

**ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ИРКУТСКОЙ ОБЛАСТИ
«ЧЕРЕМХОВСКИЙ ГОРНОТЕХНИЧЕСКИЙ КОЛЛЕДЖ
ИМ. М.И. ЩАДОВА»**

РАССМОТРЕНО

на заседании ЦК
«Горных дисциплин»
Протокол № 6
«04» февраля 2025г.
Председатель: Н.А. Жук

Утверждаю:
Зам. директора
О.В. Папанова
«26» мая 2025 г.

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

по практическим занятиям студентов

учебной дисциплины

ОП. 13 Обогащение полезных ископаемых

21.02.15 Открытые горные работы

Разработал:
Самородова Т.В.

2025 г.

СОДЕРЖАНИЕ

	СТР.
1. ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА	3
2. ПЕРЕЧЕНЬ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ	4
3. СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ	5
4. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ	75
ЛИСТ ИЗМЕНЕНИЙ И ДОПОЛНЕНИЙ, ВНЕСЁННЫХ В МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ	77

1. ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Методические указания по практическим занятиям учебной дисциплине «ОБОГАЩЕНИЕ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ» составлены в соответствии с учебным планом и рабочей программой дисциплины по специальности **21.02.15 Открытые горные работы.**

Цель проведения практических занятий: формирование практических умений, необходимых в последующей профессиональной и учебной деятельности.

Методические указания являются частью учебно-методического комплекса по учебной дисциплине и содержат:

- тему занятия (согласно тематическому плану учебной дисциплины);
- цель;
- оборудование (материалы, программное обеспечение, оснащение, раздаточный материал и др.);
- методические указания (изучить краткий теоретический материал по теме практического занятия);
- ход выполнения;
- форму отчета.

В результате выполнения полного объема практических занятий студент должен **уметь:**

- применять техническую терминологию;
- выделять из технологической схемы обогащения, составляющие её технологические процессы;
- производить расчет и выбор подготовительного, основного и вспомогательного оборудования для осуществления технологических процессов обогащения полезных ископаемых;
- читать типовые технологические схемы обогащения.

При проведении практических работ применяются следующие технологии и методы обучения:

- упражнения – действия по инструкции;
- проблемное обучение;
- решение кейсов;
- работа в малых группах

Оценка выполнения заданий практических занятий

Оценка «отлично» ставится, если студент выполнил практическое занятие в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности действий; в ответе правильно и аккуратно выполняет все записи, таблицы, вычисления; правильно выполняет анализ ошибок.

Оценка «хорошо» ставится, если студент выполнил требования к оценке "5", но допущены 2-3 незначительных недочета.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если студент выполнил практическое занятие не полностью, но объем выполненной части таков, что позволяет получить правильные результаты и выводы; в ходе проведения занятия были допущены ошибки.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если студент выполнил практическое занятие не полностью или объем выполненной части не позволяет сделать правильных выводов.

В соответствии с учебным планом и рабочей программы дисциплины «Обогащение полезных ископаемых» на практические занятия отводится: **50 часов.**

2. ПЕРЕЧЕНЬ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

№ п/п	Тема практических занятий	Количество часов
1.	Практическое занятие №1 Выделение из технологической схемы обогащения, составляющие ее технологические процессы. Чтение технологических схем обогащения.	2
2.	Практическое занятие №2 Выполнение технологических схем	2
3.	Практическое занятие №3 Решение задач на определение технологических показателей с применением технической терминологии	2
4.	Практическое занятие №4 Определение гранулометрического состава углей	2
5.	Практическое занятие №5 Решение задач Основы грохочения	2
6.	Практическое занятие №6 Решение задач Основы грохочения	2
7.	Практическое занятие №7 Решение задач Оборудование для грохочения	2
8.	Практическое занятие №8 Решение задач Основы процесса дробления	2
9.	Практическое занятие №9 Решение задач Основы процесса дробления	2
10.	Практическое занятие №10 Решение задач Оборудование для дробления	2
11.	Практическое занятие №11 Составление типовых технологических схем дробления	2
12.	Практическое занятие №12 Составление типовых технологических схем подготовительных операций обогащения	2
13.	Практическое занятие №13 Решение задач Фракционный анализ и обогатимость углей	2
14.	Практическое занятие №14 Решение задач Основы процесса обогащения в тяжелых средах	2
15.	Практическое занятие №15 Решение задач Основы процесса обогащения в тяжелых средах.	2
16.	Практическое занятие №16 Решение задач Оборудование для обогащения в тяжелых суспензиях	2
17.	Практическое занятие №17 Решение задач Основы процесса отсадки. Оборудование для отсадки	2
18.	Практическое занятие №18 Решение задач Основы процесса отсадки. Оборудование для отсадки	2
19.	Практическое занятие №19 Решение задач Оборудование для противоточного гравитационного обогащения	2
20.	Практическое занятие №20 Решение задач Основы флотации	2
21.	Практическое занятие №21 Решение задач Оборудование для флотации	2

22.	Практическое занятие №22 Решение задач Основы процесса дренирования.	2
23.	Практическое занятие №23 Решение задач Основы процесса. Оборудование для сгущения	2
24.	Практическое занятие №24 Составление технологических схем обогащения.	2
25.	Практическое занятие №25 Составление технологических схем обогащения.	2

3. СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

Практическое занятие №1

Тема: Выполнение технологических схем

Цель: Формирование умения выполнения технологических схем обогащения

Оборудование: раздаточный материал

Методические указания: изучить теоретический материал

Ход выполнения: выполнить задания

Схемы обогащения изображают в определенном установленном порядке. Технологические операции изображают жирной горизонтальной линией толщиной 1-2 мм, над которой написано название операции. Движение продуктов обозначают линиями со стрелкой. При пересечении вертикальных и горизонтальных линий движения продуктов обводку показывают на горизонтальной линии. При построении схемы стремятся обеспечить минимум потоков, направляемых вертикально, и вывод всех продуктов обогащения на горизонтальную прямую внизу схемы. На рис. 2.2 представлена упрощенная схема обогащения руды.

Одна и та же схема обогащения может быть выполнена различным образом. Так, отдельные операции могут осуществляться в разных аппаратах, а одна и та же операция может выполняться в одной или нескольких машинах.

Задание: составить технологическую схему по ее описанию.

Описание технологической схемы

Рядовой уголь, крупностью более 80 мм поступает на подготовительные грохочение. В результате грохочения образуется два класса 0–25мм и 25-80 мм. Класс 25-80мм поступает на дешламацию. В результате дешламации получается класс 25-80мм и класс 0-25мм. Класс 25-80мм удаляется из операции, а класс 0-25мм поступает на обесшламливание. Образуется класс 0-1мм и класс 1-25мм. Класс 1-25мм поступает на обогащение методом отсадки. В результате обогащения получается продукты концентрат и отходы. Отходы удаляются, а концентрат поступает далее на обезвоживание. В результате обезвоживания получается класс 13-25мм и класс 0-13мм. Класс 0-13мм поступает на отмучивание, где разделяется на классы 0-1мм и 1-13мм. Класс 1-13мм поступает на центрифугирование, где разделяется на классы 0-1мм и 1-13мм и удаляется из процесса обогащения.

Класс 0-1мм после операций: дешламация, обесшламливание, обогащение, обезвоживание, отмучивание и центрифугирование отправляется в наружные шламовые отстойники.

Форма отчета: Студенты представляют для проверки схему, выполненную по ситуационному заданию в рабочих тетрадях для практических работ.

Практическое занятие №1

Тема: Выделение из технологической схемы обогащения, составляющие ее технологические процессы. Чтение типовых технологических схем обогащения.

Цель: Формирование умения выделять из технологической схемы обогащения, составляющие её технологические процессы;

Оборудование: раздаточный материал

Методические указания: изучить теоретический материал

Ход выполнения: выполнить задания

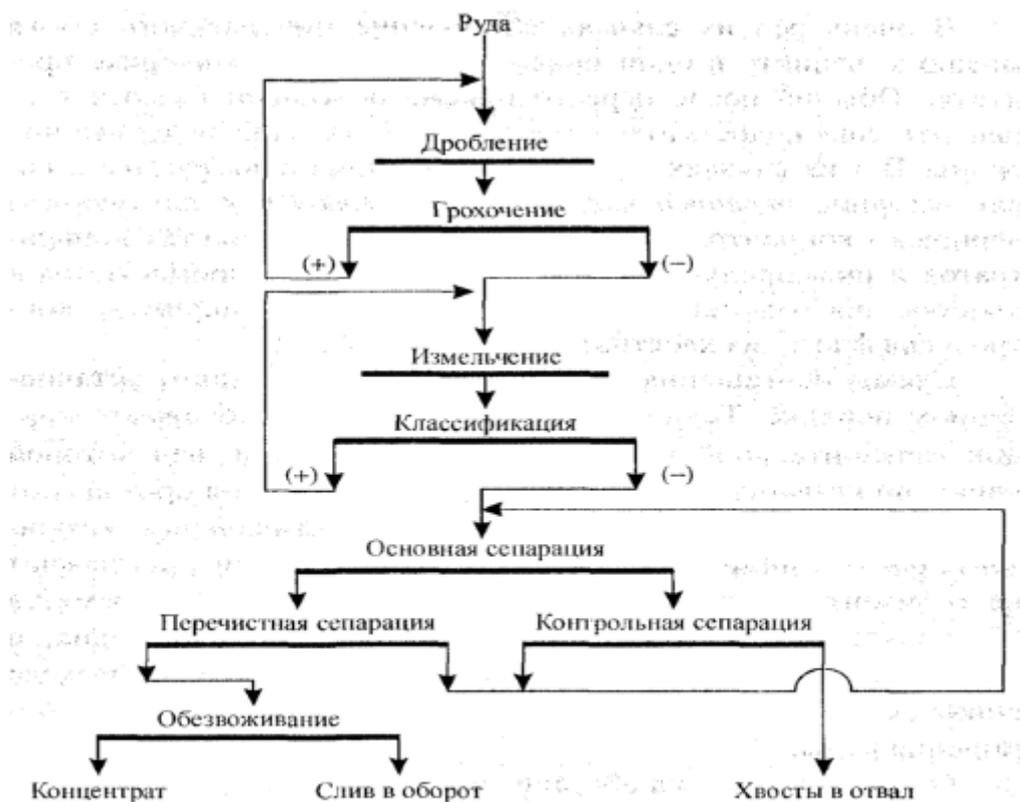
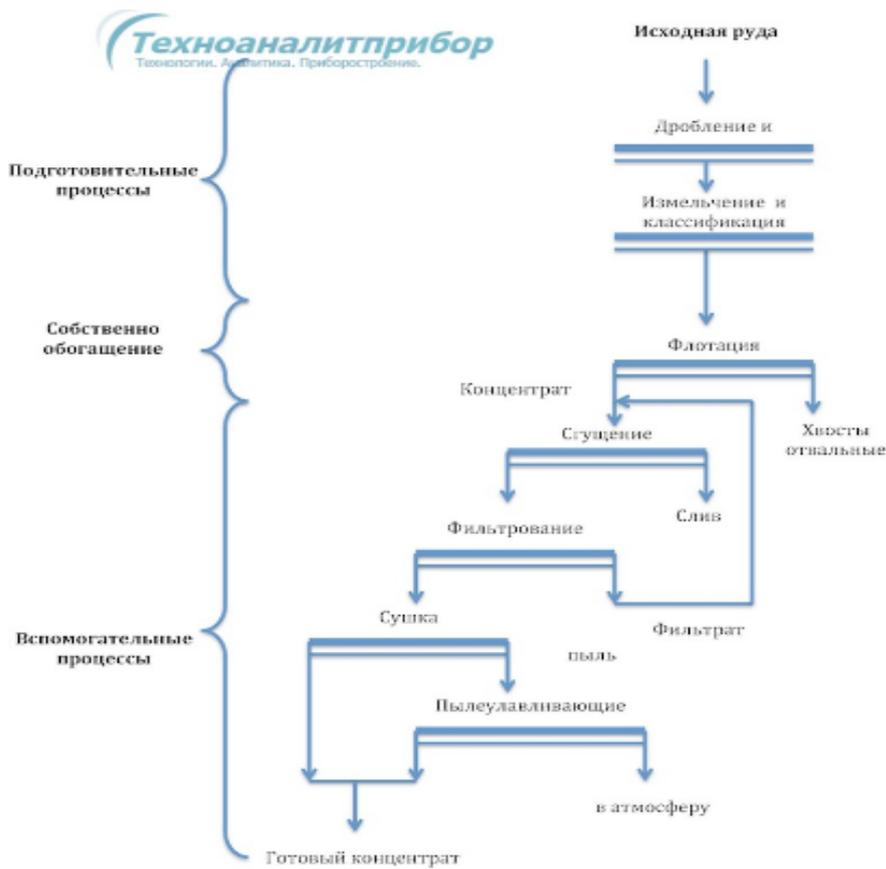
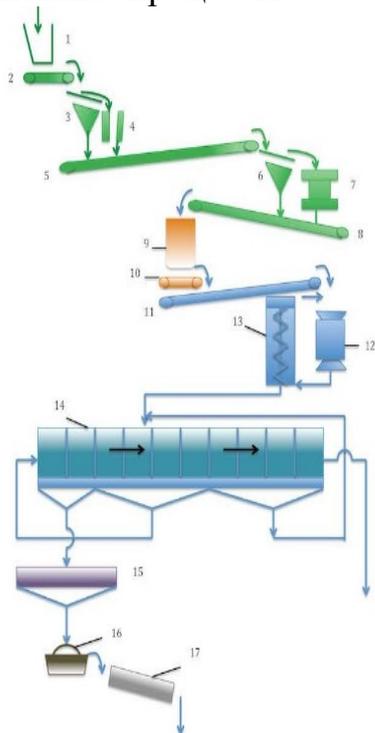


Рис. 2.2. Принципиальная схема обогащения



Задание 1. Выделить подготовительные процессы в схеме цепи аппаратов.

Задание 2. Преобразовать схему цепи аппаратов в линейную. Выделить основные процессы



1 - бункер исходной руды; 2, 5, 8, 10, 11 - конвейеры; 3, 6 - грохоты; 4 - щековая дробилка; 7 - конусная дробилка; 9 - бункер дробленой руды; 12 - мельница; 13 - спиральный классификатор; 14 - флотационная машина; 15 - ступитель; 16 - вакуумный фильтр; 17 - сушильный барабан.

Форма отчета: Студенты представляют для проверки схему, выполненную по ситуационному заданию в рабочих тетрадях для практических работ, также необходимо ответить на контрольные вопросы, приведенные ниже.

Контрольные вопросы

1. Какие типы технологических схем Вы знаете?
2. Что такое схема цепи аппаратов.
3. Что означает качественная схема технологического процесса?
4. Как Вы можете охарактеризовать качественно-количественную схему обогащения?
5. Что означает водно-шламовая схема?
6. Какие характеристики можно получить, следуя технологическим схемам?

Практическое занятие №2

Тема: Выполнение технологических схем

Цель: Формирование умения выполнения технологических схем обогащения

Оборудование: раздаточный материал

Методические указания: изучить теоретический материал

Ход выполнения: выполнить задания

Схемы обогащения изображают в определенном установленном порядке. Технологические операции изображают жирной горизонтальной линией толщиной 1-2 мм, над которой написано название операции. Движение продуктов обозначают линиями со стрелкой. При пересечении вертикальных и горизонтальных линий движения продуктов обводку показывают на горизонтальной линии. При построении схемы стремятся обеспечить

минимум потоков, направляемых вертикально, и вывод всех продуктов обогащения на горизонтальную прямую внизу схемы. На рис. 2.2 представлена упрощенная схема обогащения руды.

Одна и та же схема обогащения может быть выполнена различным образом. Так, отдельные операции могут осуществляться в разных аппаратах, а одна и та же операция может выполняться в одной или нескольких машинах.

Задание: составить технологическую схему по ее описанию.

Описание технологической схемы

Рядовой уголь, крупностью более 80 мм поступает на подготовительные грохочение. В результате грохочения образуется два класса 0–25мм и 25–80 мм. Класс 25–80мм поступает на дешламацию. В результате дешламации получается класс 25–80мм и класс 0–25мм. Класс 25–80мм удаляется из операции, а класс 0–25мм поступает на обесшламливание. Образуется класс 0–1 мм и класс 1–25мм. Класс 1–25мм поступает на обогащение методом отсадки. В результате обогащения получается продукты концентрат и отходы. Отходы удаляются, а концентрат поступает далее на обезвоживание. В результате обезвоживания получается класс 13–25мм и класс 0–13мм. Класс 0–13мм поступает на отмучивание, где разделяется на классы 0–1мм и 1–13мм. Класс 1–13мм поступает на центрифугирование, где разделяется на классы 0–1мм и 1–13мм и удаляется из процесса обогащения.

Класс 0–1мм после операций: дешламация, обесшламливание, обогащение, обезвоживание, отмучивание и центрифугирование отправляется в наружные шламовые отстойники.

Форма отчета: Студенты представляют для проверки схему, выполненную по ситуационному заданию в рабочих тетрадах для практических работ.

Практическое занятие №3

Тема: Решение задач на определение технологических показателей с применением технической терминологии

Цель: приобретение навыков определения технологических показателей с применением технической терминологии

Оборудование: раздаточный материал

Методические указания: изучить теоретический материал

Ход выполнения: выполнить задания

Задача 1. При обогащении 2500 т рядового угля получено 2033 т концентрата. Определить выход концентрата. Ответ. 81,3%.

$$\gamma_{к-та} = \frac{Q_{к-та}}{Q_{р.у}} \cdot 100; \quad \%$$

№ В-та	Q _{р.у} (т)	Q _{к-та} (т)	№ В-та	Q _{р.у} (т)	Q _{к-та} (т)	№ В-та	Q _{р.у} (т)	Q _{к-та} (т)
1	2600	2114	8	2100	1707	15	5100	4146
2	1450	1179	9	1520	1236	16	6150	5000
3	8450	6870	10	8100	6585	17	8150	6626
4	3250	2642	11	3100	2520	18	3215	2614
5	1820	1480	12	1900	1545	19	1615	1313
6	2230	1813	13	2200	1789	20	1915	1557

7	4420	3593	14	4500	3659	21	3830	3114
---	------	------	----	------	------	----	------	------

Задача 2. При обогащении 3200 т рядового угля получено 2406,4 т концентрата, 128 т промпродукта и 665,6 т отходов. Определить выходы продуктов обогащения. Ответ: $\gamma_{к-та}=75,2\%$; $\gamma_{пп}=4,0\%$; $\gamma_o=20,8\%$.

При решении индивидуальных занятий необходимо найти $Q_{отходов}$

$$Q_{отходов} = Q - Q_{к-т} - Q_{п/п-та} \quad \text{т}; \quad \gamma_{к-та} = \frac{Q_{к-та}}{Q_{р.у}} \cdot 100; \quad \%$$

$$\gamma_{пп} = \frac{Q_{п/п-та}}{Q_{р.у}} \cdot 100, \quad \%;$$

$$\gamma_o = \frac{Q_{отходов}}{Q_{р.у}} \cdot 100, \quad \%$$

№ В-та	$Q_{к-т}(т)$	$Q_{р.у}(т)$	$Q_{п/п-та}(т)$	№ В-та	$Q_{к-т}(т)$	$Q_{р.у}(т)$	$Q_{п/п-та}(т)$	№ В-та	$Q_{к-т}(т)$	$Q_{р.у}(т)$	$Q_{п/п-та}(т)$
1	2380	3200	120	8	2300	3100	125	15	2450	3300	130
2	3050	4100	180	9	2950	4000	160	16	3100	4200	170
3	5000	6500	250	10	4750	6400	250	17	4900	6600	260
4	4300	5700	200	11	4150	5600	210	18	4300	5800	230
5	2150	2900	150	12	2080	2800	120	19	2220	3000	130
6	5350	7150	300	13	5250	7100	300	20	5350	7200	320
7	6150	8200	320	14	6000	8100	350	21	5900	8000	320

Задача 3. Рассчитать выход никелевого концентрата, массовая доля никеля в котором равна $\beta = 10\%$. На фабрику поступает руда с массовой, долей никеля $\alpha = 3,2\%$, Извлечение никеля в концентрат $\varepsilon = 82\%$. Ответ: 26,24 %.

№ В-та	$\beta(\%)$	$\alpha(\%)$	$\varepsilon(\%)$	№ В-та	$\beta(\%)$	$\alpha(\%)$	$\varepsilon(\%)$	№ В-та	$\beta(\%)$	$\alpha(\%)$	$\varepsilon(\%)$
1	10,0	3,2	82,0	8	9,0	4,0	81,0	15	12,0	3,0	85,0
2	10,0	5,0	81,0	9	12,0	3,12	80,0	16	11,0	7,0	66,0
3	12,0	4,0	78,0	10	9,0	3,1	81,0	17	7,0	3,0	84,0
4	9,0	3,7	90,0	11	7,0	2,1	82,0	18	8,0	4,0	88,0
5	9,0	3,8	81,0	12	8,0	3,0	80,0	19	9,0	3,8	81,0
6	10,0	3,1	79,0	13	8,8	4,18	72,8	20	10,0	5,0	81,0
7	10,0	3,0	79,0	14	10,0	4,0	80,0	21	8,2	4,0	82,0

Задача 4. Найти выходы концентрата и хвостов, если фабрика перерабатывает руду с содержанием меди $\alpha = 1,5\%$, а после обогащения получают два продукта: концентрат с содержанием меди $\beta = 20\%$ и хвостов с содержанием меди $\vartheta = 0,1\%$. Ответы: 7,04 и 92,96 %.

№ В-та	$\alpha(\%)$	$\beta(\%)$	$\vartheta(\%)$	№ В-та	$\alpha(\%)$	$\beta(\%)$	$\vartheta(\%)$	№ В-та	$\alpha(\%)$	$\beta(\%)$	$\vartheta(\%)$
1	1,4	20	0,1	8	1,25	19	0,3	15	1,35	19	0,1
2	1,2	18	0,15	9	1,4	21	0,2	16	1,1	21	0,2
3	1,15	19	0,2	10	1,27	19,0	0,1	17	1,25	20	0,15
4	1,3	21	0,25	11	1,35	18	0,15	18	1,3	19	0,3
5	1,1	18	0,1	12	1,45	19	0,25	19	1,4	21	0,3
6	1,4	19,5	0,15	13	1,5	21	0,2	20	1,45	22	0,3
7	1,6	20	0,2	14	1,25	20	0,15	21	1,2	19	0,2

Задача 5. Определить содержание полезного компонента в хвостах, если из $Q_{исх} = 1\ 000$ т руды с содержанием полезного компонента $\alpha = 0,8\%$ в процессе обогащения получено $Q_{к-та} = 13$ т концентрата при извлечении 90 %.

$$\gamma_{к-та} = \frac{Q_{к-та}}{Q_{исх}} \cdot 100; \quad \%$$

$$\varepsilon_{отх} = 100 - \varepsilon_{к-та}, \quad \%$$

$$\gamma_{отх} = 100 - \gamma_{к-та}, \quad \%$$

$$\vartheta = \frac{\varepsilon_{отх} \cdot \alpha}{\gamma_{отх}}, \quad \%$$

№ В-та	Q _{исх} (Т)	α(%)	Q _{к-та} (Т)	ε(%)	№ В-та	Q _{исх} (Т)	α(%)	Q _{к-та} (Т)	ε(%)
1.	1000	0,8	13,0	90,0	11.	1050	0,8	21,0	90
2.	1000	0,7	14,0	85,0	12.	1200	0,7	24,0	85
3.	800	0,9	12,0	80,0	13.	1300	0,9	26,0	80
4.	1000	0,8	12,0	85,0	14.	1400	0,8	14,0	85
5.	1200	1,0	15,0	80,0	15.	1200	1,0	18,0	80
6.	1400	2,0	28,0	85,0	16.	1400	2,0	21,0	85
7.	1200	2,0	12,0	90,0	17.	1200	2,0	12,0	90
8.	1300	0,9	26,0	80,0	18.	1300	0,7	26,0	80
9.	1500	0,9	30,0	90,0	19.	1500	0,9	37,5	90
10.	1200	0,7	30,0	80,0	20.	1200	1,1	30,0	90

Форма отчета: Студенты представляют для проверки расчеты задач, выполненные по заданиям в рабочих тетрадях для практических работ.

Практическое занятие №4

Тема: Определение гранулометрического состава углей

Цель: Формирование умения обработки результатов гранулометрического состава

Оборудование: раздаточный материал

Методические указания: изучить теоретический материал

Ход выполнения: выполнить задания

Среднеарифметический диаметр класса

$$d_{cp} = \frac{d_1 + d_2}{2}, \text{ мм}$$

где d_1 и d_2 — минимальный и максимальный размер частиц класса, мм.

Эквивалентный диаметр частицы

$$d_э = 1,24 \cdot \sqrt[3]{\frac{m}{\delta}}$$

где m — масса частицы, кг;

δ — плотность частицы, кг/м³.

Среднединамический диаметр частиц сыпучей массы

$$d_{cp} = \frac{\gamma_1 d_1 + \gamma_2 d_2 + \dots + \gamma_n d_n}{\gamma_1 + \gamma_2 + \dots + \gamma_n}$$

где $\gamma_1 \dots \gamma_n$ — выход классов, %;

$d_1 \dots d_n$ — среднеарифметические диаметры соответствующих классов, мм; n — число классов.

Масса порций для ситового анализа определяется по ГОСТ 16094-78 (см. приложение 1); количество порций — 30.

1. Масса порций и пробы для ситового анализа

Максимальный размер кусков, мм	Минимальная масса, кг,	
	порции	пробы
Более 200	60	1800
До 200	40	1200
150	30	900
100	20	600
50	10	300
25	5	150
13	2,6	78
6	1,2	36

Суммарные выходы и среднединамическую зольность отдельных классов, а также всего угля определяют по формулам баланса:

$$\gamma = \gamma_1 + \gamma_2 + \dots + \gamma_n, \%$$

$$A^c = \frac{\gamma_1 A_1^c + \gamma_2 A_2^c + \dots + \gamma_n A_n^c}{\gamma_1 + \gamma_2 + \dots + \gamma_n}, \%$$

$\gamma_1 \dots \gamma_n$ — выходы классов, %;

$A_1^c \dots A_n^c$ — зольность соответствующих классов, %.

Формулу (8) также используют при определении среднединамических показателей $S_{об}^c$ и W^p , подставляя их в формулу вместо A^c .

Задача 1. Определить среднеарифметические диаметры классов 50—100, 25—50 и 13—25 мм. Ответ. 75 мм; 37,5 мм; 19 мм.

Задача 2. Определить среднединамический диаметр частиц сыпучей смеси классов 13—25 и 0—13 мм, если их выход соответственно равен 45 и 20%. Ответ. 15,1 мм.

Задача 3. Определить среднединамический диаметр частиц смеси классов 13—25, 25—50 и 50—100 мм, если их выход соответственно равен 25, 15 и 10%. Ответ. 35,6%.

Задача 4. Масса частицы неправильной формы равна 10 г и ее плотность 1400 кг/м³. Определить эквивалентный диаметр частицы. Ответ. 24 мм.

Задача 5. Масса частицы равна 40 г и ее плотность 2200 кг/м³. Определить эквивалентный диаметр частицы. Ответ. 33 мм.

Задача 6. Определить минимальную массу пробы для ситового анализа угля, если максимальный размер частиц 200 мм. Ответ. 1800 кг.

Задача 7. Определить минимальную массу пробы для ситового анализа угля, если максимальный размер частиц 150 мм. Ответ. 900 кг.

Задача 8. По результатам ситового анализа угля (табл. 1) определить выходы отдельных продуктов и классов, суммарные выходы и зольность классов, зольность всего угля.

Класс, мм	Масса класса, кг	Выход класса, %	Суммарный выход,	Состав топлива по компонентам	$A^c, \%$

				Наименование компонента	Масса, кг	Выход, %	
1	2	3	4	5	6	7	8
>150	84,4	4,7		Уголь	65,0		6,6
				Сростки	4,0		35,1
				Порода	15,4		80,2
				Колчедан	-		-
				Итого			
100-150	154,1	-		Уголь	115,4	-	7,4
				Сростки	20,3	-	38,0
				Порода	15,8	-	79,1
				Колчедан	2,6	-	24,8
		-		Итого		-	-
50—100	130,1	-		Уголь	95,2	-	6,5
				Сростки	12,5	-	36,2
				Порода	22,4	-	78,3
				Колчедан	-	-	-
		-		Итого		-	-
25—50	275,2	-		Уголь	220,7	-	11,0
				Сростки	16,3	-	35,8
				Порода	30,0	-	72,3
				Колчедан	8,2	-	25,3
		-		Итого		-	-
13—25	220,0	-		-	-	-	14,8
6—13	170,5	-		-	-	-	21,3
3—6	220,7	-		-	-	-	20,7
1—3	210,8	-		-	-	-	23,4
0,5—1	150,0	-		-	-	-	22,1
0—0,5	184,2	-		-	-	-	19,5
Всего	1800	-		-	-	-	

Решение.

1. Заполняем графу 7 табл. 1 по данным графы 6. Выходы продуктов класса >150 мм:

$$\gamma_{>150\text{уголь}} = \frac{\text{бгр.класс}>150\text{уголь}}{2\text{гр.всего}} 100, \%$$

$$\gamma_{>150\text{сростки}} = \frac{\text{бгр.класс}>150\text{сростки}}{2\text{гр.всего}} 100, \%$$

$$\gamma_{>150\text{порода}} = \frac{\text{бгр.класс}>150\text{порода}}{2\text{гр.всего}} 100, \%$$

Общий выход класса >150 мм строка «Итого» гр.6

$$\gamma_{>150} = \gamma_{>150\text{уголь}} + \gamma_{>150\text{сростки}} + \gamma_{>150\text{порода}}, \%$$

Зольность (графы 7) строка «Итого» определяем по формуле:

$$A^c = \frac{\gamma_{>150\text{уголь}} A_{>150\text{уголь}}^c + \gamma_{>150\text{сростки}} A_{>150\text{сростки}}^c + \gamma_{>150\text{порода}} A_{>150\text{порода}}^c}{\gamma_{>150}}$$

И т.д для других классов.

2. Графу 4 заполняем последовательным суммированием данных графы 3
3. Зольность всего угля (строка всего графы 8) определяется по формуле:

$$A^c = \frac{\gamma_1 A_1^c + \gamma_2 A_2^c + \dots + \gamma_n A_n^c}{\gamma_1 + \gamma_2 + \dots + \gamma_n}$$

Задача 9. По результатам ситового анализа угля (табл. 2), определить зольность класса >100 мм и общую зольность угля

Классы, мм	Продукт	$\gamma, \%$	$A^c, \%$
>100	Уголь	1,6	8,7
	Сростки	1,4	38,5
	Порода	3,6	79,5
	ИТОГО	6,6	-
50-100	Необогащенный уголь	7,0	24,4
25-50	То же	9,2	26,7
13-25	То же	9,9	20,4
6-13	То же	14,4	20,9
3-6	То же	6,4	19,3
1-3	То же	19,0	21,3
0,5-1	То же	11,5	22,4
0-0,5	пыль	16,0	22,2
	Всего	100	-

Задача 10. По результатам ситового анализа угля (табл. 3) построить кривые ситового анализа α и β и определить выход и зольность класса 6—10 мм.

Таблица 3

Классы, мм	$\gamma, \%$	$A^c, \%$	Суммарно, %	
			$\gamma, \%$	$A^c, \%$
1	2	3	4	5
50- 100	15,0	29,5		
25- -50	27,5	20,5		
10- 25	22,5	16,3		
0- 10	35,0	13,0		
Итого	100,0	18,3	-	-

Решение.

1. Определяем суммарные выходы и зольность классов сверху (графы 4 и 5 табл. 3):
2. Строим кривую ситового анализа α . На оси ординат (рис. 1) откладываем в масштабе суммарные выходы (данные графы 4 табл. 3 и проводим вспомогательные линии, параллельные оси абсцисс. На этих линиях откладываем в масштабе размер отверстий сит (данные графы 1). Полученные точки соединяем кривой α .
3. Строим кривую средней зольности β . На вспомогательных линиях откладываем в масштабе среднюю зольность классов (данные графы 5). Полученные точки соединяем плавной кривой β .
4. Определяем выход класса 6—10 мм. На оси абсцисс (см. рис. 1) откладываем в масштабе размер отверстий сит

Форма отчета: Студенты представляют для проверки расчеты задач, выполненные по заданиям в рабочих тетрадях для практических работ.

Практическое занятие №5-6

Тема: Решение задач Основы грохочения

Цель: приобретение навыков определения основных технологических параметров процесса грохочения

Оборудование: раздаточный материал

Методические указания: изучить теоретический материал

Ход выполнения: выполнить задания

Основные формулы:

Шкала грохочения

$$m = \frac{d_{max}}{d_{min}}$$

где d_{max} и d_{min} — размер класса соответственно максимальный и минимальный.

Общая шкала грохочения

$$m_0 = m_1 m_2 \dots m_n$$

где m_1, m_2, \dots, m_n — шкалы грохочения отдельных классов.

При одинаковой шкале грохочения m

$$m_0 = m^n$$

где n — число классов.

Коэффициент живого сечения:

листовых сит с круглыми отверстиями и шахматным расположением

$$\beta = 90,7 \frac{d^2}{t^2}, \%$$

листовых сит с квадратными отверстиями:

$$\beta = 100 \frac{d^2}{t^2}, \%$$

d -размер отверстия сита, мм

t -шаг отверстий, мм.

листовых сит с щелевыми отверстиями:

$$\beta = \frac{1}{4} \left[\frac{\pi d^2 + 4d(l-d)}{(s+d)(s+l)} \right] 100, \%$$

где d и l — ширина и длина щели, мм;

s — расстояние между сторонами и концами щели, мм;

проволочных сит с квадратными отверстиями:

$$\beta = \frac{d^2}{(d_1+d)^2} \cdot 100, \%$$

проволочных сит с прямоугольными отверстиями:

$$\beta = \frac{bl}{(b+d_1)(l+d_1)} \cdot 100, \%$$

где d — размер отверстий сита, мм;

d_1 — диаметр проволоки, мм;

b и l — ширина и длина отверстий, мм.

Условие движения частиц по сити неподвижного наклонного грохота

$$\alpha \geq \psi,$$

где α — угол наклона сита, градус;

ψ — угол трения, градус.

Угол трения

$$\tan \psi = f_{\text{тр}},$$

где $f_{\text{тр}}$ — коэффициент трения скольжения частицы по сити грохота.

Ускорение частицы при ее движении по сити:

горизонтального грохота с прямолинейными колебаниями под углом к сити:

$$a \geq \frac{\sin \psi}{\cos(\psi - \beta)} g, \text{ м/с}^2$$

с подбрасыванием:

$$a \geq \frac{g}{\sin \beta}, \text{ м/с}^2$$

где ψ — угол трения, градус;

β — угол между направлением колебаний и плоскостью сита, градус;

$g = 9,81 \text{ м/с}^2$ — ускорение свободного падения;

наклонного грохота с круговыми колебаниями в вертикальной плоскости:

$$a \geq \frac{\sin(\psi - \alpha)}{\cos(\psi - \varphi)} g, \text{ м/с}^2$$

с подбрасыванием:

$$a \geq \frac{\cos \alpha}{\sin \varphi} g, \text{ м/с}^2$$

ψ и α — угол соответственно трения и наклона сита, градус;

φ — переменный угол между направлением колебания и плоскостью сита, градус.

Допустимая скорость движения частиц по сити:

$$v \leq 1,57\sqrt{D}, \text{ м/с}$$

Где D — размер отверстий сита, мм.

Максимальный размер частиц подрешетного продукта:

$$d = D \cos \alpha - b \sin \alpha,$$

где D — размер отверстий сита, мм;

α — угол наклона сита, градус;

b — толщина сита, мм.

Эффективность грохочения на односитном грохоте:

$$\eta = \frac{Q_1}{Q} 100, \%$$

Где Q_1 - масса полученного подрешетного продукта, т

Q - масса полученного подрешетного продукта в исходном питании, т.

Эффективность грохочения на односитном грохоте:

$$\eta = \frac{100(b-c)}{b(100-c)} 100, \%$$

Где b и c - содержание подрешетного продукта, соответственно в исходном питании и надрешетном продукте, %.

Эффективность грохочения на двухситном грохоте:

На верхнем сите:

$$\eta_1 = \frac{100(b_1 - c_1)}{b_1(100 - c_1)} 100, \%$$

Где b_1 и c_1 - содержание подрешетного продукта, соответственно в исходном питании и надрешетном продукте верхнего сита, %.

На нижнем сите:

$$\eta_2 = \frac{100(b_2 - c_2)}{b_2(100 - c_2)} 100, \%$$

Где b_2 и c_2 - содержание подрешетного продукта, соответственно в исходном питании и надрешетном продукте нижнего сита, %.

Значение b_2 определяют из уравнения баланса подрешетного продукта нижнего сита.

Задача 1. Определить общую шкалу грохочения при разделении угля на классы 13—100 и 0,5—13 мм. Ответ. 200.

Задача 2. Определить общую шкалу грохочения при разделении угля на классы 50—100; 25—50; 13—25; 6—13; 3—6; 1—3 и 0,5—1 мм. Ответ. 200.

Задача 3. Определить коэффициент живого сечения листового сита с круглыми отверстиями диаметром $d=13$ мм и шагом $t=20$ мм. Расположение отверстий шахматное. Ответ. 38,3%.

Задача 4. Определить коэффициент живого сечения листового сита с круглыми отверстиями диаметром $d=50$ мм и шагом $t=65$ мм. Расположение отверстий шахматное. Ответ. 53,6%.

Задача 5. Определить коэффициент живого сечения листового сита с квадратными отверстиями $d=13$ мм и шагом $t=20$ мм. Ответ. 42,3%.

Задача 6. Определить коэффициент живого сечения листового сита с щелевыми отверстиями, если ширина щели $d=5$ мм, длина щели $l=20$ мм, расстояние между сторонами и концами щелей $s=5$ мм. Ответ. 37,8%.

Задача 7. Определить коэффициент живого сечения проволочного сита, если размер отверстий $d=6$ мм и диаметр проволоки $d_l=1,8$ мм. Ответ. 59,2%.

Задача 8. Определить коэффициент живого сечения проволочного сита, если размер отверстий $d=25$ мм и диаметр проволоки $d_l=3$ мм. Ответ. 79,7%.

Задача 9. Определить коэффициент живого сечения проволочного сита с щелевыми отверстиями, если ширина щели $b=6$ мм, длина щели $l=25$ мм, диаметр проволоки $d_l=2$ мм. Ответ. 69,4%.

Задача 10. Определить коэффициент живого сечения щелевого сита, если ширина щели $b=0,5$ мм, длина щели $l=75$ мм, диаметр проволоки $d_l=2,5$ мм.

Ответ. 16,1%.

Задача 11. Определить минимальный угол наклона неподвижного наклонного грохота при условии движения частиц по ситам, если коэффициент трения скольжения частиц по ситам $f_{тр}=0,6$. Ответ. 31° .

Задача 12. Определить ускорение частицы при ее движении по ситам горизонтального грохота, если коэффициент трения скольжения частицы по ситам $f_{тр}=0,55$, угол между направлением колебаний и плоскостью сита $\beta=55^\circ$.

Ответ. $5,27 \text{ м/с}^2$.

Задача 13. Определить ускорение частицы при ее подбрасывании на сите горизонтального грохота, если угол между направлением колебаний и плоскостью сита $\beta = 50^\circ$. Ответ, $12,8 \text{ м/с}^2$.

Задача 14. Определить ускорение частицы при ее движении по сити наклонного грохота с круговыми колебаниями в вертикальной плоскости, если угол наклона сита $\alpha=20^\circ$, коэффициент трения скольжения частицы по сити $f_{\text{тр}}= 0,5$, значение переменного угла между направлением колебаний и плоскостью сита $\varphi=90^\circ$.

Ответ. $2,6 \text{ м/с}^2$.

Задача 15. Определить ускорение частицы при ее подбрасывании на сите наклонного грохота с круговыми колебаниями в вертикальной плоскости, если угол наклона грохота $\alpha =15^\circ$, значение переменного угла между направлением колебаний и плоскостью сита $\varphi =45^\circ$. Ответ. $13,4 \text{ м/с}^2$.

Задача 16. Определить максимальную скорость движения частиц по сити с отверстиями 13 мм. Ответ. $0,179 \text{ м/с}$.

Задача 17. Определить максимальную скорость движения частиц по сити с отверстиями 6 мм. Ответ. $0,122 \text{ м/с}$.

Задача 18. Определить максимальный размер частицы при рассеивании угля на сите с отверстиями 50 мм, если толщина сита $b=5 \text{ мм}$ и угол наклона сита $\alpha=15^\circ$.

Ответ. 47 мм .

Задача 19. При грохочении угля на грохоте получено 500 т подрешетного продукта. Определить эффективность грохочения, если содержание подрешетного продукта в исходном питании равно 580 т. Ответ. $86,2\%$.

Задача 20. Содержание подрешетного продукта в исходном питании грохота составляет $30,5\%$ и в надрешетном продукте $= 10,3\%$. Определить эффективность грохочения. Ответ. $73,8\%$.

Задача 21. Определить эффективность грохочения на грохоте с отверстиями сита 13 мм, если содержание класса 0 — 13 мм в исходном питании составляет $77,3\%$ и в надрешетном продукте $34,3\%$. Ответ. $84,7\%$.

Задача 22. Определить эффективность грохочения на грохоте с отверстиями сита 6 мм, если содержание класса 0—6 мм и в исходном питании составляет $68,8\%$ и в надрешетном продукте $46,4\%$. Ответ. $60,8\%$.

Задача 23. Определить эффективность грохочения на верхнем и нижнем ситах грохота при грохочении угля на классы 13—100, 6—13 и 0—6 мм. Результаты рассеивания исходного питания и продуктов грохочения приведены в табл. 6.

Таблица 6.

Результаты ситового анализа исходного питания и продуктов грохочения

Класс, мм	Выход, %		
	исходного питания	надрешетного продукта верхнего сита	надрешетного продукта нижнего сита

13-100	55,0	87,5	-
6-13	14,5	2,5	65,6
0-6	30,5	10,0	34,4
Итого	100	100	100

Решение.

1. По табл. 6 находим содержание подрешетного продукта (класс 0—13 мм) в исходном питании

$$b_1 = 14,5 + 30,5 = 45\%$$

и в надрешетном продукте верхнего сита

$$c_1 = 2,5 + 10,0 = 12,5\%.$$

2. По формуле определяем эффективность грохочения на верхнем сите

$$\eta_1 = \frac{100(b_1 - c_1)}{b_1(100 - c_1)} 100, \%$$

3. Определяем выход от исходного питания класса 0—13 мм, поступающего на нижнее сито,

$$\gamma_2 = \frac{b_1 \eta_1}{100}, \%$$

4. Определяем выход надрешетного продукта верхнего сита

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

5. Определяем содержание подрешетного продукта (класс 0—6 мм) в питании нижнего сита из уравнения баланса класса 0—6 мм

$$\gamma_1 b_4 + \gamma_2 b_2 = 100 b_3$$

b_4 , b_2 и b_3 - содержание класса 0—6 мм соответственно в надрешетном продукте верхнего сита, в питании нижнего сита и в исходном питании, %.

По табл. 6 находим $b_3 = 30,5\%$ и $b_4 = 10,0\%$.

$$b_2 = \frac{100 b_3 - \gamma_1 b_4}{\gamma_2}, \%$$

6. По табл. 6 находим содержание класса 0—6 мм в надрешетном продукте нижнего сита $c_2 = 34,4\%$.

7. По формуле определяем эффективность грохочения

$$\text{на нижнем сите } \eta_2 = \frac{100(b_2 - c_2)}{b_2(100 - c_2)} 100, \%$$

Задача 24. Определить эффективность грохочения на верхнем и нижнем ситах грохота при разделении угля на классы 10-100, 6-10 и 0-6 мм. Результаты россева исходного питания и продуктов грохочения приведены в табл. 7.

Ответ. $\eta_1 = 85,2\%$; $\eta_2 = 76,2\%$.

Таблица 7.

Результаты ситового анализа исходного питания и продуктов грохочения

Класс, мм	Выход, %		
	исходного питания	надрешетного продукта верхнего сита	надрешетного продукта нижнего сита

10-100	22,7	65,7	-
6-10	17,0	24,3	39,6
0-6	60,3	10,0	60,4
Итого	100	100	100

Задача 25. Определить эффективность грохочения на верхнем и нижнем ситах грохота при разделении угля на классы 50—100, 25—50 и 0—25 мм. Результаты россева исходного питания и продуктов грохочения приведены в табл. 8.

Ответ, $\eta_1=90\%$; $\eta_2=86,8\%$.

Таблица 8.

Результаты ситового анализа исходного питания и продуктов грохочения

Класс, мм	Выход, %		
	исходного питания	надрешетного продукта верхнего сита	надрешетного продукта нижнего сита
50-100	20,1	71,4	-
25-50	9,9	10,6	41,4
0-25	70,0	18,0	58,6
Итого	100	100	100

Форма отчета: Студенты представляют для проверки расчеты задач, выполненные по заданиям в рабочих тетрадях для практических работ

Практическое занятие №7

Тема: Решение задач Оборудование для грохочения

Цель: приобретение навыков расчета и выбора подготовительного оборудования для грохочения

Оборудование: раздаточный материал

Методические указания: изучить теоретический материал

Ход выполнения: выполнить задания

ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ГРОХОЧЕНИЯ

Основные формулы.

Производительность неподвижных колосниковых, гидрогохотов ГГЛ и резонансных грохотов

$$Q = qF, \text{ т/ч,}$$

где q — удельная производительность, т/(ч*м²) (см. приложение 2);

F — рабочая площадь сита, м² (см. приложение 3).

Число грохотов

$$i = \frac{kQ}{qF_1}$$

Где k - коэффициент неравномерности загрузки грохотов

q — удельная производительность грохота, т/(ч*м²) (см. приложение 2);

F_1 — рабочая площадь сита одного грохота, м² (см. приложение 3).

Число двухситных грохотов определяют по верхнему и нижнему ситам и принимают большее число.

Частота колебаний короба инерционного грохота ГИТ

$$n = 56 \sqrt{\frac{\cos \alpha}{A}}, \text{ кол/мин}$$

где α — угол наклона короба, градус;

A — амплитуда колебаний короба, м.

Производительность инерционных грохотов ГИТ и ГИЛ [15, 14]

$$Q = F_1 q \delta_0 k l, \text{ т/ч,}$$

где F_1 — рабочая площадь сита грохота, м^2 (см. приложение 4);

q — удельная производительность, $\text{м}^3/(\text{ч}\cdot\text{м}^2)$ (см. приложение 5);

δ_0 — насыпная плотность угля, т/м^3 ;

k, l — поправочные коэффициенты на условия грохочения (см. приложение 6).

Число инерционных грохотов

$$i = \frac{kQ}{Q_1}$$

где Q — количество угля, поступающего на грохочение, т/ч;

Q_1 — производительность одного грохота, т/ч.

Частота колебаний короба самобалансного грохота ГСЛ

$$n = 69 \sqrt{\frac{\cos \beta}{A}}, \text{ кол/мин}$$

где β — угол между направлением колебаний и плоскостью сита, градус;

A — амплитуда колебаний короба, м.

Число грохотов ГЦЛ определяют по формуле, $i = \frac{kQ}{Q_1}$

Где Q_1 берут по технической характеристике.

Задача 43. Определить производительность неподвижного колосникового грохота с размером отверстий между колосниками 150 мм, если ширина решета 1000 мм и длина 2000 мм.

Ответ. 200 т/ч.

Задача 44. Рассчитать число грохотов ГГЛ-2 для мокрого подготовительного грохочения угля в количестве $Q=600$ т/ч на классы 13—100 и 0—13 мм.

Ответ. Один грохот.

Задача 45. Рассчитать число грохотов ГГЛ-3 для мокрого подготовительного грохочения угля на классы 25—100 и 0—10 мм и количестве $Q=300$ т/ч.

Ответ. Один грохот.

Задача 46. Определить производительность комплекса для подготовки угля к обогащению КПУ-800, если площадь сита равна 5 м^2 , размер отверстий сита 13 мм.

Ответ. 750 т/ч.

Задача 47. Определить частоту колебаний короба грохота ГИЛ-42, если угол наклона короба $\alpha=20^\circ$ и амплитуда колебаний $A=3$ мм.

Ответ. 990 кол/мин.

Задача 48. Определить частоту колебаний короба грохота ГИЛ-72, если угол наклона короба $\alpha=25^\circ$ и амплитуда колебаний $A=6$ мм.

Ответ. 688 кол/мин.

Задача 49. Рассчитать число двухситных грохотов ГИЛ-52 для окончательного грохочения угля в количестве $Q=350$ т/ч на классы 50—100, 25—50 и 0—25 мм. Насыпная плотность угля $\delta_0=1$ т/м³. Эффективность

грохочения на сите с отверстиями 50 мм $\eta = 0,95$. Кривая ситового анализа угля показана на рис. 2. Уголь сухой, грохочение сухое.

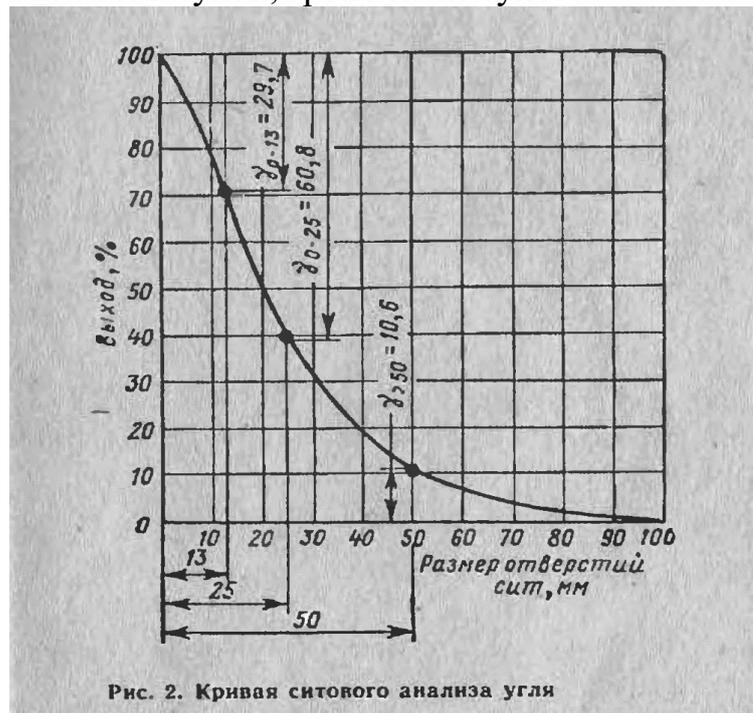


Рис. 2. Кривая ситового анализа угля

Решение.

1. Определяем число грохотов с отверстиями сита 50 мм.

По приложению 5 находим удельную производительность $q_1 = 33,7 \text{ м}^3/(\text{ч}\cdot\text{м}^2)$.

По кривой ситового анализа (см. рис. 2) определяем содержание в исходном питании частиц крупностью менее половины размера отверстий сита $\gamma_{0-25} = 60,8\%$.

По приложению 6 находим $k_1 = 1,4$.

По кривой определяем содержание избыточных частиц $\gamma_{>50} = 10,6\%$ и по приложению 6 находим $l_1 = 0,94$.

Производительность грохота по верхнему сити определяем по формуле

$$Q_1 = F_1 q \delta_0 k l, \text{ т/ч,}$$

Число грохотов рассчитываем по формуле $i = \frac{kQ}{Q_1}$

Принимаем число грохотов $i_1 = 1$.

2. Определяем число грохотов по нижнему сити.

По приложению 5 находим $q_2 = 27,9 \text{ м}^3/(\text{ч}\cdot\text{м}^2)$.

По кривой (см. рис. 2) определяем выход классов 0—50 и 0—13 мм

$$\gamma_{0-50} = 100 - \gamma_{>50}, \%$$

$$\gamma_{0-13} = 29,7\%$$

Определяем содержание в исходном питании частиц крупностью менее половины размера отверстия нижнего сита

$$\gamma_{0-13}' = \frac{\gamma_{0-13} 100}{\gamma_{0-50}}, \%$$

По приложению 6 находим $k_2 = 0,93$.

По кривой ситового анализа определяем содержание избыточных частиц в питании нижнего сита

$$\gamma_{>25} = \gamma_{25-50} = 28,6 \%$$

или к исходному питанию

$$\gamma_{>25}' = \frac{\gamma_{>25} 100}{\gamma_{0-50}}, \%$$

По приложению 6 находим $l_2 = 1,04$.

Производительность грохота по нижнему сити

$$Q_2 = F_1 q \delta_0 k l, \text{ т/ч,}$$

Число грохотов

$$i = \frac{k Q \gamma_{0-50} \eta}{Q_2 100}$$

Принимаем большее число грохотов $i_2 = 2$.

Задача 1. Рассчитать число грохотов ГИЛ 42 для подготовительного грохочения угля в количестве $Q = 200$ т/ч на классы 13—100 и 0—13 мм, если насыпная плотность угля $\delta_0 = 0,8$ т/м³, содержание в исходном питании частиц размером менее половины размера отверстий сит $\gamma_{0-6} = 60\%$, содержание избыточных частиц $\gamma_{>13} = 30\%$.

Ответ. Два грохота.

Задача 2. Рассчитать число грохотов ГИТ-71 для предварительного грохочения угля в количестве $Q = 550$ т/ч на классы >100 и 0—100 мм, если насыпная плотность угля $\delta_0 = 0,9$ т/м³, содержание в исходном питании частиц размером менее половины размера отверстий сит $\gamma_{0-50} = 45\%$, содержание избыточных частиц $\gamma_{>100} = 10\%$.

Ответ. Один грохот.

Задача 3. Рассчитать число грохотов ГИЛ-43 для окончательного грохочения антрацита в количестве $Q = 300$ т/ч на классы 50—100, 25—50, 13—25 и 0—13 мм, если насыпная плотность антрацита $\delta_0 = 1$ т/м³, содержание в исходном питании частиц размером менее половины размера отверстий сит: первого $\gamma_{0-25} = 37\%$, второго $\gamma_{0-13} = 27\%$, третьего — 30% ; содержание избыточных частиц в питании сит: $\gamma_{>50} = 13\%$, $\gamma_{>25} = 33\%$; $\gamma_{>13} = 40\%$; эффективность грохочения на первом сите $\eta_1 = 0,95$, на втором $\eta_2 = 0,92$.

Выход класса 0—50 мм $\gamma_{0-50} = 87\%$ и 0—25 мм $\gamma_{0-25} = 62\%$. Указание. Число грохотов рассчитывать по каждому сити.

Ответ. Два грохота.

Задача 4. Определить производительность грохота ГИЛ-72, если размер отверстий верхнего сита 13 мм и нижнего 6 мм; насыпная плотность угля $\delta_0 = 0,8$ т/м³; содержание в питании частиц размером менее половины размера отверстий сит: верхнего $\gamma_{0-6} = 40\%$, нижнего $\gamma_{0-3} = 30\%$; содержание избыточных частиц $\gamma_{>13} = 10\%$ и $\gamma_{>6} = 15\%$.

Ответ. По верхнему сити 213 т/ч, по нижнему (класс 0—13 мм) 122 т/ч.

Задача 5. Рассчитать число грохотов ГРД-62 для подготовительного грохочения угля в количестве $Q = 400$ т/ч на классы >25, 13—25 и 0—13 мм, если выход класса 0—13 мм по ситовому анализу $\gamma_{0-13} = 60\%$, эффективность грохочения на верхнем сите $\eta = 0,85$.

Ответ. Два грохота.

Задача 6. Определить производительность грохота ГРД-72 с отверстиями сит 50 и 13 мм для подготовительного грохочения.

Ответ. По верхнему сити 450 т/ч, по нижнему 300 т/ч.

Задача 7. Определить частоту колебаний короба грохота ГСЛ-72, если угол между направлением колебаний и плоскостью сита $\beta = 55^\circ$ амплитуда колебаний короба $A = 4,25$ мм.

Ответ. 800 кол/мин.

Задача 8. На предварительное грохочение поступает $Q=1200$ т/ч угля. Рассчитать число грохотов ГЦЛ-3-1.

Ответ. Одни грохот.

Форма отчета: Студенты представляют для проверки расчеты задач, выполненные по заданиям в рабочих тетрадях для практических работ

Практическое занятие №8-9

Тема: Решение задач Основы процесса дробления

Цель: формирование умения осуществлять контроль соблюдения параметров процесса дробления

Оборудование: раздаточный материал

Методические указания: изучить теоретический материал

Ход выполнения: выполнить задания

Основные формулы. *Степень дробления*

$$i = \frac{D_{max}}{d_{max}},$$

Или

$$i = \frac{D_{cp}}{d_{cp}}$$

где D_{max} и d_{max} — максимальный размер частиц в исходном питании и дробленом продукте, мм;

D_{cp} и d_{cp} — среднединамический диаметр частиц в исходном питании и в дробленом продукте, мм.

Общая степень дробления

$$i = i_1 \cdot i_2 \dots i_n,$$

где i_1, i_2, \dots, i_n — степень дробления в отдельных стадиях.

Удельная работа дробления

$$A = \frac{3\sigma_p^2(i-1)}{2E}, \text{ Дж/м}^3$$

где σ_p — предел прочности материала на сжатие, Па;

i — степень дробления;

E — модуль упругости, Па.

Эффективность дробления

$$E = \frac{b_{1-s} - a_{1-s}}{a_{>s}}$$

где s — заданная крупность дробления, мм;

a_{1-s} и b_{1-s} — содержание класса $1 - s$ мм в исходном питании и дробленом продукте, %;

$a_{>s}$ — содержание класса $> s$ мм в исходном питании, %.

Задача 58. Определить степень дробления, если уголь класса 100—250 мм дробится до 100 мм.

Ответ. 2,5.

Задача 59. Определить степень дробления угля по результатам рассева исходного питания и дробленого продукта, приведенного в табл. 9.

Ответ. 8,8.

Таблица 9.

Результаты ситового анализа исходного питания и дробленного продукта

Класс, мм	Выход, %	
	исходного питания	Дробленного продукта
50-100	81,7	-
25-50	8,4	0,5
13-25	4,9	6,3
0-13	5,0	93,2
Итого	100	100

Задача 60. Определить общую степень дробления угля в три стадии, если степень дробления в первой стадии 2,5, во второй 4 и в третьей 8.

Ответ. 80.

Задача 61. Определить удельную работу дробления угля, если степень дробления $i=3$, предел прочности угля на сжатие $\sigma_p=7$ МПа и модуль упругости $E=1800$ МПа.

Ответ. 0,082 МДж/м³

Задача 62. Определить удельную работу дробления антрацита. если степень дробления $i=4$, предел прочности антрацита на сжатие $\sigma_p=30$ МПа и модуль упругости $E=3200$ МПа.

Ответ. 1,27 МДж/м³.

Задача 63. Уголь класса >100 мм дробится до 100 мм. Определить эффективность дробления, если содержание класса 100 мм в исходном питании 85%, содержание класса 1—100 мм в исходном питании 10% и в дробленном продукте 78%. Ответ. 96,2%.

Задача 64. Определить эффективность дробления угля до 13 мм, если содержание в исходном питании класса >13 мм 65%, содержание класса 1—13 мм в исходном питании 25% и в дробленном продукте 80%.

Ответ. 84,6%.

Задача 65. Определить эффективность дробления промпродукта до 10 мм по результатам ситового анализа исходного питания и дробленного продукта (табл. 10). Ответ. 80,4%.

Таблица 10.

Результаты ситового анализа исходного питания и дробленного продукта

Класс, мм	Выход, %	
	исходного питания	Дробленного продукта
>10	72,0	8,2
1-10	20,1	78,0

0-1	7,9	13,8
Итого	100	100

Форма отчета: Студенты представляют для проверки расчеты задач, выполненные по заданиям в рабочих тетрадях для практических работ

Практическое занятие №10

Тема: Решение задач Оборудование для дробления

Цель: формирование умения производить расчет оборудования для дробления

Оборудование: раздаточный материал

Методические указания: изучить теоретический материал

Ход выполнения: выполнить задания

Основные формулы.

Производительность щековой дробилки

$$Q = 600\delta_0LS, \text{ т/ч,}$$

где δ_0 —насыпная плотность угля, т/м³,

L и S —длина и ширина разгрузочной щели, м (см. приложение 8).

Расход электроэнергии

$$N = 10^4 cLB, \text{ кВт,}$$

где $c = 1/60 \div 1/120$ — коэффициент, зависящий от размеров загрузочного отверстия дробилки;

L и B —длина и ширина загрузочного отверстия, м.

Оптимальная частота вращения эксцентрикового вала щековой дробилки

$$n = \frac{40}{\sqrt{s}}, \text{ об/мин}$$

где s — размах щеки, м.

Производительность конусной дробилки

$$Q = 980\delta_0 D^{2,5} e \text{ т/ч,}$$

где δ_0 —насыпная плотность материала, т/м³;

D — диаметр нижнего основания подвижного конуса, м;

e —ширина разгрузочной щели, м (см. приложение 8).

Расход электроэнергии

$$N = 85D^2, \text{ кВт.}$$

Частота вращения эксцентрикового стакана конусной дробилки

$$n = 15\sqrt{\frac{g \tan \frac{\alpha}{2}}{2r}}, \text{ об/мин}$$

где α — угол захвата, градус;

r — эксцентриситет подвижного конуса, м.

Технические характеристики щековых и конусных дробилок приведены в приложении 8.

Производительность валковой дробилки

$$Q_1 = 188DnLs\delta\mu, \text{ т/ч,}$$

где D — диаметр валков, м;

n —частота вращения валков, об/мин;

L —длина валков, м;

s — ширина щели между валками, м;
 δ — плотность угля, т/м³;
 μ — коэффициент разрыхления материала.

Диаметр валков принимают

$$D = (2 \div 4)d_{max}, \text{ мм}$$

Где d_{max} — максимальный размер частицы в исходном питании, мм;
 D , L , n и s подбирают по приложению 9.

Число дробилок

$$i = \frac{kQ}{Q_1}$$

где Q — количество материала, поступающего на дробление, т/ч.

Расход электроэнергии

$$N = 0,85DLn, \text{ кВт.}$$

Удельная работа удара барабанной дробилки

$$A_0 = \frac{v^2}{2}, \text{ Дж/кг,}$$

Где v — скорость падения частиц материала в момент удара, м/с,

$$v = 5,83\sqrt{R}, \text{ м/с,}$$

R — радиус барабана, м.

Производительность молотковой дробилки

$$Q_1 = \frac{Kd^2Ln^2}{3600(i_1 - 1)}, \text{ т/ч}$$

Где $K = 4 \div 6,2$ — коэффициент, зависящий от конструкции дробилки и твердости угля;

d — диаметр ротора, м;

L — длина ротора, м;

n — частота вращения ротора, об/мин;

i_1 — степень дробления.

Величины d , L и n подбирают по приложению 10.

Число дробилок

$$i = \frac{kQ}{Q_1}$$

Где Q — количество материала, поступающего на дробление, т/ч.

Расход электроэнергии

$$N = 0,15d^2Ln, \text{ кВт.}$$

Число роторных дробилок определяют по формуле $i = \frac{kQ}{Q_1}$,

Где Q находят по приложению 10.

Задача 66. Определить производительность и мощность электродвигателя щековой дробилки СМД-58Б, если насыпная плотность угля $\delta_0=0,9$ т/м³.

Ответ. $Q = 84$ т/ч; $N=90$ кВт.

Задача 67. Определить производительность и мощность электродвигателя щековой дробилки СМД-59А, если насыпная плотность угля $\delta_0=0,95$ т/м³.

Ответ. $Q=128$ т/ч; $N =150$ кВт.

Задача 68. Определить частоту вращения эксцентрикового вала щековой дробилки, если размах щеки $s=55$ мм.

Ответ. 170 об/мин.

Задача 69. Определить размах щеки щековой дробилки если частота вращения эксцентрикового вала $n = 135$ об/мин.

Ответ. 88 мм.

Задача 70. Определить производительность и мощность электродвигателя конусной дробилки ККД-1200, если насыпная плотность угля $\delta_0=0,9$ т/м³.

Ответ. $Q=750$ т/ч; $N=340$ кВт.

Задача 71. Определить частоту вращения эксцентрикового стакана конусной дробилки, если эксцентриситет дробящего конуса $r = 30$ мм, угол захвата дробилки $\alpha=23^\circ$.

Ответ. 86 об/мин.

Задача 72. Определить производительность и мощность электродвигателя двухвалковой зубчатой дробилки ДДЗ-6. если ширина щели между валками $s=100$ мм, плотность угля $\delta = 1,6$ г/м³, коэффициент разрыхления угля $\mu = 0,5$.

Ответ. $Q=380$ т/ч; $N=20$ кВт.

Задача 73. Определить производительность двухвалковой зубчатой дробилки ДДЗ-10, если ширина щели между валками $s=100$ мм, плотность угля $\delta=1,7$ т/м³, коэффициент разрыхления угля $\mu = 0,5$.

Ответ. 715 т/ч.

Задача 74. Рассчитать число двухвалковых зубчатых дробилок и мощность их электродвигателей для подготовительного дробления класса 100—250 мм до 100 мм в количестве $Q = 300$ т/ч, если плотность угля $\delta = 1,5$ т/м³, коэффициент разрыхления угля $\mu = 0,5$.

Решение.

1. Диаметр валков определяем по формуле (47)

$$D = (2 \div 4)d_{max}, \text{ мм}$$
$$D = 3 \cdot 250 \text{ мм} = 750 \text{ мм.}$$

По приложению 9 принимаем дробилку ДДЗ-3М;

$D = 900$ мм, $L = 900$ мм, $n = 36$ об/мин.

2. Производительность одной дробилки определяем по формуле

$$Q_1 = 188DnLs\delta\mu, \text{ т/ч}$$

3. Определяем число дробилок

$$i = \frac{kQ}{Q_1}$$

Принимаем одну дробилку ДДЗ-3М.

Мощность электродвигателя определяем по формуле

$$N = 0,85DLn, \text{ кВт.}$$

Задача 75. Рассчитать число двухвалковых зубчатых дробилок и мощность их электродвигателей для подготовительного дробления класса 80—200 мм до 80 мм в количестве $Q = 200$ т/ч, если плотность угля $\delta = 1,6$ т/м³, коэффициент разрыхления угля $\mu = 0,45$.

Ответ. Одна дробилка ДДЗ-6; $N=20$ кВт.

Задача 76. Определить удельную работу удара в барабанной дробилке ДБ-28 ($D = 2800$ мм) для избирательного дробления угля.

Ответ. 23,8 Дж/кг.

Задача 77. Определить производительность и мощность электродвигателя молотковой дробилки М-8-6Б для дробления промпродукта класса 13—100 мм до 13 мм.

Ответ. $Q = 64$ т/ч; $N=57$ кВт.

Задача 78. Рассчитать число молотковых дробилок и мощность их электродвигателей для дробления промпродукта класса 10—100 мм до 10 мм в количестве $Q=80$ т/ч.

Ответ. Одна дробилка М-10-8В, $N = 117$ кВт.

Задача 79. Рассчитать число роторных дробилок 0ЦД-50С для дробления промпродукта до 13 мм в количестве $Q = 40$ т/ч.

Ответ. Одна дробилка.

Форма отчета: Студенты представляют для проверки расчеты задач, выполненные по заданиям в рабочих тетрадях для практических работ

Практическое занятие №11-12

Тема: Составление типовых технологических схем дробления

Цель: приобретение практических навыков при расчете типовой схемы дробления

Оборудование: раздаточный материал

Методические указания: изучить теоретический материал

Ход выполнения: выполнить задания

1. Формулирование темы занятия, пояснение связи темы с другими темами МДК 01.02;
2. Проверка готовности студентов к занятию;
3. Проведение непосредственно занятия согласно тематике и в соответствии с рабочей программой дисциплины.
4. Рассмотреть примеры решения типовых заданий.
5. Выполнить задание.
6. Ответить на контрольные вопросы.

1. Обоснование и выбор схемы дробления руды

Существуют следующие схемы дробления:

А - операции предварительного грохочения, дробления и поверочного грохочения;

Б - операции предварительного грохочения и дробления;

В - операции дробления и поверочного грохочения;

Г - операция дробления.

В схемах дробления А можно совмещать операции предварительного и поверочного грохочения.

Число стадий дробления определяется начальной и конечной крупностью дробимого материала. В зависимости от общей степени дробления и производительности фабрики принимается двух-, трех- и четырехстадиальные схемы дробления.

Схема дробления выбирается по таблице 1. Исходные данные для выбора схемы в таблице 3. Выбор варианта по таблице 2.

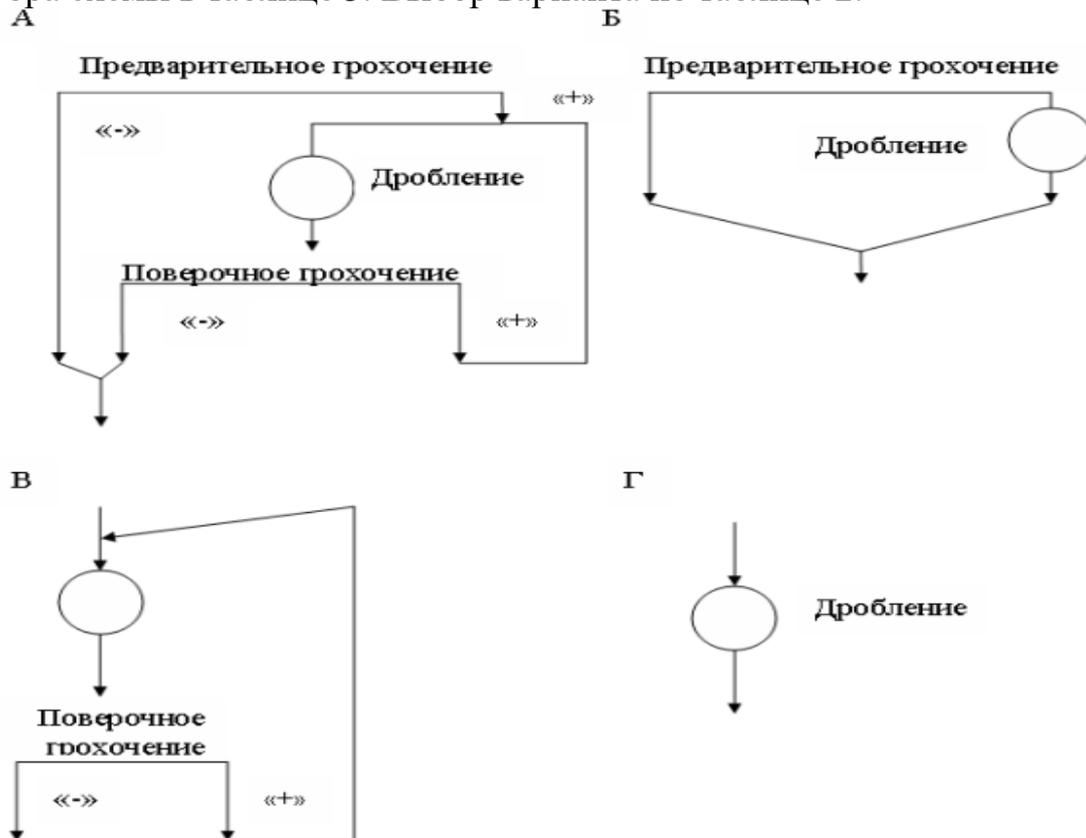


Рисунок 1 – Разновидности схем дробления

Таблица 1
Основные варианты схем дробления в зависимости от степени дробления (S), крупности дробимого (D) и дробленого продукта (d)

Обозначения схемы	Общая степень дробления, $S_{\text{общ}}$	Наибольшая крупность исходной руды (D), мм		
		1200	600	300
		Крупность конечного продукта (d), мм		
ББ	12-20	55-60	50-55	45-50
БА	20-30	40-45	35-40	30-35
БББ	30-55	25-30	20-25	15-20
ББА	55-200	13-15	10-13	6-10

2. Данные для расчета схемы дробления

Q, тыс. т/год – производительность фабрики;

D, мм – наибольшая крупность исходной руды;

d, мм – крупность дробленого продукта;

E, % – эффективность грохочения.

Насыпной вес руды принимается – 1,8 т/м³;

Количество дней работы фабрики в год – 330 дней;

Чистое время работы цеха в сутки – 15 часов.

Для приближенного расчета схемы дробления можно пользоваться типовыми характеристиками крупности (приложение). Характеристика

крупности исходной руды при отсутствии практических данных принимается прямолинейной.

3. Пример расчета схемы дробления

На рисунке 2 показана схема БА, где все продукты нумеруются арабскими цифрами, а операции римскими цифрами.

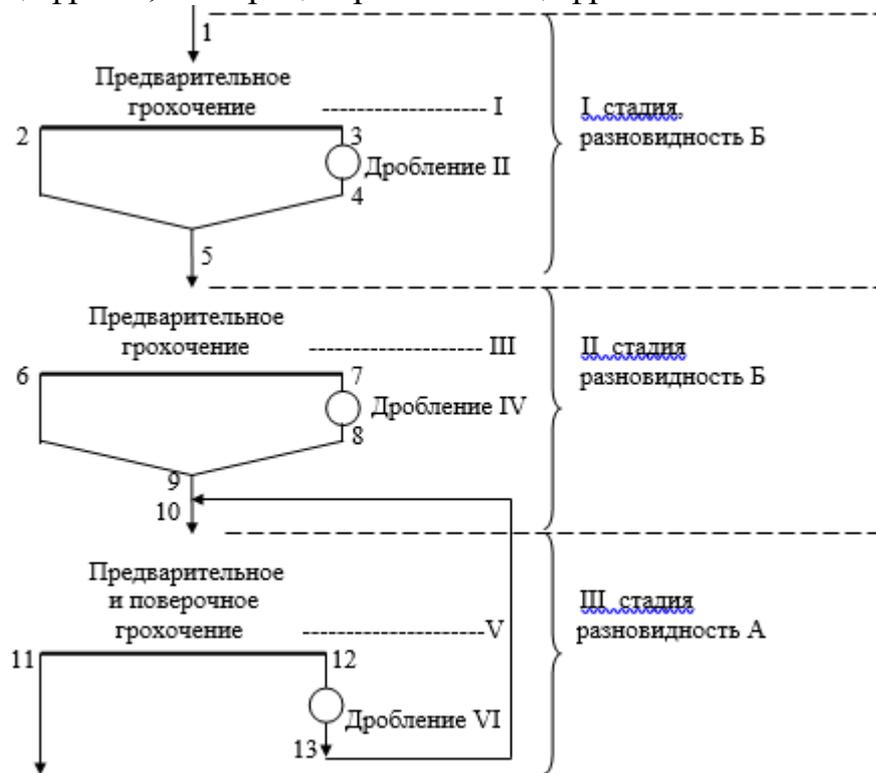


Рисунок 2 - К расчету схемы дробления БА

Данные для расчета схемы:

- производительность обогатительной фабрики – 1300 тыс.т/год;
- календарное время – 330 дней;
- руда относится к категории твердых руд;
- максимальная крупность исходной руды $D=500$ мм;
- максимальная крупность дробленого продукта $d=10$ мм;
- эффективность грохочения:
 - а) для первой стадии грохочения $E_I=70\%$;
 - б) для второй и третьей стадии $E_{II}=85\%$;
- насыпной вес руды $1,8$ т/м³;
- чистое время работы цеха в сутки - 15 часов.

Схема дробления рассчитывается в следующем порядке:

1. Определяется суточная и часовая производительность оборудования по формулам:

$$Q_c = Q_r / T_{\text{раб}} \cdot 1000; \quad (1)$$

$$Q_{\text{ч}} = k \cdot Q_c / t; \quad (2)$$

- где Q_r – годовая производительность, тыс.т/ч;
 Q_c – суточная производительность цеха, т/с;
 $Q_{\text{ч}}$ – часовая производительность, т/ч;

k – поправочный коэффициент, учитывающий неравномерность свойств сырья, влияющий на производительность оборудования данного цеха. Принимается для рудных фабрик $K=1.1$, для углеобогажительных (прочих) – 1.15;

t – чистое время работы цеха в сутки (15 часов);

$T_{\text{раб}}$ – время работы оборудования $T_{\text{раб}} = T_{\text{кал}} - T_{\text{пер}}$;

$T_{\text{пер}}$ – время перерывов на ремонт оборудования (24 – 35 дней/год);

$T_{\text{кал}}$ – календарное время (365 дней);

$T_{\text{раб}} = 365 - 35 = 330$ дней;

$Q_c = 1300 / 330 \cdot 1000 = 3939,39$ т/с;

$Q_{\text{ч}} = 1,1 \cdot 3939,39 / 15 = 288,9$ т/ч.

2. Определяется общая степень дробления $S_{\text{общ}}$ по формуле:

$$S_{\text{общ}} = D_{\text{max}} / d_{\text{max}} ; \quad (3)$$

где D_{max} – максимальная крупность исходной руды, мм;

d_{max} – максимальная крупность дробленой руды, мм.

$$S_{\text{общ}} = 500 / 10 = 50 .$$

3. Устанавливается степень дробления на отдельных стадиях:

$$S_{\text{общ}} = S_1 \cdot S_2 \cdot S_3 . \quad (4)$$

Степень дробления в каждой стадии выбирается исходя из следующего:

- дробилки крупного дробления позволяют получить до 5;
- дробилки для среднего дробления при работе без поверочного грохочения – до 6;
- те же дробилки при работе в замкнутом цикле с поверочным грохочением – до 10;
- дробилки мелкого дробления при работе без поверочного грохочения – до 3;
- те же дробилки при работе в замкнутом цикле – до 5.

Таким образом поверочное грохочение в любой стадии дает повышение степени дробления почти в два раза.

Поэтому для первой стадии принимаем $S_1=3$, для второй стадии дробления $S_2=3,33$ и для третьей стадии $S_3 = 50 / (3 \cdot 3,33) = 5$

4. Определяется условная максимальная крупность дробленых продуктов после отдельных стадий дробления (D_5, D_9, D_{11}) по формулам:

$$\text{Для первой стадии дробления } D_5 = D_1 / S_1 ; \quad (5)$$

$$\text{Для второй стадии дробления } D_9 = D_1 / (S_1 \cdot S_2) ; \quad (6)$$

$$\text{Для третьей стадии дробления } D_{11} = D_1 / (S_1 \cdot S_2 \cdot S_3) ; \quad (7)$$

где D_1 – максимальная крупность исходной руды;

D_5, D_9, D_{11} – максимальная крупность руды после первой, второй и третьей стадии дробления соответственно, мм;

S_1, S_2, S_3 - степени дробления первой, второй и третьей стадий.

$$D_5 = 500 / 3 \approx 167 \text{ мм};$$

$$D_9 = 500 / (3 \cdot 3,33) \approx 50 \text{ мм};$$

$$D_{11} = 500 / (3 \cdot 3,33 \cdot 5) \approx 10 \text{ мм}.$$

5. Подсчитывается для каждой стадии дробления ширину разгрузочной щели дробилки по формуле:

$$i = D / Z_p \quad (8)$$

где Z_p – относительная крупность дробленых продуктов, определяется по таблице 3;

D – наибольший размер куска руды после дробления, мм.

Таблица 3 – Значения относительной крупности дробленых продуктов Z_p

Категория твердости руд	Крупное дробление, до 100 мм	Среднее дробление, до 25 мм	Мелкое дробление, до 6 мм
Мягкие	1,3	1,5	2,0
Средней твердости	1,4	2,0	2,5
Твердые	1,7	2,5	2,8

Для каждой стадии дробления рассчитывается ширина разгрузочного отверстия i :

$$i_{II} = D_5 / Z_p = 167 / 1,7 \approx 98 \text{ мм};$$

$$i_{IV} = D_9 / Z_p = 50 / 2,5 \approx 20 \text{ мм};$$

$$i_{VI} = D_{11} / Z_p = 10 / 2,8 \approx 3,6 \text{ мм}.$$

6. Подсчитывается ширина загрузочной щели дробилки B , мм по формуле:

$$B = 1,15 \cdot D, \quad (9)$$

где D – максимальный размер куска руды перед дроблением, мм

Для первой стадии дробления – $B_{II} = 1,15 \cdot 500 = 575 \text{ мм}.$

Для второй стадии дробления – $B_{IV} = 1,15 \cdot 167 = 192 \text{ мм}.$

Для третьей стадии дробления – $B_{VI} = 1,15 \cdot 50 = 58 \text{ мм}.$

7. Выбираются размеры отверстий грохотов для первой, второй и третьей стадии дробления.

В операциях предварительного грохочения размеры отверстий сита грохотов «а» принимают в пределах $i < a < D$ (где D – условная максимальная крупность дробленого продукта, поступающего на грохот).

В операциях поверочного грохочения и совмещенных операциях предварительного и поверочного грохочения размеры отверстий сита принимают немного меньшими или равными условной максимальной крупности дробленого продукта.

Для рассчитываемой схемы принимаем:

– в операциях предварительного грохочения:

$$i_{II} < a_I < D_5 \quad i_{IV} < a_{III} < D_9$$

$$98 < a_I < 167 \quad 20 < a_{III} < 50$$

$$a_I = 133 \text{ мм} \quad a_{III} = 35 \text{ мм}$$

– в операциях поверочного грохочения:

$$i_{VI} < a_V < D_{11}$$

$$3,6 < a_V < 10$$

$a_{III} = 10 \text{ мм.}$

8. Определяются приближенные значения весов продуктов

а) для первой стадии дробления

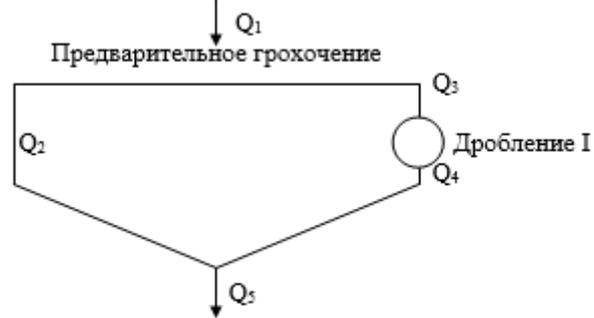


Рисунок 3 - Схема I стадии дробления

Вес нижнего продукта Q_2 определяется по формуле:

$$Q_2 = Q_1 \cdot \gamma_1 \cdot E_1, \quad (10)$$

где γ_1 – выход подрешетного продукта или количество продукта, прошедшего через сито грохота (определяется по характеристике крупности исходного продукта), %;

E_1 – эффективность грохочения, %.

Размер зерна, проходящего через сито грохота, равен отверстию в сите, поэтому для грохочения в первой стадии принимаем размер зерна равным 133 мм. По характеристике крупности (приложение) находим выход, соответствующий размеру зерна, равному 133 мм. Он будет равен 75 % или 0,75 у.е.

$$Q_2 = 288,9 \cdot 0,75 \cdot 0,7 = 151,7 \text{ т/ч.}$$

Определяется вес верхнего продукта Q_3 (Q_4) из соотношения:

$$Q_3 = Q_4 = Q_1 - Q_2; \quad (11)$$

$$Q_3 = Q_4 = 288,9 - 151,7 = 137,2 \text{ т/ч;}$$

$$Q_5 = Q_1 = 288,9 \text{ т/ч.}$$

б) для второй стадии дробления

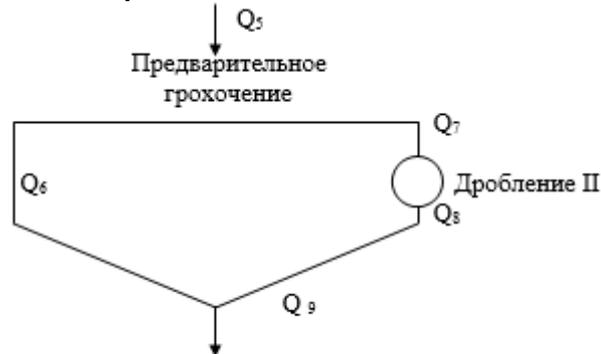


Рисунок 4 – Схема II стадии дробления

Определяется вес нижнего продукта Q_6 , по формуле:

$$Q_6 = Q_5 \cdot \gamma_2 \cdot E_2; \quad (12)$$

Для зерна размером в 35 мм выход соответствует 93 % или 0,93 у.е.

$$Q_6 = 288,9 \cdot 0,93 \cdot 0,85 = 228,4 \text{ т/ч}$$

Определяется вес продукта Q_7 (Q_8), по формуле

$$Q_7 = Q_8 = Q_5 - Q_6; \quad (13)$$

$$Q_7 = Q_8 = 288,9 - 228,4 = 60,5 \text{ т/ч};$$

$$Q_9 = Q_1 = Q_5 = 288,9 \text{ т/ч}.$$

в) для третьей стадии дробления



Рисунок 5 - Схема III стадии дробления

Для зерна размером в 10 мм выход подрешетного продукта соответствует 98 % или 0,98 у.е.

Вес подрешетного продукта может быть определен по формуле

$$Q_{11} = Q_{10} \cdot \gamma_3 \cdot E_2; \quad (14)$$

Выразив Q_{10} через Q_{11} , получим:

$$Q_{10} = Q_{11} / (\gamma_3 \cdot E_2); \quad (15)$$

Для рассчитываемой схемы

$$Q_{11} = Q_9 = 288,9 \text{ т/ч};$$

$$Q_{10} = 288,9 / (0,98 \cdot 0,85) = 346,8;$$

Определяется вес продуктов Q_{12} (Q_{13}) т/ч по формуле:

$$Q_{12} = Q_{13} = Q_{10} - Q_{11}; \quad (16)$$

$$Q_{12} = Q_{13} = 346,8 - 288,9 = 57,9 \text{ т/ч}.$$

г) рассчитывается объемная производительность дробилок по формуле:

$$\Theta_n = Q_n / \delta_n, \quad (17)$$

где δ_n – насыпной вес руды, т/м³.

Для первой стадии $\Theta_3 = Q_3 / 1,8 = 137,2 / 1,8 = 76,2 \text{ м}^3/\text{ч}$;

Для второй стадии $\Theta_7 = Q_7 / 1,8 = 60,5 / 1,8 = 33,6 \text{ м}^3/\text{ч}$;

Для третьей стадии $\Theta_{12} = Q_{12} / 1,8 = 57,9 / 1,8 = 32,2 \text{ м}^3/\text{ч}$.

Требования, которым должны удовлетворять дробилки, согласно результатам предварительного расчета схемы дробления, сводим в таблицу 4.

Таблица 4 - Требования, которым должны удовлетворять дробилки

Показатели	Стадии дробления		
	I	II	III
Крупность куска, мм	500	167	50
Размер загрузочной щели, мм	575	192	58
Ширина разгрузочной щели, мм	98	20	3,6
Требуемая производительность, т/ч	137,2	60,5	57,9
Объемная производительность, м ³ /ч	76,2	33,6	32,2

Результаты расчета количественной схемы сводится в таблицу 5.

Таблица 5 - Результаты расчета количественной схемы дробления

Таблица 3 – Задание для расчета по вариантам

Вариант	Q, тыс. т/год	D, мм	d, мм	E, %		Руда	Фабрика
				1 стадия	2 стадия		
1	1000	1200	13	60	75	Мяг.	Флотационная
2	1100	600	10	61	76	Мяг.	Флотационная
3	1200	300	6	62	77	Сред.	Флотационная
4	1300	1200	15	63	78	Сред.	Гравитационная
5	1400	600	13	64	79	Тверд.	Гравитационная
6	1500	300	10	65	80	Тверд.	Гравитационная
7	1600	1200	25	66	81	Мяг.	Прочие
8	1700	600	20	67	82	Мяг.	Флотационная
9	1800	300	10	68	83	Сред.	Флотационная
10	1900	1200	30	69	84	Сред.	Флотационная
11	2000	600	25	70	85	Тверд.	Гравитационная
12	2100	300	15	60	86	Тверд.	Гравитационная
13	2200	1200	40	61	74	Мяг.	Гравитационная
14	2300	600	25	62	75	Мяг.	Прочие
15	2400	300	15	63	76	Сред.	Флотационная
16	2500	1200	45	64	77	Сред.	Флотационная
17	2600	600	35	65	78	Тверд.	Флотационная
18	2700	300	20	66	79	Тверд.	Гравитационная
19	2800	1200	45	67	80	Мяг.	Гравитационная
20	2900	600	35	68	81	Мяг.	Гравитационная
21	3000	300	30	69	82	Сред.	Прочие
22	3100	1200	55	70	83	Сред.	Флотационная
23	3200	600	40	60	84	Тверд.	Флотационная
24	3300	300	35	61	85	Тверд.	Флотационная
25	3400	1200	55	62	86	Мяг.	Гравитационная

Контрольные вопросы

1. Что называется, дроблением?
2. Какие способы разрушения существуют при дроблении?
3. Как различаются процессы разрушения, между собой?

Форма отчета: Студенты представляют для проверки расчеты задач, выполненные по заданиям в рабочих тетрадях для практических работ.

Практическое занятие №13

Тема: Решение задач Фракционный анализ и обогатимость углей

Цель: определение категории обогатимости углей.

Оборудование: раздаточный материал

Методические указания: изучить теоретический материал

Ход выполнения: выполнить задания

Основные формулы.

Масса пробы для фракционного анализа по ГОСТ 4790—75

$$M = 0,5 d_{max}, \text{ кг}$$

где d_{max} —максимальный размер частиц в пробе, мм.

При $d_{max}=0,5$ мм масса пробы 0,5 кг.

При обработке результатов фракционного анализа используют формулы

$$\gamma_{пр} = \frac{Q_{пр}}{Q} 100, \%$$

$$\gamma = \gamma_1 + \gamma_2 + \dots + \gamma_n, \%; A^c = \frac{\gamma_1 A_1^c + \gamma_2 A_2^c + \dots + \gamma_n A_n^c}{\gamma_1 + \gamma_2 + \dots + \gamma_n}, \%$$

Категорию обогатимости углей по ГОСТ 10100—84 определяют в зависимости от выхода приведенных промежуточных фракций плотностью 1,4—1,8 г/см³: $\gamma_{(1,5-1,8)пр} = \frac{\gamma_{1,5-1,8}}{\gamma_{<1,8}} 100, \%$

где $\gamma_{1,5-1,8}$ и $\gamma_{<1,8}$ - выход промежуточных фракций 1,5-1,8 г/см³ и суммарный, выход фракции <1,8 г/см³ по результатам фракционного анализа, %.

Таблица 1

Наименование угля	Плотность фракций, кг/м ³		
	в концентрате	в промежуточном продукте	в породе
Каменный уголь	До 1500	Св. 1500 до 1800 включ.	Св. 1800
Антрацит	До 1800	Св. 1800 до 2000 включ.	Св. 2000

Приложение 1

Категории обогатимости углей и антрацитов

Показатель обогатимости (Т), %	Категория
До 5	1 (легкая)
Свыше 5 до 10 включ.	2 (средняя)
Свыше 10 до 15 включ.	3 (трудная)
Свыше 15	4 (очень трудная)

По приложению 1 определяют категорию обогатимости угля.

Категорию обогатимости антрацитов определяют в зависимости от фактического выхода промежуточной фракции плотностью 1,8—2,0 г/см³ по приложению 1.

Задача 101. Определить минимальную массу проб для фракционного анализа угля классов 50—100, 25—50 и 13—25 мм. Ответ. 50, 25 и 13 кг.

Задача 102. Заполнить графу 3 и подсчитать итоговые данные граф 4 и 5 табл. 22.

Задача 103. В табл. 23 приведены результаты фракционного анализа угля класса 50—100 мм, выход которого к рядовому углю составляет $\gamma_p=8,9\%$. Заполнить графу 3 таблицы.

Таблица 22
 Результаты фракционного анализа класса 13—25 мм

Решение.

Таблица 22

Результаты фракционного анализа класса 13—25 мм				
Плотность фракции, г/см ³	Выход		A ^c %	S _{об} ^c , %
	кг	%		
1	2	3	4	5
<1,3	7,6		3,5	2,3
1,3—1,4	2,4		7,7	2,4
1,4—1,5	0,9		13,2	2,7
1,5—1,6	0,2		20,3	2,8
1,6—1,8	0,3		38,2	3,1
>1,8	2,2		75,6	5,2
Итого	13,6	100,0		

Выход к рядовому углю фракции плотностью <1,3 г/см³
 $\gamma_{<1,3} = 14,6 \frac{8,9}{100}$
 Аналогично определяем выходы других фракций.

Задача 104.

Определить категорию обогатимости угля класса 50-100 мм по ГОСТ 10100—75. Результаты фракционного анализа угля приведены в табл. 24. Ответ. Трудная.

Плотность фракции, г/см ³	Выход		A ^c %
	γ	γ_p	
1	2	3	4
<1,3	14,6		3,8
1,3—1,4	31,3		8,8
1,4-1,5	15,0		18,2
1,5—1,6	5,0		26,1
1,6—1,8	0,5		41,1
>1,8	24,6		73,0
Итого	100,0	100,0	29,2

Задача 105.

Определить категорию обогатимости угля класса 6—13 мм по ГОСТ 10100—75. Результаты фракционного

Таблица 24

Результаты фракционного анализа угля класса 50—100		
Плотность фракции, г/см ³	γ , %	A ^c , %
<1,3	61,0	6,2
1,3-1,4	12,4	13,2
1,4—1,5	6,2	21,5
1,5-1,6	3,4	30,8
1,6-1,8	2,6	41,6
>1,8	14,4	82,5
Итого	100,0	20,8

анализа угля приведены в табл. 25. Ответ. Трудная

Таблица 25

Результаты фракционного анализа угля класса 6—13 мм		
Плотность фракции, г/см ³	γ , %	A ^c , %
<1,3	66,6	4,9
1,3-1,4	10,1	11,7
1,4-1,5	19,7	27,2
1,6-1,8	3,9	42,6
>1,8	11,7	75,0
Итого	100,0	16,6

Таблица 26

Фракционный состав антрацита класса 13—100 мм		
Плотность фракции, г/см ³	γ , %	A ^c , %
<1,4	48,6	3,7
1,4—1,5	30,8	7,8
1,5—1,6	4,7	17,2
1,6 - 1,8	4,7	35,1
1,8-2,0	3,7	51,5
>2,0	7,5	77,6
Итого	100,0	14,4

Задача 106.

Определить категорию обогатимости антрацита класса

13-100 мм по фракционному составу, приведенному в табл. 26.

Ответ. Легкая.

2. КРИВЫЕ ОБОГАТИМОСТИ

Задача 107. Заполнить графы 4, 5, 6 и 7 табл. 27 и построить кривые

обогащаемости угля класса 13—100 мм.

Таблица 27

Результаты фракционного анализа угля и его зольность

Плотность фракции, $\rho / \text{см}^3$	$\gamma, \%$	$A^c, \%$	Суммарные, %			
			всплывшие фракции		потонувшие фракции	
			сверху γ	A^c	снизу γ	A^c
1	2	3	4	5	6	7
<1,3	55,9	4,8	55,9	4,8		
1,3-1,4	9,4	10,1	65,3	5,6		
1,4-1,5	7,6	18,6	72,9	6,9		
1,5-1,6	3,3	30,0			27,1	66,3
1,6-1,8	3,1	45,9			23,8	71,4
1,8>	20,7	75,2			20,7	75,2
Итого	100	23,0	-	-	-	-

1. Заполняем графу 4 табл. 2 данными, полученными последовательным суммированием выходов фракций (графа 2) сверху:

$$55,9 + 9,4 = 65,3\% ; 65,3 + 7,6 = 72,9\% \text{ и т. д.}$$

2. Заполняем графу 5 данными расчетной средней зольности всплывших фракций сверху:

$$\frac{55,9 \cdot 4,8 + 9,4 \cdot 10,1}{65,3} = 5,6\% ; \frac{65,3 \cdot 5,6 + 7,6 \cdot 18,6}{72,9} = 6,9\% \text{ и т. д.}$$

3. Заполняем графу 6 данными, полученными последовательным суммированием выходов фракций (графа 2) снизу:

$$20,7 + 3,1 = 23,8\% ; 23,8 + 3,3 = 27,1\% \text{ и т.д.}$$

4. Заполняем графу 7 данными расчетной средней зольности потонувших фракций снизу:

$$\frac{20,7 \cdot 75,2 + 3,1 \cdot 45,9}{23,8} = 71,4\% ; \frac{23,8 \cdot 71,4 + 3,3 \cdot 30,0}{27,1} = 66,3\% \text{ и т. д.}$$

Графическая интерпретация результатов расчета фракционного анализа

1. Строим кривую элементарных фракций λ .

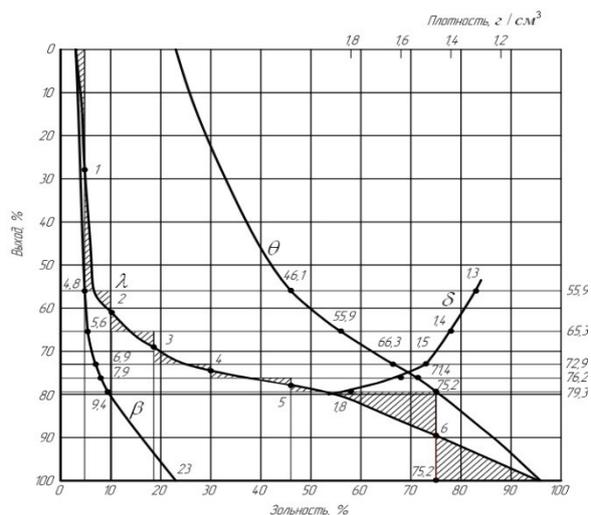


Рис. 3. Кривые обогатимости угля класса 13-100 мм

На оси ординат (рис. 3) откладываем в масштабе суммарные выходы всплывших фракций (графа 4): 55,9; 65,3; 75,9; 76,2; 79,3 и 100%. Проводим вспомогательные линии, параллельные оси абсцисс, и на этих линиях откладываем в масштабе зольность элементарных фракций (графа 3): 4,8; 10,1; 18,6; 30,0; 45,9 и 75,2%. В пределах каждой фракции проводим линии, параллельные оси ординат. Через середины этих линий проводим плавную кривую λ так, чтобы площади заштрихованных криволинейных треугольников были равновелики.

2. Строим кривую всплывших фракций β по данным граф 4 и 5 табл. 2. На вспомогательных линиях (см. рис. 2) откладываем в масштабе соответствующие значения средней зольности всплывших фракций (графа 5): 4,8; 5,6; 6,9; 7,9; 9,4; и 23%. Полученные точки соединяем плавной кривой β , начало которой должно совпадать с началом кривой λ .

3. Строим кривую потонувших фракций θ по данным граф 6 и 7 табл. 2. На вспомогательных линиях откладываем снизу в масштабе значения средней зольности потонувших фракций (графа 7): 75,2; 71,4; 66,3; 55,9; 46,1 и 23%. Полученные точки соединяем плавной кривой θ , конец которой должен совпадать с концом кривой λ , а начало должно соответствовать концу кривой β на линии, параллельной оси ординат.

4. Строим кривую плотностей δ по данным граф 1 и 4 табл. 2. На верхней стороне квадрата (принятого за ось плотности) откладываем в масштабе (справа налево) плотность фракций: 1,3; 1,4; 1,5; 1,6; и 1,8 $г/см^3$. Через эти точки проводим линии, параллельные оси ординат, до пересечения с соответствующими вспомогательными линиями выходов. Полученные точки соединяем плавной кривой δ .

Задача 108. Заполнить графы 4, 5, 6 и 7 табл. 28 и построить кривые обогатимости угля класса 0,5-13 мм.

Таблица 28

Результаты фракционного анализа угля и его зольность

Плотность фракции,	$\gamma, \%$	$A^c, \%$	Суммарные, %	
			всплывшие фракции	потонувшие фракции

$\rho/\text{см}^3$			сверху γ	A^c	снизу γ	A^c
1	2	3	4	5	6	7
<1,3	45,9	4,3				
1,3-1,4	9,9	8,1				
1,4-1,5	3,1	14,5				
1,5-1,6	1,7	31,2				
1,6-1,8	1,7	32,9				
>1,8	37,7	81,7				
Итого	100,0	35,1	-	-	-	-

Задача 109. По кривым обогатимости угля класса 13—100 мм (рис. 4) определить:

- 1) выход концентрата и плотность разделения δ'_p при заданной зольности $A^c_k = 5\%$;
- 2) выход отходов и плотность разделения δ''_p при заданной зольности $A^c_o = 78\%$;
- 3) выход и зольность концентрата при заданной плотности разделения $\delta_p = 1,55 \text{ кг/см}^3$.

Решение.

На оси абсцисс (см. рис. 4) откладываем в масштабе зольность концентрата $A^c_k = 5\%$ и проводим линию, параллельную оси ординат до пересечения с кривой всплывших фракций β . Через полученную точку a проводим демаркационную линию I , параллельную оси абсцисс.

Выход концентрата отсчитываем в масштабе по оси ординат сверху до линии I , $\gamma_k = 53,5\%$.

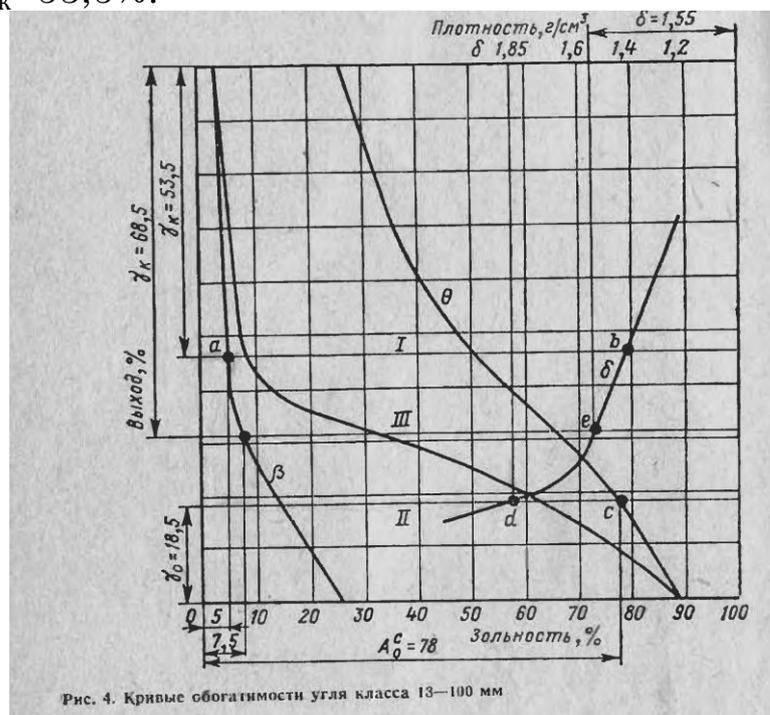


Рис. 4. Кривые обогатимости угля класса 13—100 мм

Плотность разделения находим проектированием точки пересечения b линии I с кривой δ на ось плотности: $\delta'_p = 1,42 \text{ г/см}^3$.

На оси абсцисс откладываем в масштабе зольность отходов $A_0^c = 78\%$ и проводим линию, параллельную оси ординат до пересечения с кривой Θ . Через точку c проводим демаркационную линию II .

Выход отходов отсчитываем в масштабе снизу по оси ординат до пересечения оси с линией II : $\gamma_0 = 18,5\%$.

Плотность разделения находим аналогично предыдущей плотности δ'_p , $\delta''_p = 1,85 \text{ г/см}^3$.

3. На оси плотности откладываем в масштабе плотность разделения $\delta_p = 1,55 \text{ г/см}^3$ и проводим линию, параллельную оси ординат, до пересечения с кривой δ . Через точку пересечения проводим демаркационную линию III .

4. Выход концентрата отсчитываем по оси ординат сверху — $\gamma_k = 68,5\%$, а зольность по оси абсцисс — расстояние от оси ординат до точки пересечения линии III с кривой β : $A_k^c = 7,5\%$.

Форма отчета: Студенты представляют для проверки результаты своей работы, выполненные по заданиям в рабочих тетрадях для практических работ

Практическое занятие №14-15

Тема: Решение задач Основы процесса обогащения в тяжелых средах

Цель: формировать навыки определения основных характеристик процесса обогащения в тяжелых средах

Оборудование: раздаточный материал

Методические указания: изучить теоретический материал

Ход выполнения: выполнить задания

Основные формулы.

Сила тяжести частицы в среде

$$G_0 = V(\delta - \Delta)g, \text{ Н}$$

Где V - объем частицы, м^3 , $V = \frac{m}{\delta}$,

m — масса частицы, кг; δ и Δ - плотность частицы и среды, кг/м^3

g - $9,81 \text{ м/с}^2$ - ускорение свободного падения

Объемная концентрация утяжелителя в суспензии

$$c = \frac{\Delta - 1}{\delta - 1}, \text{ доли единицы,}$$

δ и Δ - плотность суспензии и утяжелителя, т/м^3

Масса утяжелителя и воды

$$M = W_c c \delta, \text{ т}$$

$$W = W_c (1 - c), \text{ м}^3$$

W_c - объем суспензии, м^3

Вязкость суспензии

$$\mu_c = \mu [1 + 1,84c + (3,3c)^9], \text{ Па} \cdot \text{с}$$

де $\mu = 0,01 \text{ Па} \cdot \text{с}$ - динамический коэффициент вязкости воды.

Плотность аэросуспензии

$$\Delta = (1 - \varepsilon)\delta, \text{ т/м}^3$$

где ε - коэффициент пористости суспензии;

δ — плотность утяжелителя, т/м³.

Производительность колесных сепараторов СК и СКВ

$$Q = q \cdot B, \text{ т/ч,}$$

где q - удельная нагрузка на 1 м ширины ванны сепаратора, т (см. приложение 16);

B — ширина ванны сепаратора, м (по технической характеристике).

Крупность обогащаемого угля, мм	При содержании всплывшего или утонувшего продукта >75% от исходного	При содержании всплывшего или утонувшего продукта <75% от исходного
	Нагрузка на 1 м ширины ванны по всплывшему или утонувшему продукту, т/ч	Нагрузка на 1 м ширины ванны по исходному питанию, т/ч
50—300	85	115
25—300	75	100
13 (10)—300	65	85
13 (10)—100	60	80
13—50	50	65
6—50	40	55
6—25	35	45

Число сепараторов СКВ и СТТ: $i = \frac{kQ}{q \cdot B}$; где $k=1,15$;

Q - количество материала, поступающего в сепараторы, т/ч.

Среднее вероятное отклонение показателя эффективности работы сепараторов СК и СТТ в зависимости от крупности обогащаемого угля в пределах [19]: 25 – 300 мм: $E_p = 0,01\delta_p + 0,02$

13-150 мм

$$E_p = 0,015\delta_p + 0,02$$

6-100 мм

$$E_p = 0,025\delta_p + 0,005$$

δ_p - плотность разделения, г/см³

Производительность комплексов гидроциклонных установок КГ-2 и трехпродуктовых гидроциклон-сепараторов ГТ приведена в приложении 17.

Диаметр гидроциклона, мм	КГ-2/50	КГ-2/100	ГТ-3/80
500	40—50	80—100	—
630 (I ступень)	—	—	55—60
500 (II ступень)	—	—	40—45

Среднее вероятное отклонение показателя эффективности работы двухпродуктовых гидроциклонов [19]:

$$E_p = 0,03\delta_p + 0,015$$

Трехпродуктовых

Для первой стадии обогащения

$$E_p = 0,04\delta_p - 0,01$$

Для второй стадии обогащения

$$E_p = 0,045\delta_p - 0,015$$

где δ_p — плотность разделения, г/см³.

Задача 120. Определить перемещение частицы угля и породы одинаковой массы m — 100 г в тяжелой среде плотностью $\Delta=1500$ кг/м³, если плотность угля $\delta_1 = 1300$ кг/м³ и породы $\delta_2 = 2200$ кг/м³.

Ответ: $G_{01} = -0,15$ Н (частица угля всплывет); $G_{02} = 0,31$ Н (частица породы утонет).

Задача 121. Определить объемную концентрацию утяжелителя в суспензии плотностью $\Delta_1=1,5$ т/м³ и $\Delta_2=1,8$ т/м³, если плотность утяжелителя $\delta = 4,6$ т/м³.

Ответ. $c_1 = 0,14$; $c_2 = 0,22$.

Задача 122. Определить количество магнетита и воды для приготовления суспензии в количестве $W_c = 500$ м³, если плотность суспензии $\Delta=1,5$ т/м³ и магнетита $\delta = 4,6$ т/м³. Ответ. $M = 322$ т; $W = 430$ м³.

Задача 123. Определить вязкость суспензии плотностью $\Delta=1,8$ т/м³, если плотность магнетита $\delta = 4,6$ т/м³. Ответ. 0,0015 Па·с.

Задача 124. Определить плотность аэросуспензии, если ее коэффициент пористости $\varepsilon=0,6$ и плотность утяжелителя $\delta = 4,6$ т/м³. Ответ. 1,84 т/м³.

Задача 125. Рассчитать число сепараторов СКВ-32 для СК-32 ($B = 3,2$ м) для обогащения угля класса 10—100 мм, если содержание в исходном питании всплывшего продукта 65% и утонувшего 35%. Ответ. 256 т/ч.

Задача 126. Рассчитать число сепараторов СКВ-32 для обогащения угля класса 13—100 мм в количестве $Q = 200$ т/ч, если содержание всплывшего продукта в исходном питании 80%. Ответ. Один сепаратор.

Задача 127. Определить производительность сепаратора. С КВД-32 для обогащения классов 25—300 и 6—25 мм, если ширина ванны для крупного класса 2000 мм и мелкого 1200 мм. (содержание всплывших и утонувших продуктов <75%. Ответ. общая $Q = 254$ т.

Задача 128. Рассчитать число сепараторов СТТ-32 для обогащения угля класса 13—100 мм в количестве $Q = 250$ т/ч, если содержание всплывших и утонувших продуктов в исходном питании <75%. Ответ. Один сепаратор.

Задача 129. Определить среднее вероятное отклонение при обогащении угля класса 13-100 мм в сепараторе типа СКВ, если плотность разделения $\delta_p=1,9$ г/см³.

Ответ. 0,048.

Задача 130. Определить среднее вероятное отклонение при обогащении угля класса 6—100 мм в сепараторе типа СТГ если плотность разделения $\delta_p = 2 \text{ г/см}^3$.

Ответ. 0,055.

Задача 131. Рассчитать число комплексов гидроциклонов установки КГ-2/100 для обогащения угля класса 0,5—25 мм и количестве $Q = 180 \text{ т/ч}$.

Ответ. Два комплекса.

Задача 132. Рассчитать число трехпродуктовых гидроциклонов-сепараторов ГТ-3/80 для обогащения угля класса 0,5—13 мм в количестве $Q = 100 \text{ т/ч}$.

Ответ. Два гидроциклона-сепаратора.

Задача 133. Определить среднее вероятное отклонение при обогащении угля класса 0,5—25 мм в гидроциклонной установке КГ-2, если плотность разделения $\delta_p = 1,8 \text{ г/см}^3$. Ответ. 0,069.

Задача 134. Определить среднее вероятное отклонение при обогащении угля класса 0,5—13 мм в гидроциклоне-сепараторе ГТ, если плотность разделения в первой ступени $\delta_p' = 1,5 \text{ г/см}^3$ и во второй $\delta_p'' = 1,8 \text{ г/см}^3$.

Ответ. $E_{p1} = 0,05$; $E_{p2} = 0,066$.

Форма отчета: Студенты представляют для проверки результаты своей работы, выполненные по заданиям в рабочих тетрадях для практических работ

Практическое занятие №16

Тема: Решение задач Оборудование для обогащения в тяжелых суспензиях

Цель: формирование практических навыков пользоваться технической литературой для расчета тяжелосредних установок

Оборудование: раздаточный материал

Методические указания: изучить теоретический материал

Ход выполнения: выполнить задания

Основные формулы.

Сила тяжести частицы в среде

$$G_0 = V(\delta - \Delta)g, \text{ Н}$$

Где V - объем частицы, м^3 , $V = \frac{m}{\delta}$,

m — масса частицы, кг; δ и Δ - плотность частицы и среды, кг/м^3

g - $9,81 \text{ м/с}^2$ - ускорение свободного падения

Объемная концентрация утяжелителя в суспензии

$$c = \frac{\Delta - 1}{\delta - 1}, \text{ доли единицы,}$$

δ и Δ - плотность суспензии и утяжелителя, т/м^3

Масса утяжелителя и воды

$$M = W_c c \delta, \text{ т}$$

$$W = W_c (1 - c), \text{ м}^3$$

W_c - объем суспензии, м^3

Вязкость суспензии

$$\mu_c = \mu [1 + 1,84c + (3,3c)^9], \text{ Па} \cdot \text{с}$$

де $\mu = 0,01$ Па·с - динамический коэффициент вязкости воды.

Плотность аэросуспензии

$$\Delta = (1 - \varepsilon)\delta, \text{ т/м}^3$$

где ε - коэффициент пористости суспензии;

δ — плотность утяжелителя, т/м³.

Производительность колесных сепараторов СК и СКВ

$$Q = q \cdot B, \text{ т/ч},$$

где q - удельная нагрузка на 1 м ширины ванны сепаратора, т (см. приложение 16);

B — ширина ванны сепаратора, м (по технической характеристике).

Число сепараторов СКВ и СТТ: $i = \frac{kQ}{q \cdot B}$; где $k=1,15$;

Q - количество материала, поступающего в сепараторы, т/ч.

Среднее вероятное отклонение показателя эффективности работы сепараторов СК и СТТ в зависимости от крупности обогащаемого угля в пределах [19]: 25 – 300 мм: $E_p = 0,01\delta_p + 0,02$

13-150 мм

$$E_p = 0,015\delta_p + 0,02$$

6-100 мм

$$E_p = 0,025\delta_p + 0,005$$

δ_p - плотность разделения, г/см³

Производительность комплексов гидроциклонных установок КГ-2 и трехпродуктовых гидроциклон-сепараторов ГТ приведена в приложении 17.

Среднее вероятное отклонение показателя эффективности работы двухпродуктовых гидроциклонов [19]:

$$E_p = 0,03\delta_p + 0,015$$

Трехпродуктовых

Для первой стадии обогащения

$$E_p = 0,04\delta_p - 0,01$$

Для второй стадии обогащения

$$E_p = 0,045\delta_p - 0,015$$

где δ_p — плотность разделения, г/см³.

Задача 120. Определить перемещение частицы угля и породы одинаковой массы $m = 100$ г в тяжелой среде плотностью $\Delta = 1500$ кг/м³, если плотность угля $\delta_1 = 1300$ кг/м³ и породы $\delta_2 = 2200$ кг/м³.

Ответ: $G_{01} = -0,15$ Н (частица угля всплывет); $G_{02} = 0,31$ Н (частица породы утонет).

Задача 121. Определить объемную концентрацию утяжелителя в суспензии плотностью $\Delta_1 = 1,5$ т/м³ и $\Delta_2 = 1,8$ т/м³, если плотность утяжелителя $\delta = 4,6$ т/м³.

Ответ. $c_1 = 0,14$; $c_2 = 0,22$.

Задача 122. Определить количество магнетита и воды для приготовления суспензии в количестве $W_c = 500 \text{ м}^3$, если плотность суспензии $\Delta = 1,5 \text{ т/м}^3$ и магнетита $\delta = 4,6 \text{ т/м}^3$. Ответ. $M = 322 \text{ т}$; $W = 430 \text{ м}^3$.

Задача 123. Определить вязкость суспензии плотностью $\Delta = 1,8 \text{ т/м}^3$, если плотность магнетита $\delta = 4,6 \text{ т/м}^3$. Ответ. $0,0015 \text{ Па}\cdot\text{с}$.

Задача 124. Определить плотность аэросуспензии, если ее коэффициент пористости $\varepsilon = 0,6$ и плотность утяжелителя $\delta = 4,6 \text{ т/м}^3$. Ответ. $1,84 \text{ т/м}^3$.

Задача 125. Рассчитать число сепараторов СКВ-32 для СК-32 ($B = 3,2 \text{ м}$) для обогащения угля класса 10—100 мм, если содержание в исходном питании всплывшего продукта 65% и утонувшего 35%. Ответ. 256 т/ч .

Задача 126. Рассчитать число сепараторов СКВ-32 для обогащения угля класса 13—100 мм в количестве $Q = 200 \text{ т/ч}$, если содержание всплывшего продукта в исходном питании 80%. Ответ. Один сепаратор.

Задача 127. Определить производительность сепаратора СКВД-32 для обогащения классов 25—300 и 6—25 мм, если ширина ванны для крупного класса 2000 мм и мелкого 1200 мм. (содержание всплывших и утонувших продуктов $< 75\%$). Ответ. общая $Q = 254 \text{ т}$.

Задача 128. Рассчитать число сепараторов СТТ-32 для обогащения угля класса 13—100 мм в количестве $Q = 250 \text{ т/ч}$, если содержание всплывших и утонувших продуктов в исходном питании $< 75\%$. Ответ. Один сепаратор.

Задача 129. Определить среднее вероятное отклонение при обогащении угля класса 13-100 мм в сепараторе типа СКВ, если плотность разделения $\delta_p = 1,9 \text{ г/см}^3$.

Ответ. $0,048$.

Задача 130. Определить среднее вероятное отклонение при обогащении угля класса 6—100 мм в сепараторе типа СТТ если плотность разделения $\delta_p = 2 \text{ г/см}^3$.

Ответ. $0,055$.

Задача 131. Рассчитать число комплексов гидроциклонов установки КГ-2/100 для обогащения угля класса 0,5—25 мм и количестве $Q = 180 \text{ т/ч}$.

Ответ. Два комплекса.

Задача 132. Рассчитать число трехпродуктовых гидроциклонов-сепараторов ГТ-3/80 для обогащения угля класса 0,5—13 мм в количестве $Q = 100 \text{ т/ч}$.

Ответ. Два гидроциклона-сепаратора.

Задача 133. Определить среднее вероятное отклонение при обогащении угля класса 0,5—25 мм в гидроциклонной установке КГ-2, если плотность разделения $\delta_p = 1,8 \text{ г/см}^3$. Ответ. $0,069$.

Задача 134. Определить среднее вероятное отклонение при обогащении угля класса 0,5—13 мм в гидроциклоне-сепараторе ГТ, если плотность разделения в первой ступени $\delta_p' = 1,5 \text{ г/см}^3$ и во второй $\delta_p'' = 1,8 \text{ г/см}^3$.

Ответ. $E_{p1} = 0,05$; $E_{p2} = 0,066$.

Форма отчета: Студенты представляют для проверки результаты своей работы, выполненные по заданиям в рабочих тетрадях для практических работ

Практическое занятие №17-18

Тема: Решение задач Основы процесса отсадки. Оборудование для отсадки
Цель: формирование практических навыков определение технологических параметров оборудования для отсадки
Оборудование: раздаточный материал

Методические указания: изучить теоретический материал

Ход выполнения: выполнить задания

Основные формулы. Ускорение частиц при перемещении их и отсадочной постели [1]

$$a = \frac{dv_z}{dt} = \frac{\delta - \delta_{\text{ср}}}{\delta} g, \text{ м/с}^2$$

где v_z — скорость вертикального перемещения частиц, м/с;
 δ и $\delta_{\text{ср}}$ — среднединамическая плотность частиц и постели, кг/м³;
 $g = 9,81 \text{ м/с}^2$ — ускорение свободного падения.

Минимальная скорость восходящего потока воды для полного разрыхления постели: $u_0 = \varepsilon_0^2 v_{\text{оп}}$, м/с

где ε_0 — коэффициент пористости уплотнения постели;

$v_{\text{оп}}$ — конечная скорость свободного падения частицы породы крупностью $d_{\text{ср}}$, определяемой по формуле, м ($v_{\text{оп}}$ определять по числу Рейнольдса).

Максимальная скорость восходящего потока воды: $u_{\text{max}} = \varepsilon_{\text{max}}^2 v_{\text{оп}}$, м/с

где ε_{max} — коэффициент разрыхления при максимальном разрыхлении постели.

Время начала разрыхления постели при синусоидальном цикле

отсадки: $t_0 = \frac{1}{\omega} \arcsin \left(\frac{\varepsilon_0}{\varepsilon_{\text{max}}} \right)^2$, с

где ω — частота пульсаций воды, с⁻¹.

Длительность одного цикла отсадки: $T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{60}{n}$

где n — число пульсаций воды, мин⁻¹.

Длительность периода разрыхления постели за один цикл отсадки

$$t_1 = 0,5T - 2t_0, \text{ с}$$

Относительное разрыхление постели: $e = \frac{h - h_0}{h_0}$

где h и h_0 — толщина разрыхленной и уплотненной постели, м.

Коэффициент разрыхления постели: $\varepsilon = \frac{\varepsilon_0 + e}{1 + e}$

Среднее значение коэффициента разрыхления при отсадке: $\varepsilon_{\text{ср}} = \frac{\varepsilon_0 + \varepsilon_{\text{max}}}{2}$

Средняя скорость расслоения частиц постели за один цикл отсадки

$$V = \frac{S_1}{T}, \text{ м/с}$$

где s_1 — путь, проходимый частицами за один цикл отсадки, м

$$s_1 = \frac{(\delta - \delta_{\text{ср}})}{\delta} g \frac{(0,5T - 2t_0)^2}{2}$$

Амплитуда пульсаций воды при синусоидальном цикле отсадки: $A = \frac{30\varepsilon_0^2 v_{\text{оп}}}{\pi n}$

Число отсадочных машин: по исходному питанию: $i = \frac{kQ}{q_1 F_1}$

по отходам: $i = \frac{kQ_0}{q_2 F_1}$

где Q — количество угля, поступающего на отсадку, т/ч,

Q_0 — содержание отходов в исходном питании, т/ч;

q_1 и q_2 — удельная производительность по исходному питанию и

отходам (приложение 2 1), т/(ч·м²); F_1 — рабочая площадь сит одной отсадочной машины, м². Из двух расчетных величин i_1 и i_2 принимают большую.

Удельная производительность отсадочной машины

$$q = 3,6k_0(1 - \varepsilon_0)\delta_{\text{ср}}v_{\text{ср}}, \text{ т/(ч·м}^2\text{)},$$

где $k_0 = 0,10 \div 0,15$ — коэффициент, учитывающий скорость разгрузки продуктов обогащения;

ε_0 — коэффициент пористости уплотненной постели;

$\delta_{\text{ср}}$ — среднединамическая плотность постели, кг/м³;

$v_{\text{ср}}$ — средняя скорость расслоения легких фракций, определяемая по формуле, м/с

Время отсадки

$$t = \frac{h}{k_0 v_{\text{ср}}}, \text{ с}$$

где h — толщина постели, м.

Задача 171. Определить ускорение частиц угля и породы и отсадочной постели, если среднединамическая плотность частиц угля $\delta_1 = 1400$ кг/м³ и породы $\delta_2 = 2000$ кг/м³; среднединамическая плотность постели $\delta_{\text{ср}} = 1580$ кг/м³.

Ответ. $a_1 = -1,2\text{С м/с}^2$ (частица перемещается вверх постели); $a_2 = +2,06 \text{ м/с}^2$ (частица перемещается вниз постели).

Задача 172. Определить минимальную скорость восходящего потока воды в рабочем отделении отсадочной машины для разрыхления постели, если насыпная плотность угля $\delta_0 = 750$ кг/м³; среднединамическая плотность частиц постели $\delta_{\text{ср}} = 1530$ кг/м³ и частиц породы $\delta_{\text{ср}}' = 2000$ кг/м³; коэффициент формы частиц $f = 0,5$. Гранулометрический состав исходного питания приведен в табл. 38.

Т а б л и ц а 38

Гранулометрический состав класса 0,5—13 мм

класс, мм	$\gamma, \%$	$A^c \%$	$d_{cp} \text{ м}$ м
6-13	13,7	26,2	
3-6	26,7	24,2	
1,3	41,0	21,6	
0,5-1	18,6	28,5	
Итого	100,0	24,2	

Решение.

1. Определяем средний диаметр классов по данным Табл. 38:

$$\frac{6+13}{2} \text{ и т. д.}$$

По формуле определяем среднединамический диаметр масса 0,5—13 мм

$$d_{cp} = \frac{\gamma_1 d_1 + \gamma_2 d_2 + \dots + \gamma_n d_n}{\gamma_1 + \gamma_2 + \dots + \gamma_n}$$

2. Определяем коэффициент пористости по формуле $\varepsilon_0 = 1 - \frac{\delta_0}{\delta_{cp}}$

3. Определяем конечную скорость свободного падения частиц породы размером d_{cp} по числу Рейнольдса:

$$Re^2 \psi = 5134 \cdot 10^6 d^3 (\delta - \Delta); Re = 1100; K_p = 0,35$$

$$v_0 = \frac{K \mu Re}{d_3 \Delta}$$

4. Минимальную скорость восходящего потока воды определяем по формуле

$$u_0 = \varepsilon_0^2 v_0$$

Задача 173. Определить минимальную скорость восходящего потока воды в рабочем отделении отсадочной машины для разрыхления постели, если насыпная плотность угля $\delta_0 = 800 \text{ кг/м}^3$, среднединамическая плотность частиц постели $\delta_{cp} = 1665 \text{ кг/м}^3$ и частиц породы $\delta_{cp}' = 1900 \text{ кг/м}^3$, среднединамический диаметр частиц породы $d_{cp} = 50 \text{ мм}$, коэффициент формы частиц $f = 0,5$. Ответ. 0,124 м/с.

Задача 174. Толщина уплотненной постели $h_0 = 400 \text{ мм}$, толщина разрыхленной постели $h = 436 \text{ мм}$. Определить относительное разрыхление постели. Ответ. 0,09.

Задача 175. Определить коэффициент пористости разрыхленной постели, если коэффициент пористости уплотненной постели $\varepsilon_0 = 0,51$, относительное разрыхление постели $e = 0,1$. Ответ. 0,55.

Задача 176. Определить максимальную скорость восходящего потока воды в рабочем отделении отсадочной машины если среднединамический диаметр исходного класса $d_{cp} = 5 \text{ мм}$, среднединамическая плотность частиц породы $\delta_{cp} = 2100 \text{ кг/м}^3$ коэффициент пористости уплотненной постели $\varepsilon_0 = 0,5$, максимальное относительное разрыхление постели $e_{max} = 0,12$, коэффициент формы

частиц $f=0,5$.

Решение.

1. Определяем максимальный коэффициент разрыхления по формуле

$$\varepsilon_{max} = \frac{0,5 + 0,12}{1 + 0,12}$$

2. Определяем конечную скорость свободного падения частиц по числу Рейнольдса:

$$Re^2 \psi = 5134 \cdot 10^6 d^3 (\delta - \Delta); Re = 2000; K_p = 0,35; v_{оп} = \frac{K \mu Re}{d, \Delta}$$

Максимальную скорость восходящего потока воды определяем по формуле: $u_{max} = \varepsilon_{max}^2 v_{оп}$

Задача 177. Определить максимальную скорость восходящего потока воды в рабочем отделении отсадочной машины, если среднединамический диаметр исходного класса $d_{cp} = 55$ мм, среднединамическая плотность частиц породы $\delta_{cp} = 2100$ кг/м³, коэффициент пористости уплотненной постели $\varepsilon_0 = 0,52$, максимальное относительное разрыхление постели $\varepsilon_{max} = 0,13$ коэффициент формы частиц $f = 0,5$. Ответ. 0,127 м/с.

Задача 178. Определить время начала разрыхления постели при синусоидальном цикле отсадки, если коэффициент пористости уплотненной постели $\varepsilon_0 = 0,52$, максимальное относительное разрыхление постели $e_{max} = 0,12$, число пульсаций воды $n = 50$ мин⁻¹.

Решение.

1. Определяем максимальный коэффициент разрыхления постели по формуле: $\varepsilon_{max} = \frac{\varepsilon_0 + e}{1 + e}$; определяем частоту пульсаций воды $\omega = \frac{\pi n}{30}$
2. Время начала разрыхления определяем по формуле

$$t_0 = \frac{1}{\omega} \arcsin \left(\frac{\varepsilon_0}{\varepsilon_{max}} \right)^2; \text{откуда } \sin 5,23 t_0 = \left(\frac{\varepsilon_0}{\varepsilon_{max}} \right)^2; t_0 = \frac{\sin 56^\circ}{5,23}, \text{ с}$$

Задача 179. Определить длительность разрыхления постели за один цикл отсадки, если коэффициент пористости уплотненной постели $\varepsilon_0 = 0,5$, максимальный коэффициент разрыхления постели $\varepsilon_{max} = 0,58$, число пульсаций воды $n = 45$ мин⁻¹. Ответ. 0,3 с.

Задача 180. Определить среднюю скорость расслоения частиц постели, если насыпная плотность исходного питания $\delta_0 = 720$ кг/м³, максимальное относительное разрыхление постели $e_{max} = 0,12$, число пульсаций воды в отсадочной машине $n = 50$ мин⁻¹.

Фракционный состав исходного питания приведен в табл. 39

Решение.

1. Определяем среднединамическую плотность по формуле и данным табл.39

Постели:

$$\delta_{\text{ср}} = \frac{\gamma_1 \delta_1 + \gamma_2 \delta_2 + \dots + \gamma_n \delta_n}{\gamma_1 + \gamma_2 + \dots + \gamma_n}, \text{ кг/м}^3$$

частиц легкой фракции ($\delta < 1,5 \text{ г/см}^3$):

$$\delta_{<1,5} = \frac{\gamma_1 \delta_1 + \gamma_2 \delta_2 + \dots + \gamma_n \delta_n}{\gamma_1 + \gamma_2 + \dots + \gamma_n}$$

частиц тяжелой фракции ($\delta > 1,8 \text{ г/см}^3$):

$$\delta_{>1,8} = \frac{\gamma_1 \delta_1 + \gamma_2 \delta_2 + \dots + \gamma_n \delta_n}{\gamma_1 + \gamma_2 + \dots + \gamma_n}$$

Таблица 39

Фракционный состав исходного питания			
Плотность фракции, г/см ³	γ , %	A ^c , %	$\delta_{\text{ср}}$ г/см ³
1,2-1,3	57,3	4,6	
1,3-1,4	8,9	9,6	
1,4-1,5	3,2	16,1	
1,5-1,6	2,5	29,1	
1,6-1,8	1,9	36,5	
1,6-2,6	26,2	5,5	
Итого	100,	2, 1	

Определяем

коэффициент

разрыхления:

уплотненной постели по

формуле: $\varepsilon_0 = 1 - \frac{\delta_0}{\delta_{\text{ср}}}$

максимальной

разрыхленной постели по

формуле:

$$\varepsilon_{\text{max}} = \frac{\varepsilon_0 + e_{\text{max}}}{1 + e_{\text{max}}}$$

Определяем время начала разрыхления постели частота пульсаций

воды $\omega = \frac{\pi n}{30}$; $t_0 = \frac{1}{\omega} \arcsin \left(\frac{\varepsilon_0}{\varepsilon_{\text{max}}} \right)^2$; откуда $\sin 5,23 t_0 = \left(\frac{\varepsilon_0}{\varepsilon_{\text{max}}} \right)^2$; $t_0 = \frac{\sin^{-1} 56^{\circ} 40'}{5,23}$, с

время одного цикла отсадки $T = \frac{60}{n}$

Определяем путь, проходимый частицами за один цикл отсадки, и среднюю скорость расслоения по формулам:

частиц легкой фракции: $s_1 = \frac{(\delta - \delta_{\text{ср}})}{\delta} g \frac{(0,5T - 2t_0)^2}{2}$; $v_{<1,5} = \frac{s_1}{T}$, м/с

частиц тяжелой фракции: $s_2 = \frac{(\delta - \delta_{\text{ср}})}{\delta} g \frac{(0,5T - 2t_0)^2}{2}$; $v_{>1,8} = \frac{s_2}{T}$, м/с

Задача 181. Определить амплитуду пульсаций воды в отсадочной машине крупного угля, если число пульсаций $n=36 \text{ с}^{-1}$, среднединамическая плотность частиц породного слоя постели $\delta_{\text{ср}}=2200 \text{ кг/м}^3$, коэффициент пористости породного слоя $e_0=0,52$, коэффициент формы частица $f=0,5$.

Гранулометрический состав исходного питания приведен в табл. 40.

Класс, мм	γ %	$d_{\text{ср}}$ г/см ³
50-100	25,2	
25-50	26,4	
13-25	48,4	
Итого	100	

Решение.

1. Определяем среднединамический диаметр частиц по формуле (6)

и данным табл. 40: $d_{\text{ср}} = \frac{\gamma_1 d_1 + \gamma_2 d_2 + \dots + \gamma_n d_n}{\gamma_1 + \gamma_2 + \dots + \gamma_n}$

2. Определяем конечную скорость свободного падения частиц породы по числу Рейнольдса:

$$\text{Re}^2 \psi = 5134 \cdot 10^6 d^3 (\delta - \Delta); \text{Re} = 45000; K_p = 0,35; v_{\text{оп}} = \frac{K \mu \text{Re}}{d_3 \Delta}$$

3. Определяем амплитуду пульсаций воды по формуле $A = \frac{30 \varepsilon_0^2 v_{\text{оп}}}{\pi n}$

Таблица 41

Класс, мм	γ %	$d_{\text{ср}}$ г/см ³
6-13	41,5	
3-6	20,0	
1-3	16,3	
0,5-1	22,2	
Итого	100	-

Задача 182. Определить амплитуду пульсаций воды в отсадочной машине мелкого угля, если число пульсаций $n=45$ мин⁻¹, среднединамическая плотность частиц породного слоя $e_0=0,51$ коэффициент формы частиц $f=0,5$. Гранулометрический состав исходного питания приведен в

табл. 41. Ответ. 10 мм.

Задача 183. Рассчитать число отсадочных машин ОМ-8-1 для обогащения крупного класса в количестве $Q=250$ т/ч, если содержание фракции $>1,8$ г/см³ в исходном питании 20%; категория обогатимости угля легкая. *Решение.*

Определяем число машин по исходному питанию по формуле: $i = \frac{kQ}{q_1 F_1}$

по отходам: $i = \frac{kQ_0}{q_2 F_1}$

1. По приложениям 21 и 22 находим $q_1 = 18$ т/(ч·м²), $F_1 = 8$ м².

2. Определяем число машин по отходам. Содержание отходов в исходном: $i = \frac{kQ_0}{q_2 F_1}$; $Q_0 = \frac{20 \cdot 250}{100}$; $q_2 = 7$ т/(ч·м²)

Задача 184. Рассчитать число отсадочных машин ОМ-12—1 для обогащения крупного класса в количестве $Q = 300$ т/ч, или содержание фракции $>1,8$ г/см³ в исходном питании 16%, категория обогатимости угля средняя. Ответ. Две машины.

Задача 185. Рассчитать число отсадочных машин ОМ-12—I для обогащения мелкого угля в количестве $Q=200$ т/ч, если содержание фракции $>1,8$ г/см³ в исходном питании 30%, категория обогатимости угля средняя. Ответ. Две машины.

Задача 186. Рассчитать число отсадочных машин ОМ-18—1 для обогащения мелкого класса в количестве $Q=300$ т/ч, если содержание фракции $>1,8$ г/см³ в исходном питании 32%, категория обогатимости угля трудная. Ответ. Две машины.

Задача 187. Рассчитать число отсадочных машин ОМ-18—1 для обогащения неклассифицированного угля в количестве $Q=350$ т/ч, если содержание фракции $>1,8$ г/см³ в исходном питании 28%, категория обогатимости угля легкая. Ответ. Одна машина.

Задача 188. Рассчитать число отсадочных машин ОМА-10. для обогащения антрацита класса 6—250 мм в количестве $Q=190$ т/ч, если содержание фракции $>2,0$ г/см³ в исходном питании 20%, категория обогатимости антрацита легкая. Ответ. Одна машина

Задача 189. Рассчитать число отсадочных машин ОМ-24 для обогащения мелкого класса в количестве $Q=400$ т/ч, если содержание фракции $>1,8$ г/см³ в исходном питании 20%, категория обогатимости угля легкая. Ответ. Одна машина.

Задача 190. Определить удельную производительность отсадочной машины и время отсадки, если средняя скорость расслоения легких фракций $v_{cp}=0,039$ м/с, среднединамическая плотность частиц постели δ_{cp} — 1550 кг/м³, коэффициент пористости уплотненной постели $\varepsilon_0 = 0,52$, толщина постели $h=350$ мм, коэффициент скорости разгрузки продуктов обогащения $k_0 = 0,1$.

Решение.

1. Определяем удельную производительность машины по формуле

$$q = 3,6k_0(1 - \varepsilon_0)\delta_{cp}v_{cp}, \text{ т/(ч}\cdot\text{м}^2); \quad t = \frac{h}{k_0v_{cp}}, \text{ с}$$

Задача 191. Определить удельную производительность отсадочной машины и время отсадки, если средняя скорость расслоения легких фракций $v_{cp}=0,055$ м/с, среднединамическая плотность частиц постели $\delta_{cp}=1590$ кг/м³, коэффициент пористости уплотненной постели $\varepsilon_0 = 0,53$, толщина постели $h=400$ мм, коэффициент скорости разгрузки продуктов обогащения $k_0 = 0,1$.

Ответ. $q = 14,7$ т/(ч*м²); $t = 73$ с.

Задача 192. Определить выход продуктов обогащения отсадочной машины, если зольность исходного питания $A_{и}^c=23,8\%$ зольность концентрата $A_{к}^c=5,0\%$ и отходов $A_{о}^c = 78,2\%$.

Указание, использовать формулы баланса продуктов обогащения

Форма отчета: Студенты представляют для проверки результаты своей работы, выполненные по заданиям в рабочих тетрадях для практических работ

Практическое занятие №19

Тема: Решение задач Оборудование для противоточного гравитационного обогащения

Цель: формирование практических навыков определение технологических параметров оборудования для противоточного гравитационного обогащения

Оборудование: раздаточный материал

Методические указания: изучить теоретический материал

Ход выполнения: выполнить задания

Основные формулы. *Скорость потока воды* в шнековом сепараторе типа CLLI для взвешивания частиц легкой фракции максимальной крупности [12]

$$u = 1,2v_0 \quad (153)$$

где v_0 — конечная скорость свободного падения в воде частицы легкой фракции максимального размера, определяемая по числу Рейнольдса, м/с.

$$\text{Частота вращения шнека: } n = \frac{40u}{\pi R}, \text{ мин}^{-1}$$

где R — радиус корпуса сепаратора, м.

$$\text{Расход воды в сепараторе [12]: } W = 3600t_{\text{ш}}(R - r) \frac{(1-c)c_{\text{л}}}{1-c+cc_{\text{л}}} u$$

где $t_{\text{ш}}$ — шаг шнека, м;

r — радиус вала шнека, м;

c — объемная концентрация твердого в потоке сепаратора, доли единицы,

$c_{\text{л}}$ — объемная концентрация легких фракций в исходном питании, доли единицы.

$$\text{Объемная концентрация в потоке: } c = \frac{1}{1+p\frac{\delta_{\text{ср}}}{\Delta}}$$

где p — отношение Ж: Т в потоке;

$\delta_{\text{ср}}$ — среднединамическая плотность исходного питания, кг/м³;

Δ — плотность воды, кг/м³.

Объемная концентрация легких фракций в исходном питании

$$c_{\text{л}} = \frac{1}{1 + \frac{\delta_{\text{л}} \gamma_{\text{Т}}}{\delta_{\text{Т}} \gamma_{\text{л}}}}$$

где $\delta_{\text{л}}$ и $\delta_{\text{Т}}$ — среднединамические плотности легкой и тяжелой фракций, кг/м³; $\gamma_{\text{л}}$ и $\gamma_{\text{Т}}$ — выход легкой и тяжелой фракций, %.

Производительность сепаратора типа СШ

$$Q = 3600t_{\text{ш}}(R - r) \frac{cc_{\text{л}}}{1-c+cc_{\text{л}}} u \delta_{\text{ср}}, \text{ т/ч, где } \delta_{\text{ср}} \text{ в т/м}^3.$$

$$\text{Число сепараторов типа СШ: } i = \frac{kQ}{Q_1}$$

Где Q — количество материала, поступающего в сепараторы, т/ч;

Q_1 — производительность одного сепаратора, т/ч [см. приложение 23 или по формуле (158)].

Задача 193. Определить скорость потока воды и частоту вращения шнека сепаратора СШ-15 для обогащения антрацита класса 13—100 мм, если диаметр корпуса сепаратора $D = 1500$ мм, среднединамическая плотность легких фракций $\delta_{\text{л}} = 1680$ кг/м³, коэффициент формы частиц $f = 0,65$. Решение.

Определяем скорость потока воды в сепараторе по формуле

$$\text{Re}^2 \psi = 5134 \cdot 10^6 d_3^3 (\delta - \Delta); \text{Re} = 160000; K = K_p = 0,44; v_0 = \frac{K \mu \text{Re}}{d_3 \Delta}, \text{ м/с;}$$

$$u = 1,2v_0; R = \frac{D}{2} \text{ Частота вращения шнека } n = \frac{40u}{\pi R}, \text{ мин}^{-1}$$

Задача 194. Определить скорость потока воды и частоту вращения шнека сепаратора СШ -15 для обогащения антрацита

класса 6—25 мм, если диаметр корпуса сепаратор $D = 1500$ мм, среднединамическая плотность легких фракции $\delta_{л} = 1650$ кг/м, коэффициент формы частиц $f = 0,65$. Ответ. $u = 0,38$ м/с; $n = 6,5$ мин⁻¹.

Задача 195. Определить расход воды и производительность сепаратора СВШ-15 для обогащения антрацита класса 13—100 мм, если радиус корпуса сепаратора $R = 750$ мм, радиус вала шнека $r = 250$ мм, шаг шнека $t_{ш} = 750$ мм, плотность разделения $\delta_p = 2$ г/см³, отношение Ж:Т в пульпе $p = 6$, коэффициент формы частиц $f = 0,7$. Фракционный состав антрацита класса 13—100 мм приведен в табл. 42.

Таблица 42			
Фракционный состав антрацита класса 13—100 мм			
Плотность фракции, г/см ³	γ , %	A^c , %	$\delta_{ср}$, г/см ³
1,4-1,6	26,9	4,0	1,5
1,0-1,8	27,1	6,3	1,7
1,8-2,0	2,2	37,1	1,9
2,0-2,6	43,8	81,8	2,3
Итого	100,0	39,4	—

Решение.

1. Определяем объемную концентрацию твердого в потоке по формуле

Среднединамическая плотность исходного материала

$$\delta_{ср} = \frac{\gamma_1 \delta_1 + \gamma_2 \delta_2 + \dots + \gamma_n \delta_n}{\gamma_1 + \gamma_2 + \dots + \gamma_n}, \text{ кг/м}^3; \quad c = \frac{1}{1 + p \frac{\delta_{ср}}{\Delta}}$$

2. Определяем концентрацию легких фракций плотностью $< 1,8$ г/см³ по формуле (157).

Среднединамическая плотность легких и тяжелых фракций

$$\delta_{л} = \frac{26,9 \cdot 1,5 + 27,1 \cdot 1,7 + 2,2 \cdot 1,9}{26,9 + 27,1 + 2,2}, \text{ кг/м}^3; \quad \delta_{т} = \delta_{2,0-2,6}, \text{ кг/м}^3$$

Выход фракций: $\gamma_{л} = 26,9 + 27,1 + 2,2$; $\gamma_{т} = 43,8\%$; $c_{л} = \frac{1}{1 + \frac{\delta_{л} \gamma_{т}}{\delta_{т} \gamma_{л}}}$

$Re^2 \psi = 5134 \cdot 10^6 d_3^{-3} (\delta - \Delta)$; $Re = 160000$; $K = K_p = 0,47$

$$v_0 = \frac{K \mu Re}{d_3 \Delta}, \text{ м/с}; \quad u = 1,2 v_0$$

Определяем расход воды по формуле

$$W = 3600 t_{ш} (R - r) \frac{(1-c)c_{л}}{1-c+cc_{л}} u; \text{ м}^3/\text{ч}$$

Определяем производительность сепаратора по формуле

$$Q = 3600 t_{ш} (R - r) \frac{cc_{л}}{1-c+cc_{л}} u \delta_{ср}, \text{ т/ч}$$

Задача 196. Определить расход воды и производительность сепаратора СВШ-15 для обогащения антрацита класса 6—25 мм, если радиус корпуса сепаратора $R = 750$ мм, радиус вала шнека $r = 250$ мм, шаг шнека $t_{ш} = 750$ мм, плотность разделения $\delta_p = 1,8$ г/см³, отношение

Ж:Т в пульпе $p = 5$, коэффициент формы частиц $f = 0,65$.

Фракционный состав исходного питания приведен в табл. 43. Ответ.

$W=310 \text{ м}^3/\text{ч}$; $Q = 61 \text{ т/ч}$.

Таблица 43

Фракционный состав антрацита класса 6—25 мм

Плотность фракции, г см ³	γ , %	A^c , %	$\delta_{\text{ср}}$ г/см ³
1,4-1,6	45,2	5,7	1,5
1,6—1,8	21,0	11,9	1,7
1,8—2,0	9,2	29,6	1,9
2,0—2,6	24,6	86,8	2,3
Итого	100,0	29,2	—

Задача 197. Рассчитать число шнековых сепараторов СВШ-15 -15 для обогащения антрацита класса 25—100 мм в количестве $Q=220 \text{ т/ч}$.

Ответ. Два сепаратора.

Форма отчета: Студенты представляют для проверки результаты своей работы, выполненные по заданиям в рабочих тетрадях для практических работ.

Практическое занятие №20

Тема: Решение задач Основы флотации

Цель: формирование практических навыков определения технологических параметров при обогащении основных параметров процесса флотации

Оборудование: раздаточный материал

Методические указания: изучить теоретический материал

Ход выполнения: выполнить задания

Основные формулы.

Сила, необходимая для разрыва пленки жидкости на поверхности раздела фаз,

$$F = \sigma l, \text{ Н} \quad (170)$$

где σ — поверхностное натяжение жидкости на границе раздела фаз, Н/м;

l — ширина пленки, м.

Показатель флотирiuемости — убыль свободной поверхностной энергии при образовании флотационного комплекса

$$A = \sigma_{\text{жг}}(1 - \cos \theta), \text{ Дж/м}^2,$$

Где:

$\sigma_{\text{жг}}$ — поверхностное натяжение на поверхности раздела фаз ЖГ, Н/м;

θ — краевой угол смачивания, градус.

Краевой угол смачивания, необходимый для удержания частицы на пузырьке воздуха,

$$\sin \theta \geq 2,94 \sqrt{\frac{G_0}{R}},$$

где G_0 —сила тяжести частицы в воде, Н;

R — радиус пузырька, м.

Коэффициент скорости флотации

$$K_z = \frac{2.3}{t} \lg \frac{1}{1-\varepsilon}, \text{ мин}^{-1},$$

где t — время флотации, мин;

ε — извлечение концентрата, доли единицы.

Извлечение концентрата

$$\varepsilon = 1 - e^{-K_z t},$$

где $e = 2,72$ —основание натуральных логарифмов

Задача 213. Поверхностное натяжение воды $\sigma_1 = 0,073$ Н/м и спирта $\sigma_2 = 0,02$ Н/м. Определить силу, необходимую для разрыва пленки воды и спирта шириной $l = 500$ мм.

Ответ. $F_1 = 0,036$ Н; $F_2 = 0,01$ Н.

Задача 214. Определить показатель флотирiuемости двух частиц угля с краевым углом смачивания $\theta_1 = 80^\circ$ и $\theta_2 = 60^\circ$.

Ответ. $A_1 = 0,06$ Дж/м²; $A_2 = 0,036$ Дж/м². $A_1 > A_2$ — первая частица флотирiuется лучше.

Задача 215. Определить краевой угол смачивания частицы угля водой, необходимый для удержания ее на пузырьке воздуха диаметром $D = 0,8$ мм, если диаметр частицы $d = 0,5$ мм и плотностью $\delta = 1500$ кг/м³.

Ответ. $4^\circ 50'$.

Задача 216. Определить краевой угол смачивания частицы угля водой, необходимый для удержания ее на пузырьке воздуха диаметром $D = 0,6$ мм, если диаметр частицы $d = 0,1$ мм и плотность $\delta = 1400$ кг/м³.

Ответ. $0^\circ 24'$.

Задача 217. Определить, удержится ли частица угля диаметром $d = 0,5$ мм на пузырьке воздуха диаметром $D = 0,4$ мм, если плотность частицы $\delta = 1450$ кг/м³ и краевой угол смачивания $\theta = 6^\circ$.

Ответ. Не удержится.

Задача 218. Определить, может ли всплыть на поверхность пульпы комплекс: частица угля — пузырек воздуха, если диаметр пузырька $D = 0,3$ мм, диаметр частицы $d = 0,5$ мм и плотность угля $\delta = 1300$ кг/м³.

Указание. Всплывание комплекса произойдет при условии $G_0 < G_{\text{п}}$, где G_0 — сила тяжести частицы в воде и $G_{\text{п}}$ — вес вытесненной пузырьком воды.

Ответ. Нет.

Задача 219. Определить минимальный размер пузырька воздуха, который способен вынести на поверхность пульпы частицу угля диаметром $d = 0,3$ мм и плотностью $\delta = 1500$ кг/м³.

Указание. $G_0 = G_{\text{п}}$ (см. задачу 218).

Ответ. $0,24$ мм.

Задача 220. Определить коэффициент скорости флотации, если время флотации $t=8$ мин, извлечение концентрата $\varepsilon_k = 92\%$.

Ответ. $0,32 \text{ мин}^{-1}$.

Задача 221. Определить извлечение концентрата, если коэффициент скорости флотации $K_z=0,4 \text{ мин}^{-1}$, время флотации $t=7,5$ мин.

Ответ. 95% .

2. КРИВЫЕ ФЛОТИРУЕМОСТИ

Задача 222. По результатам дробной флотации угля класса 0—0,5 мм (табл. 44) построить кривые флотиремости и составить теоретический баланс продуктов флотации при заданной зольности флотоконцентрата $A_k^c=7\%$.

Время флотации, мин	$\gamma, \%$	$A^c, \%$	суммарно			
			концентрат		отходы	
			сверху $\gamma, \%$	$A^c, \%$	снизу $\gamma, \%$	$A^c, \%$
1	2	3	4	5	6	7
1	61,0	4,5				
2	12,2	8,0				
3	3,2	20,3				
4	1,5	29,4				
5	2,8	41,4				
6	19,3	76,9				
итого	100	20,8				

Решение.

1. Заполняем графы 4, 5, 6 и 7 табл. 44.

Суммарный выход концентрата (графа 4):

$$61 + 12,2 = 73,2\%;$$

$$73,2 + 3,2 = 76,4\%$$

и т.д.

Средняя зольность концентрата (графа 5)

$$\frac{61,0 \cdot 4,5 + 12,2 \cdot 8,0}{73,2} = 5,1\%$$

$$\frac{73,2 \cdot 5,1 + 3,2 \cdot 20,3}{76,4}$$

и т.д.

Графы 6 и 7 заполняем аналогично последовательным суммированием данных снизу вверх.

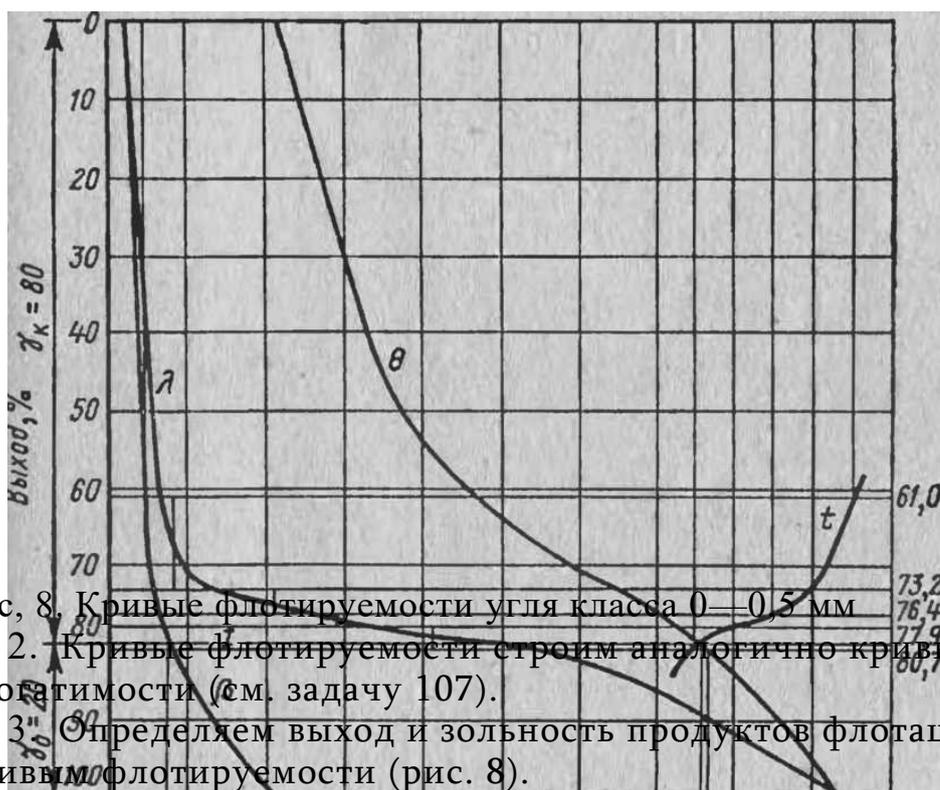


Рис. 8. Кривые флотиремости угля класса 0—0,5 мм

2. Кривые флотиремости строим аналогично кривым обогатимости (см. задачу 107).

3. Определяем выход и зольность продуктов флотации по кривым флотиремости (рис. 8).

Форма отчета: Студенты представляют для проверки результаты своей работы, выполненные по заданиям в рабочих тетрадях для практических работ

Практическое занятие №21

Тема: Решение задач Оборудование для флотации

Цель: формирование практических навыков определения технологических параметров при расчете оборудования для флотации

Оборудование: раздаточный материал

Методические указания: изучить теоретический материал

Ход выполнения: выполнить задания

Основные формулы. Коэффициент аэрации пульпы

$$\alpha = \frac{V_1}{W_{\pi} + V_1}$$

V_1 —количество засасываемого воздуха во флотационную машину, м³/ч;

W_{π} — производительность машины по пульпе, м³/ч.

Окружная скорость импеллера флотационной машины

$$v = \frac{\pi D n}{60}$$

D —диаметр импеллера, м;

n — частота вращения импеллера, мин⁻¹.

Производительность флотационной машины: по пульпе

$$W_{\pi} = \frac{60KnV}{t} \text{ м}^3/\text{ч}$$

по твердому:

$$Q = \frac{60KnV\delta}{(1 + p\delta)t} \text{ Т/ч}$$

$K = 1 - \alpha = 0,65 \div 0,7$ коэффициент, учитывающий аэрацию пульпы;

n — число камер;

V — объем одной камеры, м^3

δ — плотность шлама, т/м^3 ;

p — отношение Ж:Т в пульпе

t — время флотации, мин.

Число флотационных машин

$$i = \frac{kQ(1 + p\delta)t}{60KnV\delta}$$

Количество твердого в пульпе

$$Q = \frac{W\delta}{1 + p\delta} \text{ Т/ч}$$

Число агрегатов АКП «Каскад» для подготовки пульпы перед флотацией

$$i = \frac{kW}{W_1}$$

где W — количество пульпы, поступающей на подготовку $\text{м}^3/\text{ч}$;

W_1 — производительность одного агрегата, $\text{м}^3/\text{ч}$.

Задача 225. Определить коэффициент аэрации пульпы во флотационной машине, если количество засасываемого воздуха в машину $V_1 = 200 \text{ м}^3/\text{ч}$, производительность машины по пульпе $W_{\text{п}} = 450 \text{ м}^3/\text{ч}$. Ответ. 0,31.

Задача 226. Определить количество засасываемого воздуха во флотационную машину, если ее производительность по пульпе $W_{\text{п}} = 400 \text{ м}^3/\text{ч}$, коэффициент аэрации пульпы $\alpha = 0,35$. Ответ. $215 \text{ м}^3/\text{ч}$.

Задача 227. Определить окружную скорость импеллера флотационной машины ФМУ-63, если диаметр $D = 400 \text{ мм}$ и частота вращения $n = 735 \text{ мин}^{-1}$. Ответ. $6,15 \text{ м/с}$.

Задача 228. Определить окружную скорость импеллера флотационной машины МФУ2-63, если диаметр импеллера $D = 400 \text{ мм}$ и частота вращения $n = 600 \text{ мин}^{-1}$.

Ответ. $5,02 \text{ м/с}$.

Задача 229. Определить время флотации в шестикамерной Флотационной машине ФМУ-63, если ее производительность по пульпе $W_{\text{п}} = 165 \text{ м}^3/\text{ч}$. Ответ. 9 мин.

Задача 230. Определить время флотации в шестикамерной 4 флотационной машине МФУ2-63, если ее производительность по пульпе $W_{\text{п}} = 250 \text{ м}^3/\text{ч}$. Ответ. 6,3 мин.

Задача 231. Определить производительность по пульпе шестикамерной флотационной машины МФУ2-63, если время флотации $t = 7 \text{ мин}$. Ответ. $227 \text{ м}^3/\text{ч}$.

Задача 232. Определить производительность шестикамерной флотационной машины ФМУ-63, если плотность твердого шлама $\delta = 1,5 \text{ т/м}^3$, отношение Ж:Т

в пульпе $p=5$, время флотации $t=8,5$ мин; коэффициент, учитывающий аэрацию пульпы $K=0,65$.

Ответ. 28,6 т/ч.

Задача 233. Определить производительность шестикамерной флотационной машины МФУ2-63, если плотность шлама $\delta=1,4$ т/м³; отношение Ж:Т в пульпе $p=6$; время флотации $t=6$ мин; коэффициент, учитывающий аэрацию пульпы, $K=0,7$.

О т в е т. 39,4 т/ч.

Задача 234. Определить производительность шестикамерной пневмомеханической машины ФПМУ-63, если плотность твердого шлама $\delta=1,5$ т/м³; отношение Ж: Т в пульпе $p=8$; время флотации $t=2,6$ мин; коэффициент, учитывающий аэрацию пульпы, $K=0,7$. **Ответ. 70 т/ч.**

Задача 235. Рассчитать число шестикамерных флотационных машин МФУ2-63 для флотации шлама в количестве $Q=100$ т/ч, если плотность твердого шлама $\delta=1,5$ т/м³; отношение Ж: Т в пульпе $p=8$; время флотации $t=6$ мин; коэффициент, учитывающий аэрацию пульпы, $K=0,7$. **Ответ. Четыре машины.**

Задача 236. Рассчитать число шестикамерных флотационных машин ФПМУ-63 для флотации шлама в количестве $Q=180$ т/ч, если плотность твердого шлама $\delta=1,5$ т/м³; отношение Ж: Т в пульпе $p=8$; время флотации $t=2,6$ мин; коэффициент, учитывающий аэрацию пульпы, $K=0,7$. **Ответ. Три машины.**

Задача 237. На флотацию поступает пульпа в количестве $W=1000$ м³/ч с отношением Ж: Т= $p=7$. Определить количество твердого в пульпе, если его плотность $\delta=1400$ кг/м³.

Ответ. 130 т/ч.

Задача 238. Рассчитать число агрегатов АКП-1,6 для подготовки пульпы перед флотацией в количестве $W=1200$ м³/ч, если производительность агрегата $W_1=1600$ м³/ч. **Ответ. Один агрегат.**

Задача 239. Определить выход продуктов флотации, если зольность флотоконцентрата $A^c_k=8,5\%$, отходов $A^c_o=76,2\%$ и исходного шлама $A^c_{и}=22,0\%$.

Указание. См. задачу 192. **Ответ. $\gamma_k=80\%$; $\gamma_o=20\%$.**

Форма отчета: Студенты представляют для проверки результаты своей работы, выполненные по заданиям в рабочих тетрадях для практических работ

Практическое занятие №22

Тема: Решение задач Основы процесса дренирования

Цель: формирование практических навыков определения технологических параметров процесса дренирования

Оборудование: раздаточный материал

Методические указания: изучить теоретический материал

Ход выполнения: выполнить задания

Основные формулы. *Эффективность* процесса обезвоживания продуктов обогащения в различных аппаратах [17]

$$\eta = \frac{W_M^p}{W^p} 100, \%$$

W_M^p - максимальная молекулярная влагоемкость (ММВ) продукта, %;

W^p - содержание влаги в обезвоженном продукте, %

Удельная поверхность сыпучего материала, состоящего из частиц неправильной формы одинакового размера,

$$s = \frac{6}{fd}, \text{ м}^{-1}$$

$f = 0,4 \div 0,7$ - коэффициент формы частиц ($f = 1$ для частиц шарообразной формы)

d - диаметр частиц, мм.

Удельная поверхность сыпучего материала, состоящего из частиц неправильной формы и разного размера

$$s = \frac{6}{100f} \left(\frac{\gamma_1}{d_1} + \frac{\gamma_2}{d_2} + \dots + \frac{\gamma_n}{d_n} \right), \text{ м}^{-1}$$

где $\gamma_1, \gamma_2, \gamma_n$ — выходы классов по данным гранулометрического состава, %;

d_1, d_2, \dots, d_n — средние размеры частиц классов, мм;

n — число классов.

Капиллярное давление в капилляре

$$p = \frac{2\sigma_{жг} \cos \Theta}{r}, \text{ Па}$$

$\sigma_{жг}$ - поверхностное натяжение воды, Н/м;

Θ - краевой угол смачивания, градус;

r — радиус капилляра, м.

Средний радиус каналов (капилляров) между частицами, пористой среды [9]

$$r = 2R_r = \frac{2\varepsilon}{s}, \text{ м}$$

R_r — гидравлический радиус каналов, м;

ε — коэффициент пористости среды;

s — удельная поверхность частиц, м^{-1} .

Скорость дренирования (формула Дарси)

$$w = K_\phi \frac{p}{h}, \text{ м/с}$$

K_ϕ — коэффициент фильтрации, $\text{м}^2/(\text{Па} \cdot \text{с})$;

p — разность давлений сверху и внизу слоя материала, Па;

h — толщина слоя материала, м.

Коэффициент фильтрации (формула Козени)

$$K_\phi = \frac{0,2\varepsilon^3}{s^2(1-\varepsilon)^2\mu}, \text{ м}^2/(\text{Па} \cdot \text{с});$$

$\mu = 0,001 \text{ Па} \cdot \text{с}$ динамический коэффициент вязкости воды.

Количество воды, удаляемой из материала в процессе дренирования,

$$W = 3600Fw, \text{ м}^3/\text{ч}$$

F - площадь сечения слоя материала в горизонтальной плоскости, m^2 ;
 w - скорость дренирования, m/s .

Задача 240. Определить эффективность обезвоживания мелкого концентрата, если содержание влаги в обезвоженном продукте $W^p = 9,6\%$, ММВ концентрата $W^p_m = 4,33\%$. Ответ. 45,2%.

Задача 241. Определить эффективность обезвоживания флотационного концентрата, если содержание влаги в обезвоженном продукте $W^p = 23\%$, ММВ флотационного концентрата $W^p_m = 13,96\%$. Ответ. 60,7%

Задача 242. Определить удельную поверхность материала, состоящего из частиц шарообразной формы диаметром $d = 0,5$ мм. Ответ. 12 000 m^{-1} .

Задача 243. Определить удельную поверхность материала, состоящего из частиц неправильной формы диаметром $d = 0,2$ мм. Коэффициент формы частиц $f = 0,4$.

Ответ. 75 000 m^{-2} .

Задача 244. По данным гранулометрического состава мелкого концентрата (табл. 48) определить его удельную поверхность. Коэффициент формы частиц $f = 0,5$.

Ответ. 7376 m^{-1} .

Таблица 48

Гранулометрический состав мелкого концентрата

Класс, мм	Выход, %
6-13	40,2
3-6	18,9
1-3	19,4
0,5-1	16,0
0-0,5	5,5
итого	100

Задача 245. По данным гранулометрического состава флотационного концентрата (табл. 49) определить его удельную поверхность. Коэффициент формы частиц $f = 0,6$.

Ответ. 135 120 m^{-1} .

Таблица 49

Гранулометрический состав флотационного концентрата

Класс, мм	Выход, %
0,5-1,0	10,4
0,2-0,5	20,3
0,1-0,2	8,0
0-0,1	61,3
0-0,5	5,5
итого	100

Задача 246. По данным гранулометрического состава отходов флотации (табл. 50) определить их удельную поверхность. Коэффициент формы частиц $f = 0,4$.

Ответ. 219 690 m^{-1} .

Таблица 50

Гранулометрический состав отходов флотации

Класс, мм	Выход, %
0,5-1,0	10,1
0,2-0,5	12,3
0,1-0,2	10,2
0-0,1	67,4
итого	100

Задача 247. Определить средний радиус каналов между частицами мелкого концентрата, если коэффициент пористости материала $\varepsilon=0,47$ и удельная поверхность $s=8500 \text{ м}^{-1}$. Ответ. 0,11 мм.

Задача 248. Определить давление, необходимое для удаления капиллярной влаги из флотационного концентрата, если краевой угол смачивания частиц $\Theta=40^\circ$, поверхностное натяжение воды $\sigma_{\text{жг}}=0,073 \text{ Н/м}$, коэффициент пористости материала $\varepsilon = 0,45$ и удельная поверхность $s = 195000 \text{ м}^{-1}$.

Решение.

1. Определяем средний радиус каналов в материале по формуле

$$r = \frac{2\varepsilon}{s}, \text{ м}$$

2. Необходимое давление определяем по формуле

$$p = \frac{2\sigma_{\text{жг}} \cos \Theta}{r}$$

Задача 249. Определить давление, необходимое для удаления капиллярной влаги из отходов флотации, если краевой угол смачивания частиц породы $\Theta = 5^\circ$, поверхностное натяжение воды $\sigma_{\text{жг}}=0,073 \text{ Н/м}$, коэффициент пористости материала $\varepsilon = 0,4$ и удельная поверхность $s = 220\,000 \text{ м}^{-1}$. Ответ. 40 кПа.

Задача 250. Определить скорость дренирования, если толщина слоя материала $h = 7 \text{ м}$, удельная поверхность материала $s = 10\,500 \text{ м}^{-1}$, разность давлений $p = 35 \text{ кПа}$, коэффициент пористости материала $\varepsilon = 0,5$.

Решение.

1. Определяем коэффициент фильтрации по формуле

$$K_{\text{ф}} = \frac{0,2\varepsilon^3}{s^2(1-\varepsilon)^2\mu}, \text{ м}^2/(\text{Па} \cdot \text{с});$$

2. Скорость дренирования определяем по формуле

$$w = K_{\text{ф}} \frac{p}{h}, \text{ м/с}$$

Задача 251. Определить скорость дренирования, если толщина слоя материала $h = 100 \text{ мм}$, разность давлений $p = 500 \text{ Па}$, удельная поверхность материала $s = 6000 \text{ м}^{-1}$ коэффициент пористости материала $\varepsilon = 0,48$. Ответ. 0,012 м/с.

Задача 252. Определить скорость дренирования, если толщина слоя материала $h = 300 \text{ мм}$, разность давлений $p = 2000 \text{ Па}$, удельная поверхность материала $s = 10000 \text{ м}^{-1}$ коэффициент пористости $\varepsilon = 0,5$. Ответ. 0,0067 м/с.

Задача 253. Определить коэффициент фильтрации, если скорость дренирования $w=0,002 \text{ м/с}$, разность давлений $p = 20 \text{ кПа}$, толщина слоя материала $h = 5 \text{ м}$. Ответ. $5 \cdot 10^7 \text{ м}^2/(\text{Па} \cdot \text{с})$.

Задача 254. Средняя скорость дренирования через слой материала сечением в горизонтальной плоскости $F = 6 \text{ м}^2$ равна $w = 0,003 \text{ м/с}$. Определить количество воды, удаляемой материала. Ответ. $64,8 \text{ м}^3/\text{ч}$.

Форма отчета: Студенты представляют для проверки результаты своей работы, выполненные по заданиям в рабочих тетрадях для практических работ

Практическое занятие №23

Тема: Решение задач Основы процесса. Оборудование для сгущения

Цель: формирование практических навыков определение технологических параметров оборудования для сгущения

Оборудование: раздаточный материал

Методические указания: изучить теоретический материал

Ход выполнения: выполнить задания

Основные формулы. Соотношения, характеризующие пульпу.
отношение Ж: Т по массе

$$n = \frac{1000\delta - T}{\delta T};$$

содержание твердого в 1 л пульпы $T = \frac{1000\delta}{1+n\delta}$, г/л

плотность пульпы

$$\Delta = 1 + \frac{\delta - 1}{\delta} \cdot \frac{T}{1000}, \text{ г/см}^3$$

коэффициент пористости

$$\varepsilon = 1 - \frac{T}{1000\delta},$$

где δ — плотность твердого в пульпе, г/см³.

Скорость стесненного осаждения частиц граничной крупности под действием силы тяжести

$$v_{ст} = \frac{0,545\varepsilon^3 K_c d_r^2 (\delta - \Delta)}{\mu}, \text{ м/с}$$

где ε — коэффициент пористости;

K_c — поправочный коэффициент на форму частиц;

d_r — диаметр частиц граничной крупности, м;

δ — плотность частиц, кг/м³.

При массовом осаждении частиц

$$v_{ст} = \frac{2\varepsilon^3 (\delta_{ср} - \Delta)g}{s^2 \mu}, \text{ м/с}$$

где $\delta_{ср}$ — среднединамическая плотность частиц, кг/м³;

s — удельная поверхность частиц материала, м⁻¹

Скорость осаждения шлама под действием центробежной силы

$$v_{ц} = \frac{2\varepsilon^3 (\delta_{ср} - \Delta)}{s^2 \mu} \cdot \frac{w^3}{R}, \text{ м/с}$$

w - окружная скорость вращения жидкости, м/с;

R — радиус вращения, м.

Скорость осаждения шлама определяется экспериментальным путем

$$v_{ст} = \frac{4V}{\pi d^2 t}, \text{ м/с}$$

где V — объем осветленной воды, м³;

d —диаметр мерного цилиндра, м;

t —длительность опыта, с.

Потребная площадь сгустителя по удельной нагрузке

$$F = \frac{kW}{q_1}, \text{ м}^2$$

где W — количество исходного шлама, поступающего на сгущение, м³/ч;

q_1 — удельная нагрузка, м³/(ч*м²) (см. приложения 31 и 32).

Приложение 31

Удельная нагрузка цилиндрических сгустителей q , м³/(ч·м²)

$n=Ж:Т$ в сгу- щенном про- дукте	Сгущение шлама		Сгущение отходов флотации	
	без флокуляции	с флокуляцией	без флокуляции	с флокуляцией
<3	1,2—1,5	2,4—3,0	0,25—0,3	1,0—1,3
>3	4,0—4,5	8,0—9,0		

Приложение 32

Удельная нагрузка цилиндрических сгустителей с осадкоуплотнением при сгущении отходов флотации (с флокуляцией)

$n=Ж:Т$ в сгушенном продукте	4,5	3,0	2,0	1,6	1,2	1,0	0,8
q , м ³ /(ч·м ²)	8,0	6,0	4,8	4,0	3,5	3,0	2,6

Потребная площадь сгустителя по скорости осаждения шлама

$$F = \frac{Q(n_1 - n_2)}{3600K_1 v_{ст}}, \text{ м}^2$$

где Q — количество твердого, поступающего на сгущение т/ч;

n_1 и n_2 — отношение Ж: Т в исходном шламе и сгушенном продукте;

$K_1 = 0,7 \div 0,8$ — коэффициент эффективного использования поверхности осаждения;

$v_{ст}$ — скорость осаждения шлама, м/с.

Диаметр сгустителя

$$D = \sqrt{\frac{4F}{\pi}} = 1.13\sqrt{F}, \text{ м}$$

По приложению 33 находят ближайший большой диаметр.

Приложение 33

Технические характеристики цилиндрических сгустителей

Показатель	П-18	П-25	П-30	П-40	П-50	С-10УР
Диаметр чана, м	18	25	30	40	50	10
Площадь сгущения, м ²	250	500	700	1250	1963	78

Расчет сгустительных воронок производят по формуле

$$F = \frac{kW}{q_1}, \text{ м}^2$$

или

$$F = \frac{Q(n_1 - n_2)}{3600K_1v_{ст}}, \text{ м}^2$$

Технические характеристики сгустительных воронок приведены в приложении 34.

Приложение 34

Технические характеристики сгустительных воронок

Показатель	Диаметр воронки, мм	
	3000	4000
Площадь сгущения, м ²	7,1	12,5
Объем воронки, м ³	10,5	23,0

Расчет гидроциклонов для сгущения шлама производят по формуле

$$W = 30d_n d_c \sqrt{p}, \text{ м}^3/\text{ч}, \quad (135)$$

где W - производительность гидроциклона

d_n и d_c — диаметры питающего патрубка и сливного насадка, м (см. приложение 20); p — давление пульпы на входе в гидроциклон, Па.

Технические характеристики гидроциклонов приведены в приложении 20.

Приложение 20
Характеристика гидроциклонов типа ГЛ

Показатель	ГЛ-9	ГЛ-12
Диаметр гидроциклона, мм	900	1200
Диаметр, мм: питающего патрубка	250	300
сливного насадка	200—250	200—320
нижнего насадка	50—120	50—120
Давление пульпы, кПа	60—200	60—200

Эффективность работы сгустителей

$$E = \frac{(T_1 - T_3)T_2}{(T_2 - T_3)T_1} 100, \%$$

где T_1, T_2 и T_3 — содержание твердого в исходной пульпе, сгущенном продукте и сливе, г/л.

Задача 316. Определить отношение Ж: Т в пульпе, если содержание твердого $T=100$ г/л, плотность твердого $\delta = 1,4$ г/см³. Ответ. 9,3.

Задача 317. Определить содержание твердого в пульпе если отношение Ж: Т $n=5$, плотность твердого $\delta = 1,5$ г/см³, Ответ. 177 г/л.

Задача 318. Определить плотность пульпы, если содержание твердого $T = 200$ г/л, плотность твердого $\delta = 1,6$ г/см³. Ответ. 1,075 г/см³.

Задача 319. Определить коэффициент пористости шлама, если содержание в нем твердого $T = 250$ г/л, плотность твердого $\delta = 1,5$ г/см³. Ответ. 0,83.

Задача 320. Определить скорость осаждения частиц граничной крупности $d_r=0,05$ мм при сгущении шлама, если отношение Ж: Т в исходной пульпе $n=6$, плотность частицы $\delta = 1500$ кг/м³, коэффициент формы частицы $f = 0,6$. Ответ. 0,00039 м/с.

Задача 321. Определить скорость осаждения граничной частицы $d_r=0,1$ мм, если отношение Ж: Т в исходной пульпе $n = 5$, плотность частицы $\delta = 1500$ кг/м³, коэффициент формы частицы $f=0,55$. Ответ. 0,0014 м/с.

Задача 322. Определить скорость осаждения шлама, если содержание твердого в пульпе $T= 150$ г/л, удельная поверхность частиц $s = 85\ 000$ м⁻¹, плотность шлама $\delta_{cp}=1400$ кг/м³. Ответ. 0,0001 м/с.

Задача 323. Определить скорость осаждения шлама в гидроциклоне, если содержание твердого в пульпе $T=200$ г/л, плотность шлама $\delta_{cp} = 1550$ кг/м³, удельная поверхность частиц шлама $s = 90\ 000$ м⁻¹, окружная скорость пульпы в гидроциклоне $w=2,8$ м/с, радиус гидроциклона $R=450$ мм. Ответ. 0,0016 м/с.

Задача 324. При исследовании осаждения шлама в мерном цилиндре диаметром $d=50$ мм получено осветленной воды $V=300$ см³. Определить скорость осаждения шлама, если длительность опыта $t = 5$ мин. Ответ. 0,0005 м/с.

Задача 325. Рассчитать цилиндрический сгуститель П для сгущения шлама в количестве $W=900 \text{ м}^3/\text{ч}$, если отношение Ж: Т в сгущенном продукте $n=5$.

Ответ. П-18.

Задача 326. Рассчитать цилиндрический сгуститель П для сгущения шлама в количестве $W=2000 \text{ м}^3/\text{ч}$, если отношение Ж: Т в сгущенном продукте $n = 8$.

Ответ. П-30.

Задача 327. Рассчитать цилиндрический сгуститель П для сгущения с флокуляцией отходов флотации в количестве $W =400 \text{ м}^3/\text{ч}$. Ответ. П-25.

Задача 328. Рассчитать цилиндрический сгуститель П для сгущения шлама в количестве $Q = 100 \text{ т/ч}$, если отношение Ж:Т в исходной пульпе $n_1=7,5$ и в сгущенном продукте $n_2 =5$, диаметр частицы граничной крупности, удаляемой в слив $d_r=0,05 \text{ мм}$, плотность частицы $\delta_{cp} =1500 \text{ кг/м}^3$, коэффициент формы частицы $f=0,65$.

Решение.

1. Определяем скорость осаждения шлама по формуле

$K_c = 0,81$;

$$\varepsilon = \frac{n_1 \delta_{cp}}{1000 + n_1 \delta_{cp}}$$

$$v_{ст} = \frac{0,545 \varepsilon^3 K_c d_r^2 (\delta - \Delta)}{\mu}, \text{ м/с}$$

2. Потребную площадь сгущения определяем по формуле

$$F = \frac{Q(n_1 - n_2)}{3600 K_1 v_{ст}}, \text{ м}^2$$

3 Диаметр сгустителя определяем по формуле

$$D = 1,13 \sqrt{F}, \text{ м}$$

По приложению 33 принимаем сгуститель П 18.

Задача 329. Рассчитать цилиндрический сгуститель П для сгущения шлама в количестве $Q =100 \text{ т/ч}$, если отношение Ж:Т в исходной пульпе $n_1 = 10$ и в сгущенном продукте $n_2 = 5$; диаметр частицы граничной крупности удаляемой в слив $d_r=0.1 \text{ мм}$; плотность шлама $\delta_{cp} = 1500 \text{ кг/м}^3$; коэффициент формы частицы $f=0,55$.

Ответ. П-18.

Задача 330. Рассчитать число цилиндрических сгустителей с осадкоуплотнителем С-10УР для сгущения с флокуляцией отходов флотации в количестве $W=325 \text{ м}^3/\text{ч}$, если отношение Т: Ж в сгущенном продукте $n_2 =2$.

Ответ. Один сгуститель.

Задача 331. Рассчитать число цилиндрических сгустителей с осадкоуплотнителем С-10УР для сгущения с флокуляцией отходов флотации в количестве $W =420 \text{ м}^3/\text{ч}$, если отношение Ж: Т в сгущенном продукте $n = 1$.

Ответ. Два сгустителя.

Задача 332. Рассчитать сгустительную воронку для сгущения шлама в количестве $W =13 \text{ м}^3/\text{ч}$, если отношение Ж: Т в сгущенном продукте $n =2,8$.

Ответ. Сгустительная воронка $D=4000$ мм.

Задача 333. Рассчитать число гидроциклонов ГЛ-12 для сгущения шлама в количестве $W = 1000$ м³/ч; давление пульпы на входе в гидроциклон $p = 100$ кПа.

Ответ. Два гидроциклона.

Задача 334. Определить эффективность сгущения шлама в цилиндрическом сгустителе П, если содержание твердого в исходной пульпе $T_1 = 110$ г/л, в сгущенном продукте $T_2 = 180$ г/л и в сливе $T_3 = 80$ г/л. Ответ. 49 %.

Задача 335. Определить эффективность сгущения отходов флотации в цилиндрическом сгустителе с осадкоуплотнителем, если содержание твердого в исходной пульпе $T_1 = 100$ г/л, в сгущенном продукте $T_2 = 700$ г/л и в сливе $T_3 = 5$ г/л.

Ответ. 95,7%.

Форма отчета: Студенты представляют для проверки результаты своей работы, выполненные по заданиям в рабочих тетрадях для практических работ

Практическое занятие № 24-25

Тема: Составление технологических схем обогащения

Цель: формировать практические навыки выделения из технологической схемы обогащения, составляющие её технологические процессы

Оборудование: раздаточный материал

Методические указания: изучить теоретический материал

Ход выполнения: выполнить задания

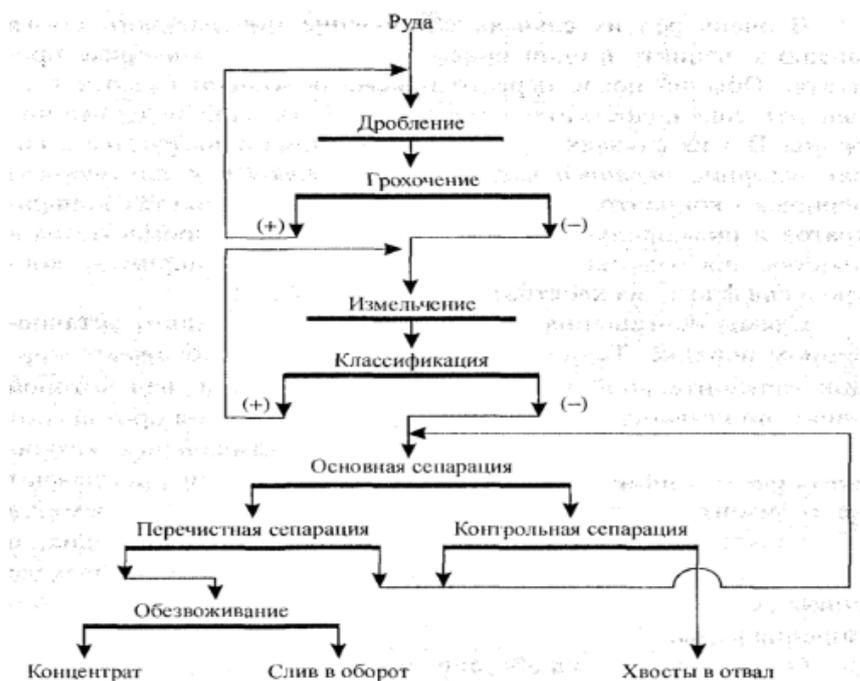
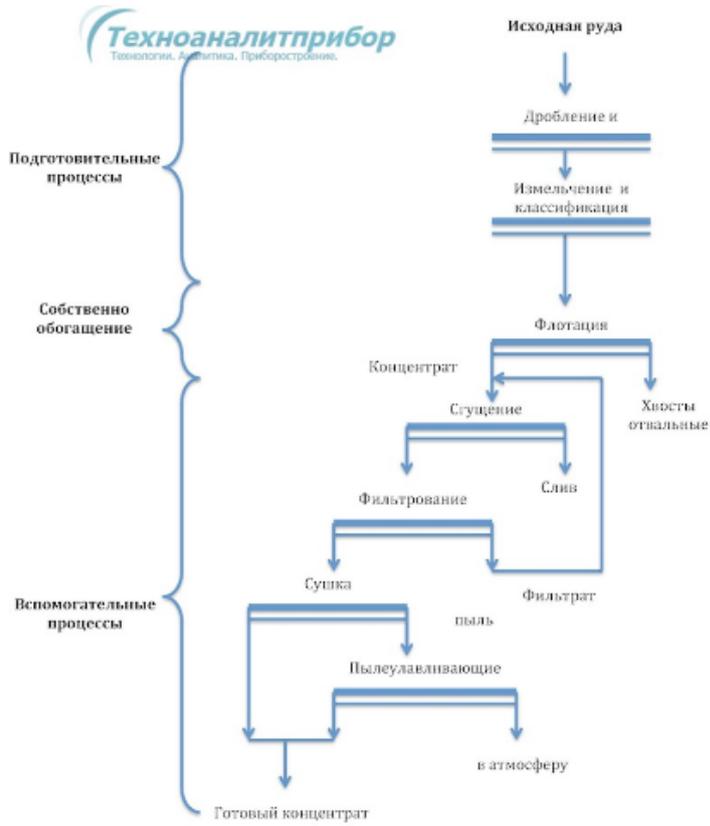


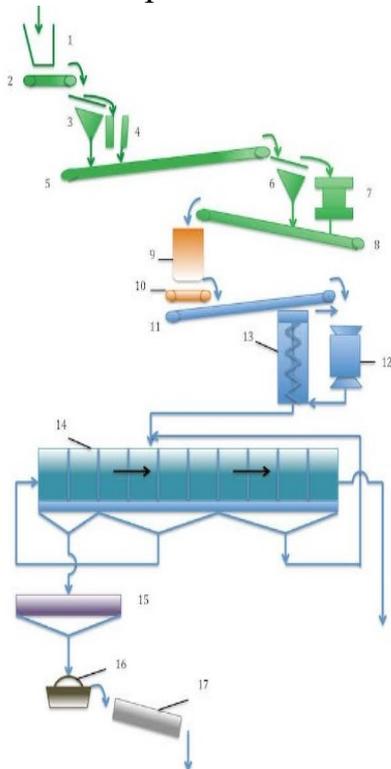
Рис. 2.2. Принципиальная схема обогащения





Задание1. Выделить подготовительные процессы в схеме цепи аппаратов.

Задание2. Преобразовать схему цепи аппаратов в линейную. Выделить основные процессы



1 - бункер исходной руды; 2, 5, 8, 10, 11 - конвейеры; 3, 6 - грохоты; 4 - щековая дробилка; 7 - конусная дробилка; 9 - бункер дробленой руды; 12 - мельница; 13 - спиральный классификатор; 14 - флотационная машина; 15 - сгуститель; 16 - вакуумный фильтр; 17 - сушильный барабан.

Форма отчета: Студенты представляют для проверки схему, выполненную по ситуационному заданию в рабочих тетрадях для практических работ, также необходимо ответить на контрольные вопросы, приведенные ниже.

Контрольные вопросы

1. Какие типы технологических схем Вы знаете?
2. Что такое схема цепи аппаратов.
3. Что означает качественная схема технологического процесса?
4. Как Вы можете охарактеризовать качественно-количественную схему обогащения?
5. Что означает водно-шламовая схема?
6. Какие характеристики можно получить, следуя технологическим схемам?

4. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

4.1 Основные печатные и (или) электронные издания:

О-1. Клейн, М. С. Опробование и контроль процессов обогащения: учебное пособие / М. С. Клейн, Т. Е. Вахонина. — Кемерово: КузГТУ имени Т.Ф. Горбачева, 2022. — 148 с. — ISBN 978-5-00137-301-8. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/257567> (дата обращения: 22.01.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

О-2. Коннова, Н. И. Обогащение и переработка минерального и техногенного сырья: учебник: в 2 частях / Н. И. Коннова, Э. А. Рудницкий. — Красноярск: СФУ, 2021 — Часть 1: Основы обогащения — 2021. — 222 с. — ISBN 978-5-7638-4491-7. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/181666> (дата обращения: 22.01.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

4.2 Дополнительные печатные и (или) электронные издания (электронные ресурсы):

Д-1. Абрамов, А.А. Переработка, обогащение и комплексное использование твердых полезных ископаемых. Обогащительные процессы и аппараты, Том 1: учебник/ А.А. Абрамов. - М.: Горная книга, 2008. - 470 с.

Д-2. Абрамов, А.А. Переработка, обогащение и комплексное использование твердых полезных ископаемых, Технология обогащения полезных ископаемых, Том 2: учебник/ А.А. Абрамов. - М.: Горная книга, 2004. - 510 с.

Д-3. Абрамов, А.А. Флотационные методы обогащения: учебник/ А.А. Абрамов. - М.: изд-во МГГУ, изд-во Горная книга, 2008.-710 с.

Д-4. Авдохин, В.М. Обогащение углей. Т.1. Процессы и машины: учебник/ В.М. Авдохин. - М.: Горная книга, 2012.- 424 с.

Д-5. Авдохин, В.М. Обогащение углей. Т.2. Технологии: учебник/ В.М. Авдохин.- М.: Горная книга, 2012.-475 с.

Д-6. Авдохин В.М. Основы обогащения полезных ископаемых. Технологии обогащения полезных ископаемых, Том 2: учебник / В.М. Авдохин .- М.: Горная книга, 2018.-420 с.

Д-7. Авдохин, В.М. Основы обогащения полезных ископаемых. Обоганительные процедуры, Том 1: учебник / В.М. Авдохин .- М.: Горная книга, 2017.-312 с.

Д-8. Артюшин, С.П. Сборник задач по обогащению углей :учебное пособие/ С.П. Артюшин.-М.: Недра,1979. -223 с.

Д-9. Артюшин, С.П. Обогащение углей :учебное пособие/ С.П. Артюшин.-М.: Недра,1975. – 384 с.

Д-10. Практикум по обогащению полезных ископаемых :учебное пособие/ под ред. Н.Г. Бедраня.- М.: Недра, 1991.- 526 с.

Д-11. Гройсман, С.И. Сборник задач и упражнений по обогащению углей:учебное пособие/ С.И. Гройсман.-М.: Недра, 1992.- 239 с.

Д-12. Гройсман, С.И. Технология обогащения углей: учебник/ С.И. Гройсман.- М.: Недра, 1987. - 357 с.

Д-13. Моршинин, В.М. Основы обогащения полезных ископаемых: учебник/ В.М. Моршинин.-М.: Недра, 1983.- 190 с.

**ЛИСТ ИЗМЕНЕНИЙ И ДОПОЛНЕНИЙ, ВНЕСЕННЫХ В
МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ**

№ изменения, дата внесения, № страницы с изменением	
Было	Стало
Основание:	
Подпись лица, внесшего изменения	