,8
- 0,3	2,2	100,0
Сумма	100,0	—

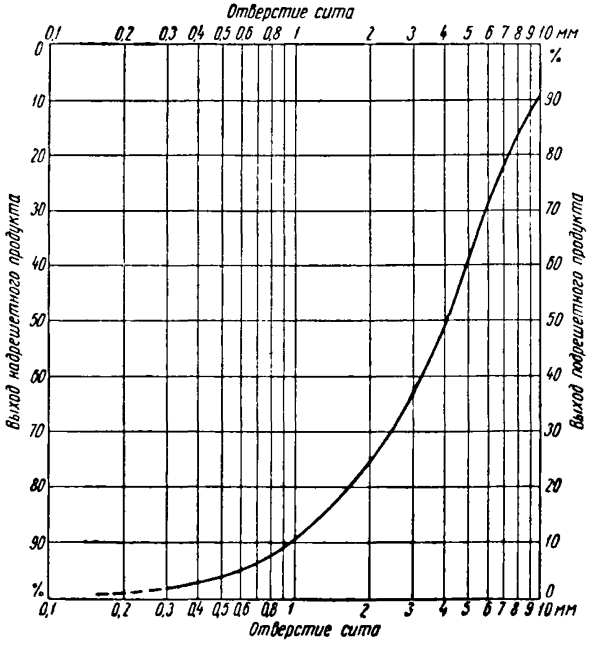
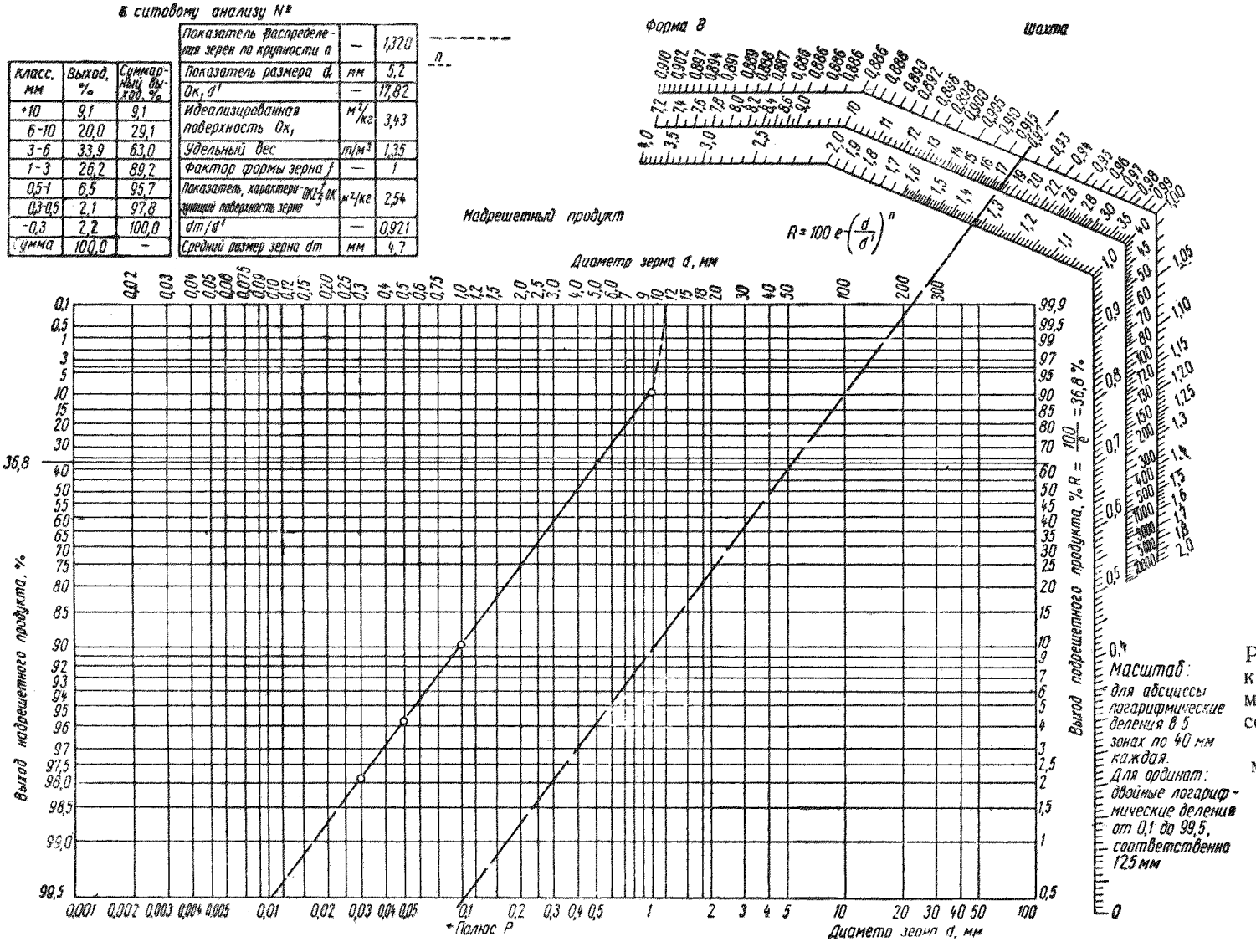


Рис. 17. Кривая гранулометрического состава



Класс, мм	Выход, %	Суммарный выход, %
+10	9,1	9,1
6-10	20,0	29,1
3-6	33,9	63,0
1-3	26,2	89,2
0,5-1	6,5	95,7
0,3-0,5	2,1	97,8
-0,3	2,2	100,0
Сумма	100,0	—

Показатель распределения зерен по крупности n	—	1,320
Показатель размера d	мм	5,2
$Ок_1 d^1$	—	17,82
Идеализированная поверхность $Ок_1$	$м^2/кг$	3,43
Удельный вес	$т/м^3$	1,35
Фактор формы зерна f	—	1
Показатель, характеризующий поверхность зерна $ОК_1 \frac{1}{2} ОК$	$м^2/кг$	2,54
dm/d^1	—	0,921
Средний размер зерна dm	мм	4,7

Рис. 18. Сетка гранулометрического состава Розина—Раммлера—Беннета

Расчет исходных данных для кривых удельного веса продуктов обогащения и для кривых разделения | *Шахта*

Форма 9

Машина: отсадочная машина. Крупность: 10—80 *мм*

*Лист №*_____ *Дата*_____

Удельный вес фракций	Выход: исходный продукт (фактический) %	исходный продукт (фактический) суммарный, %, Σ (2)	обогащенный уголь (γ_1 = 77,4%) %	обогащенный уголь (γ_1 = 77,4%) от исходного, %, (4)·γ_1	обогащенный уголь (γ_1 = 77,4%) суммарный, %, Σ (5)	средний продукт (γ_2 = 8,2%) %	средний продукт (γ_2 = 8,2%) от исходного, %, (7)·γ_2	средний продукт (γ_2 = 8,2%) $\gamma_1 + \Sigma$ (8) суммарный, %	порода (γ_3 = 14,4%) %	порода (γ_3 = 14,4%) от исходного, %, γ_3 (10)	порода (γ_3 = 14,4%) $\gamma_1 + \gamma_2 + \Sigma$ (11) суммарный, %	Исходный I (рассчитанный) (5) + (8) + (11), %	Исходный I (рассчитанный) Σ (13) суммарный, %	Исходный II (рассчитанный) (5) + (8), %	Исходный II (рассчитанный) Σ (15) суммарный, %	Средний удельный вес	Разделительные числа КМ/В (11)/(13) 100	Разделительные числа К/М (8)/(15) 100
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
1,3	49,4	49,4	64,5	49,92	49,92	—	—	—	—	—	—	49,92	49,92	49,92	49,92	1,27	—	—
1,3—1,4	20,6	70,0	26,9	20,82	70,74	—	—	—	—	—	—	20,82	70,74	20,82	70,74	1,35	—	—
1,4—1,5	6,3	76,3	6,0	4,64	75,38	4,6	0,38	77,78	—	—	—	5,02	75,76	5,02	75,76	1,45	—	7,6
1,5—1,6	4,0	80,3	1,6	1,24	76,62	13,0	1,07	78,85	—	—	—	2,31	78,07	2,31	78,07	1,55	—	46,3
1,6—1,8	2,9	83,2	0,9	0,70	77,32	39,2	3,21	82,06	0,8	0,12	85,72	4,03	82,10	3,91	81,98	1,70	3,0	82,1
1,8—2,0	2,2	85,4	0,1	0,08	77,40	21,9	1,79	83,85	5,3	0,76	86,48	2,63	84,73	1,87	83,85	1,90	28,9	95,7
2,0—2,2	2,5	87,9	—	—	—	12,4	1,02	84,87	13,3	1,92	88,40	2,94	87,67	1,02	84,87	2,10	65,4	100,0
+2,2	12,1	100,0	—	—	—	8,9	0,73	85,60	80,6	11,60	100,00	12,33	100,00	0,73	85,60	2,50	94,0	100,0
Сумма	100,0	—	100,0	77,40	—	100,0	8,20	—	100,0	14,40	—	100,00	—	85,60	—	—	—	—
Абсцисса δ и Т-кривых	—	—	—	—	Ордината δ-кривой	—	—	Ордината δ-кривой	—	—	Ордината δ-кривой	—	Ордината δ-кривой	—	—	Абсцисса Т-кривой	Ордината Т-кривой	Ордината Т-кривой

	Содержание посторонних фракций контрольных удельных весов: —1,5	1,5—2,0	+2,0	Уд. вес разделения δ_T	Вероятное отклонение E_T	Коэффициент J
Обогащенный уголь	97,4	2,6	—	1,55	0,065	0,120
Средний продукт	4,6	74,1	21,3	—	—	—
Порода	—	6,1	93,9	2,00	1,135	0,135

Форма 10	Шахта...	Лист N°...	Дата...

Обогатительная машина: отсадочная машина для крупного зерна

Место работы . . . . . Пласт . . . . . .

Участок . . . . . Уголь N° . . . . . .

Размер зерна от 10 до 80 мм

Исходный продукт: 44,8 % класса 0-80мм от рядового угля

Фракции по уд весу	Суммарный выход от исходного продукта, %	Суммарный выход от обогащенного угля, %	Суммарный выход от сред продукта, %	Суммарный выход от породы, %
- 1,3	49,4	64,5	—	—
1,3 - 1,4	70,0	91,4	—	—
1,4 - 1,5	76,3	97,4	4,6	—
1,5 - 1,6	80,3	99,0	17,6	—
1,6 - 1,8	82,2	99,9	56,8	0,8
1,8 - 2,0	85,4	100,0	78,7	6,1
2,0 - 2,2	87,9	—	91,1	19,4
+ 2,2	100,0	—	100,0	100,0

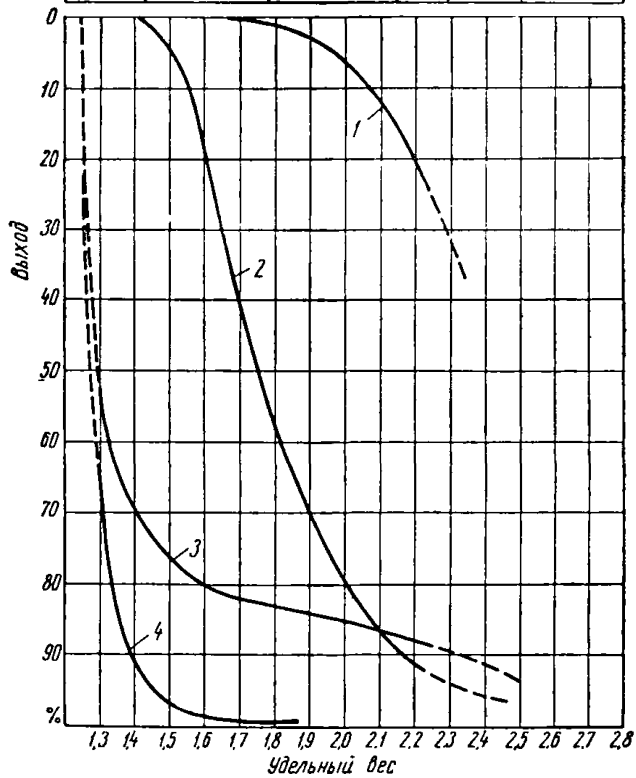


Рис. 19. Кривые удельного веса:
1 — порода, *2* — средний продукт, *3* — исходный продукт, *4* — обогащенный уголь

Форма 11	Шахта	Лист N°....	Дата ....

Обогатительная машина отсадочная машина для крупного зерна

Место работы . . . . . Пласт . . . . . .

Участок . . . . . Уголь N°. . . . . .

Размер зерна от 10 до 80 мм

Исходный продукт: 44,8 % класса 0-80мм от рядового угля

Фракции по уд весу	Суммарный выход исходного продукта, %	Суммарный выход обогащенного угля от исходного, %	Суммарный выход сред продукта от исход-ного, %	Суммарный выход породы от исходного, %
- 1,3	4,94	49,92	—	—
1,3 - 1,4	70,0	70,74	—	—
1,4 - 1,5	76,3	75,38	77,78	—
1,5 - 1,6	80,3	76,62	78,85	—
1,6 - 1,8	83,2	77,32	82,06	85,72
1,8 - 2,0	85,4	77,40	83,85	86,48
2,0 - 2,2	87,9	—	84,87	88,40
+ 2,2	100,0	—	85,60	100,00

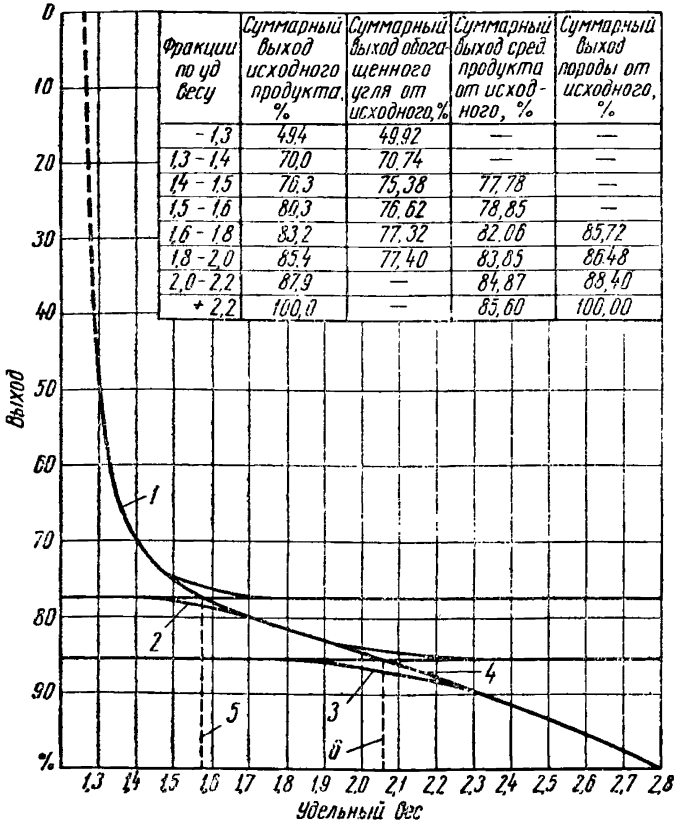


Рис. 20. Кривые удельного веса:

1 — обогащенный уголь, *2* — средний продукт, *3* — порода, *4* — исходный продукт, *5* — эквивалентный удельный вес К/М, *6* — эквивалентный вес КН/В

Форма 12

Расчет исходных данных для диаграммы обогатимости по Анри — Рейнгардту | Шахта

Пласт | Место работы | Участок | Уголь № | *Лист №*

Крупность : 10—80 *мм* | *Дата*

Анализы удельного веса и зольности				Суммарный выход Σ (3), %	Количество золы (3), (4), *г*	Суммарное количество золы Σ (6), *г*	Зольность всплывших фракций $\frac{(7)}{(5)}$, %	Количество золы [конечная сумма (6)] — (7), *г*	100 — (5), %	Зольность потонувших фракций $\frac{(9)}{(10)}$, %
уд. вес фракций	выход		зольность, %							
	кг	%								
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
—1,3	73,9	49,4	1,7	49,4	84,0	84,0	1,7	1698,7	50,6	33,6
1,3—1,4	8,4	20,6	5,3	70,0	109,2	193,2	2,8	1589,5	30,0	53,0
1,4—1,5	4,8	6,3	15,6	76,3	98,3	291,5	3,8	1491,2	23,7	62,9
1,5—1,6	2,3	4,0	26,8	80,3	107,2	398,7	4,9	1384,0	19,7	70,3
1,6—1,8	3,3	2,9	39,5	83,2	114,6	513,3	6,2	1269,4	16,8	75,6
1,8—2,0	2,5	2,2	59,8	85,4	131,6	644,9	7,6	1137,8	14,6	77,9
2,0—2,2	3,8	2,5	71,3	87,9	178,3	823,2	9,4	959,5	12,1	79,3
+2,2	13,5	12,1	79,3	100,0	959,5	1782,7	17,8	—	—	—
Сумма	112,5	100,0	17,8	—	1782,7	—	—	—	—	—
Абсцисса δ			Абсцисса λ	Ордината λ, β ϑ, δ			Абсцисса β			Абсцисса ϑ

Форма 13	Шахта.....	Лист N°....	Дата .....

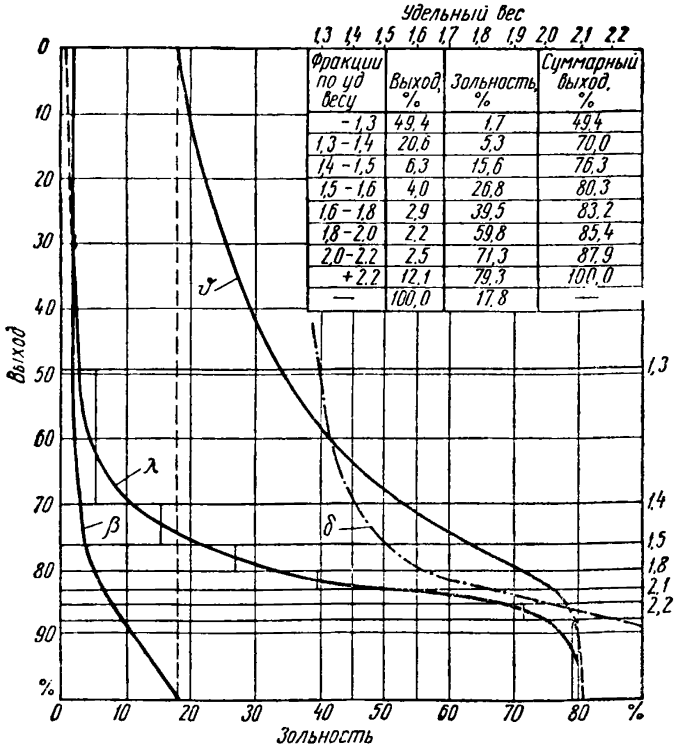
Обогатительная машина: Отсадочная машина для крупного зерна

Место работы ..... Пласт .....

Участок ..... Уголь .....

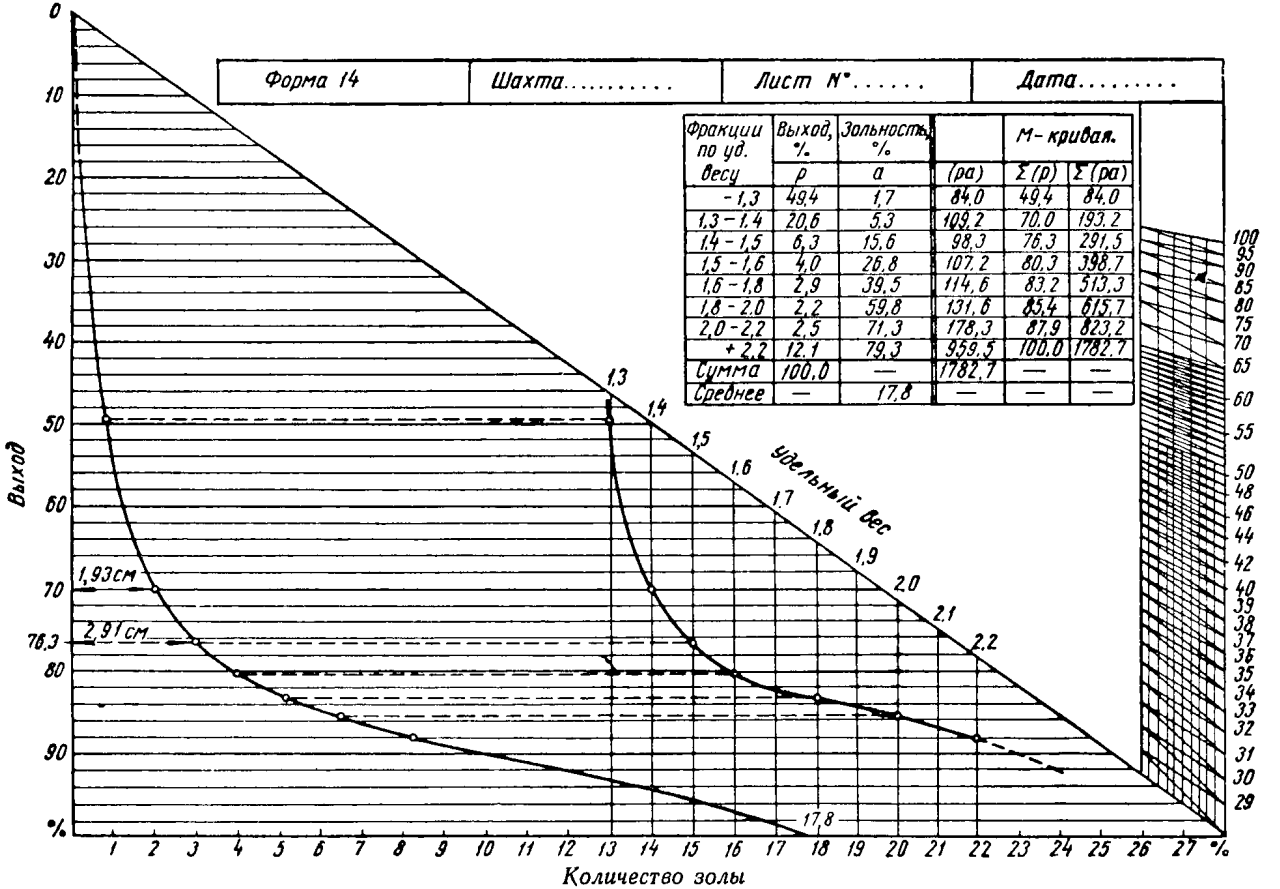
Размер зерна: от 10 до 80 мм

Исходный продукт: 44,8 % класса 0-80 мм от рядового угля



Фракции по уд весу	Выход, %	Зольность %	Суммарный выход, %
-1,3	49,4	1,7	49,4
1,3-1,4	20,6	5,3	70,0
1,4-1,5	6,3	15,6	76,3
1,5-1,6	4,0	26,8	80,3
1,6-1,8	2,9	39,5	83,2
1,8-2,0	2,2	59,8	85,4
2,0-2,2	2,5	71,3	87,9
+2,2	12,1	79,3	100,0
—	100,0	17,8	—

Рис. 21. Диаграмма обогатимости по Анри—Рейнгардту



Фракции по уд. весу	Выход, %	Зольность, %		М-кривая.	
	p	a	(pa)	Σ(p)	Σ(pa)
-1,3	49,4	1,7	84,0	49,4	84,0
1,3-1,4	20,6	5,3	109,2	70,0	193,2
1,4-1,5	6,3	15,6	98,3	76,3	291,5
1,5-1,6	4,0	26,8	107,2	80,3	398,7
1,6-1,8	2,9	39,5	114,6	83,2	513,3
1,8-2,0	2,2	59,8	131,6	85,4	645,7
2,0-2,2	2,5	71,3	178,3	87,9	823,2
+2,2	12,1	79,3	959,5	100,0	1782,7
Сумма	100,0	—	1782,7	—	—
Среднее	—	17,8	—	—	—

Рис. 22. Кривые обогатимости по Майеру

Форма 15	Шахта.....	Лист №...	Дата.....

Обогатительная машина Отсадочная машина для крупного зерна

Исходный продукт: размер зерна от 10 до 80 мм

Фракции по уд. весу	Разделительные числа КМ/В	Разделительные числа К/М
-1,3	—	—
1,3-1,4	—	—
1,4-1,5	—	7,6
1,5-1,6	—	46,3
1,6-1,8	3,0	82,1
1,8-2,0	28,9	95,7
2,0-2,2	65,4	100,0
+2,2	94,0	100,0

Граница разделения	$\delta_т$	$E_т$	J
К/М	1,55	0,055	0,120
КМ/В	2,00	0,135	0,135

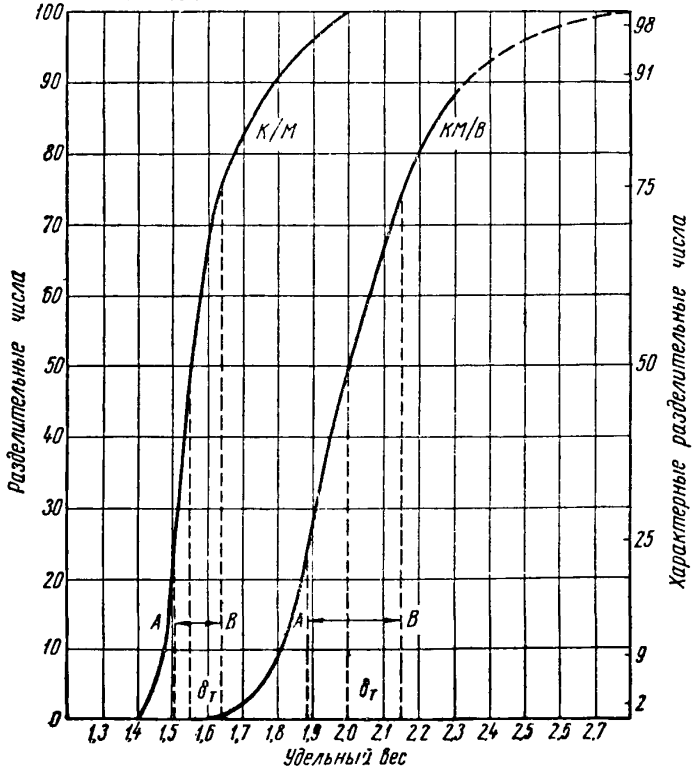


Рис. 23. Кривые разделения по Тромпу

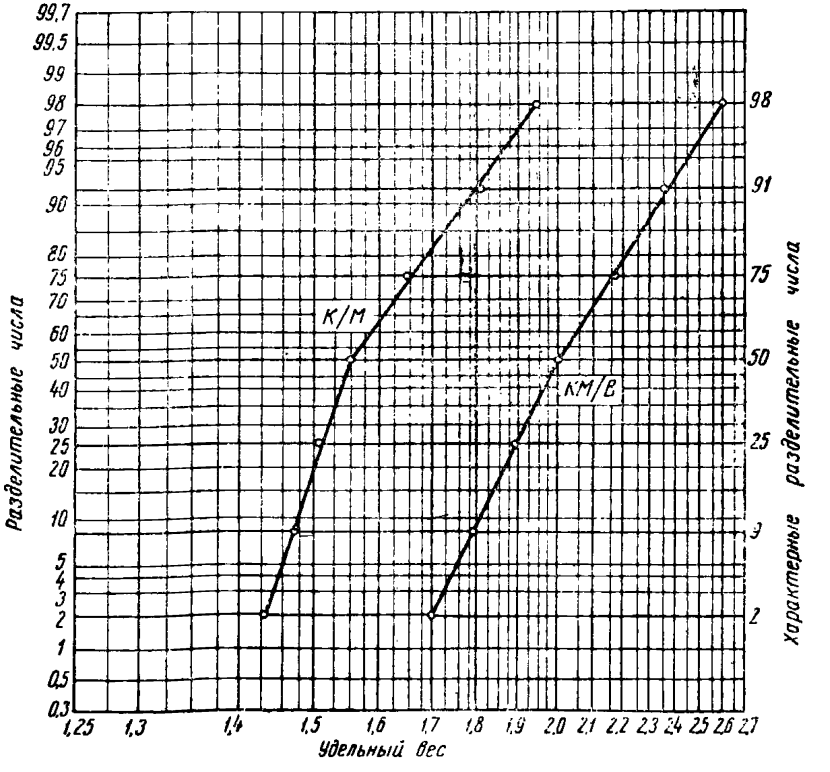
Форма 16	Шахта.	Лист N°. . .	Дата . . .

Обогатительная машина: Отсадочная машина для крупного зерна

Исходный продукт: класс 10-80 мм

Фракции по уд весу	Разделительные числа КМ/В	Разделительные числа К/М
-1,3		
1,3-1,4		
1,4-1,5		7,6
1,5-1,6		46,3
1,6-1,8	3,0	82,1
1,8-2,0	28,9	95,7
2,0-2,2	65,4	100,0
+2,2	94,0	100,0

Граница разделения	$\delta_т$	$E_т$	J
К/М	1,55	0,065	0,120
КМ/В	2,00	0,135	0,135



Масштаб: Абсциссы: логарифмические деления Lg (уд вес-1) от 1,25 до 2,7 = 167мм

Ординаты: Вероятностный масштаб от 0,3 до 99,7 = 174мм

Рис. 24. Кривые разделения по Тромпу

Форма 17

Данные исследования за сутки при контроле за производством *Шахта* Обогащение

Лист № *Дата*

Продукт	Зольность (абсолютно сухого продукта), %	Общая влажность Содержание твердого вещества, %, *г/л*		Содержание зерен менее 0,5 *мм* и более 10 *мм*, %	Фракционный анализ		
					1,5 выход, %	0,5—1,8 выход, %	+1,8 выход, %
1	2	3	4	5	6	7	8
Кусковой уголь							
Кулак							
Орех I							
Орех II							
Орех III							
Орех IV							
Орех V							
Коксовый уголь							
Уголь для брикетирования							
Уголь для котельной							
Вся порода							
Обеспыленная угольная мелочь							
Пыль (Отсадочная машина для крупного зерна)							
Уголь (Отсадочная машина для крупного зерна)							
Средний продукт (Отсадочная машина для крупного зерна)							
Порода (Отсадочная машина для крупного зерна)							
Уголь (Отсадочная машина для мелкого зерна)							
Средний продукт (Отсадочная машина для мелкого зерна)							
Порода (Отсадочная машина для мелкого зерна)							
Уголь (Контрольная отсадочная машина)							
Средний продукт (Контрольная отсадочная машина)							
Порода (Контрольная отсадочная машина)							
Флотационный концентрат							
Флотационные хвосты							
Обезвоженный крупный шлам							
Обезвоженный в бункерах и центрифугах уголь							
Тонкий шлам							
Фильтрат и фугат							
Моечная вода							
Сбрасываемая вода (в водоприемник)							

Форма 18

	Паспорт машины № 2.221/1 Классификационный грохот для ореха I	Шахта / Мойка

Поставлен фирмой: Тип: Двойной резонансный грохот
Имеются чертежи: Сборный чертеж: №
Короб грохота:
Сито грохота: №
Коленчатый вал: №
Количество материала, поступающего на грохот, *т/ч*
Просеивающая площадь: 1600×8000 *мм*
Тип просеивающей поверхности: перфорированный лист. Отверстия круглые
Потребляемая мощность, *л. с.* Номинальное число колебаний в минуту
Наклон . . . град. Ход . . . . . *мм*

Данные двигателя

Номинальная мощность, ... *л. с.*
Номинальная скорость вращения, ... *об/мин*
Оформлен 10. 2. 1953

№ позиции	Дата	Ремонт
I	24. 11. 52	Отремонтирована вибрационная пружина 3

Форма 19

Карточка расходов на ремонт № 2. 221/1 Классификационный грохот для ореха		Шахта / Мойка		
№ позиции	Предмет расходов	Виды расходов		
		заработная плата, нем. марок	материал, нем. марок	прочие, нем. марок
1	1. Вибрационная пружина 1. Смена	20	18,30	

Форма 20

Горнопромышленная компания			Суточные расходы на рабочую силу и средства в производства за месяц 19 г.					Шахта	
								Обогащение	
дни работы мойки	чистое[1] время работы мойки, *ч*	пропускная способность, *т*	рабочая сила		электроэнергия, *квт·ч*	сжатый воздух за машинное время, *м³*	расход свежей воды, *м³*	флотационных реагентов, *кг*	утяжелителя, *кг*
			по эксплуатации	по ремонту					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									
13									
14									
15									
16									
17									
18									
19									
20									
21									
22									
23									
24									
25									
26									
27									
28									
29									
30									
31									
Сумма									

[1] При нескольких системах машинное время указывать раздельно.

Форма 21

Удельные расходы на рабочую силу и средства производства за 19 г.								Шахта / Обогащение	
месяц	рабочие дни	средняя производительность, *т/ч*	рабочая сила: для обслуживания, *чел-день*	рабочая сила: для ремонта, *чел-день*	электроэнергия, на 1 *т* материала, поступившего на мойку, *квт·ч*	сжатый воздух за машинное время на 1 *т* материала, поступившего на мойку, *м³*	свежая вода на 1 *т* материала, поступившего на мойку, *м³*	реагентов на 1 *т* материала, поступившего на флотацию, *кг*	утяжелитель на 1 *т* материала, поступившего на сепаратор, *кг*
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Среднемесячное за предыдущий год									
Январь									
Февраль									
Март									
Апрель									
Май									
Июнь									
Июль									
Август									
Сентябрь									
Октябрь									
Ноябрь									
Декабрь									
Среднемесячное									

Месячные производственные расходы за 19 г. — Шахта / Обогащение

месяц	расходы на рабочую силу по эксплуатации		расходы на электроэнергию		расходы на сжатый воздух		расходы на свежую воду		расходы на флотационные реагенты		расходы на утяжелитель		расходы на поддержание и ремонт					Итого производственные расходы	
	нем. марок	нем. марок на 1 *т*	нем. марок	нем. марок на 1 *т*	нем. марок	нем. марок на 1 *т*	нем. марок	нем. марок на 1 *т*	нем. марок	нем. марок на 1 *т*	нем. марок	нем. марок на 1 *т*	части машин, нем. марок	матер. со склада, нем. марок	рабочая сила	всего, нем. марок	нем. марок на 1 *т*	нем. марок	нем. марок на 1 *т*
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Среднемесячное за предыдущий год																			
Январь																			
Февраль																			
Март																			
Апрель																			
Май																			
Июнь																			
Июль																			
Август																			
Сентябрь																			
Октябрь																			
Ноябрь																			
Декабрь																			
Среднемесячное																			
Цены	за		с нем. марок		с нем. марок		с нем. марок												
Электроэнергия 1 *квт·ч*																			
Сжатый воздух 1000 $м^3$																			
Свежая вода 1 $м^3$																			
Флотационные реагенты 100 *кг*																			
Утяжелитель 1 *т*																			

Правила и нормы приемки и контроля установок для обогащения каменного угля

Редактор издательства *В. П. Куник* Техн. редакторы *С. Я. Шкляр, В. Г. Овсеенко*

Сдано в набор 19/VI 1962 г. Подписано в печать 26/X 1962 г. Формат бумаги 60×90¹/₁₆
Печ. л. 7,75 Уч.-изд. л. 8,1 Тираж 1500 экз. Т-
Изд. № 258 Инд. 5/8в Цена 57 коп. Заказ № 300
Государственное научно-техническое издательство литературы по горному делу
ГОСГОРТЕХИЗДАТ
Москва, Грузинский вал. д. 35

Московская типография Госгортехиздата. Москва, Ж-88, Южно-портовый 1-й пр., 17.

ЗАМЕЧЕННЫЕ ОПЕЧАТКИ

Стр.	Строка	Напечатано	Должно быть
15	Левая половина, 8 сверху	ν_1	ϑ_1
	Правая половина, 22 сверху	ν_1	ϑ_1
20	4 сверху	осветлений	ответвлений
48	18 сверху	$\frac{+\text{ рабочая влажность}}{100}$ %,	+ рабочая влажность, %.
54	3 сверху	$\gamma_1 = \frac{(k-k_3)(m_2-m_3)-}{(k_1-k_3)(m_2+m_3)-} \rightarrow$ $\rightarrow \frac{-(m-m_3)(k_2-k_3)}{-(m_1-m_3)(k_2-k_3)} 100$, %;	$\gamma_1 = \frac{(k-k_3)(m_2-m_3)-}{(k_1-k_3)(m_2-m_3)-} \rightarrow$ $\rightarrow \frac{-(m-m_3)(k_2-k_3)}{-(m_1-m_3)(k_2-k_3)} 100$, %;
61	7 снизу	... кривые β, υ	... кривые β, ϑ
64	9 сверху	Разделительные числа[1]	Разделительные числа[2]
	22 сверху	абсцисс[2]	абсцисс[3]
	26 сверху	G[3]	G[4]
65	1 снизу	$\delta_1 = 1,55$ $J = 0,135$, а для $\delta_2 = 2,0$ $J = 0,120$	$\delta_1 = 1,55$ $J = 0,120$, а для $\delta_2 = 2,0$ $J = 0,135$
68	Табл. 7, 2-я колонка	8,3[1]	8,3*
		18,3[1]	18,3*
		—	—
68	Табл. 7, 3-я колонка	120[1]	120*
		—	—
76	Табл. 20, 5-я колонка	Содержание чистого угля	Содержание чистой породы
84	19 сверху	(табл. 32, п. 8)	(табл. 32, п. 10)
101	4 сверху	Схемы пробы	Сухие пробы
	2—3 сверху	... выравнивания погрешностей	... наименьших квадратов
110	1 снизу, 6 колонка	1,135	0,135
112	2—1 снизу	эквивалентный вес КН/В	эквивалентный удельный вес КМ/В

gost.e-ecolog.ru