

**С.И. ГРОЙСМАН**

# **СБОРНИК ЗАДАЧ И УПРАЖНЕНИЙ ПО ОБОГАЩЕНИЮ УГЛЕЙ**

Допущено  
Министерством угольной промышленности СССР  
в качестве учебного пособия  
для учащихся горных техникумов



**МОСКВА "НЕДРА" 1992**

ББК 33.4  
Г 86  
УДК 622.7

Рецензенты: Донецкий индустриальный техникум,  
д-р техн. наук *И. Х. Дебердеев.*

**Гройсман С. И.**

Г 86 **Сборник задач и упражнений по обогащению углей: Учеб. пособие для техникумов.—М.: Недра, 1992.—239 с.: ил.**

ISBN 5-247-01962-8

Приведены типовые задачи по обогащению углей, краткие теоретические сведения и расчетные формулы. Описаны микрокалькулятор и ЭВМ, принципы их устройства и способы составления программ. Даны примеры решения задач, требующих сложных математических вычислений. Включены контрольные карточки, предназначенные для самопроверки учащимися знаний и способствующие лучшему усвоению сути технологических процессов, основных определений, принципов работы машин.

Для учащихся горных техникумов.

Г  $\frac{2504000000-048}{043(01)-92}$  361—92

**ББК 33.4**

ISBN 5-247-01962-8

© С. И. Гройсман, 1992

Сборник задач и упражнений по обогащению углей состоит из трех разделов.

В первом разделе даны задачи по всему курсу «Обогащение углей», предусмотренного программой обучения. Приведены примеры решения наиболее сложных задач. В начале каждой главы даны основные расчетные формулы. Значительное внимание уделено графо-аналитическому методу решения задач, а для ускорения решения задач дан метод использования шаблона.

От ранее изданных сборников настоящее издание задачника (раздел II) отличается описанием программируемых микрокалькуляторов, их внешнего устройства, правил пользования и техники программирования, а также примерами решения инженерных и технико-экономических задач с применением программируемых микрокалькуляторов (ПМК).

На примере отечественного микрокалькулятора «Электроника БЗ-34» ставится задача привить учащимся умение работать с вычислительной техникой, создавая условия для последующего овладения навыками работы на ЭВМ различных классов.

Применение программируемых микрокалькуляторов является эффективным средством интенсификации процесса обучения и решения задач. Интенсивность вычислительного процесса при этом возрастает более чем в 10 раз.

Третий раздел задачника состоит из 40 контрольных карточек для решения упражнений по теории и практике обогащения углей, а также методического указания по применению контрольных карточек в процессе обучения. Карта содержит восемь вопросов. На каждый вопрос приведено два—четыре ответа, из которых один правильный. Контрольные карточки предназначены для самопроверки учащимися усвоения изучаемого материала, а также для проверки знаний учащихся в классе с использованием тренажеров, исключая субъективность оценки знаний. Контрольные карточки должны способствовать лучшему запоминанию учащимися сути технологических процессов, основных определений, принципов работы машин и др., излагаемых в предельно кратких формулировках.

# ГЛАВА I

## ПОКАЗАТЕЛИ ПРОЦЕССА ОБОГАЩЕНИЯ

Основные формулы для расчета выхода продукта обогащения, извлечения ценного компонента, содержания сухой беззольной массы приведены в табл. 1.

Таблица 1

### Основные формулы

Определяемый показатель	Формулы	№ формулы
Выход продукта обогащения $\gamma$ , %	$\gamma = (Q_1/Q) 100$	(1)
Извлечение компонента (сухая беззольная масса, зола, сера, фракция) в какой-либо продукт $\epsilon$ , %	$\epsilon = \gamma\beta/\alpha$	(2)
Массовая доля сухой беззольной массы в абсолютно сухом продукте $M$ , %	$M = 100 - A^d$	(3)

Примечание.  $Q_1$ ,  $Q$ —масса полученного продукта и исходного питания, т;  $\beta$ ,  $\alpha$ —массовая доля компонента соответственно в продукте и исходном питании, %;  $A^d$ —зольность продукта, %.

**Задача 1.** При обогащении 10 000 т рядового угля получено 8500 т концентрата. Определить выход концентрата.

**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.

**Задача 3.** Выход концентрата  $\gamma_x = 82\%$  и его зольность  $A_x^d = 8\%$ . Определить извлечение сухой беззольной массы в концентрат, если зольность исходного питания  $A_n^d = 19\%$ .

**Задача 4.** Выход концентрата  $\gamma_x = 79,5\%$  и его зольность  $A_x^d = 6,8\%$ . Определить извлечение золы в концентрат, если зольность исходного питания  $A_n^d = 25\%$ .

# ГЛАВА II

## ГРОХОЧЕНИЕ И ДРОБЛЕНИЕ УГЛЕЙ

### 1. ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКИЙ СОСТАВ УГЛЕЙ

Основные формулы для расчета гранулометрического состава углей приведены в табл. 2.

**Задача 5.** Определить среднеарифметические диаметры классов 50—100, 25—50 и 13—25 мм.

Задача 6. Масса частицы неправильной формы равна 10 г и ее плотность 1400 кг/м<sup>3</sup>. Определить эквивалентный диаметр частицы.

Таблица 2

Основные формулы для расчета гранулометрического состава

Определяемый показатель	Формулы	№ формулы
Среднеарифметический диаметр класса $d_{ca}$ , мм	$d_{ca} = (d_1 + d_2)/2$	(4)
Средняя крупность частиц сыпучей массы $d_{cp}$ , мм	$d_{cp} = \frac{\gamma_1 d_1 + \gamma_2 d_2 + \dots + \gamma_n d_n}{\gamma_1 + \gamma_2 + \dots + \gamma_n}$	(5)
Суммарный выход $\gamma$ , %	$\gamma = \gamma_1 + \gamma_2 + \dots + \gamma_n$	(6)
Среднединамическая зольность $A^d$ отдельного класса (также определяются среднединамические показатели $W_i^d$ ; $S_i^d$ , подставляя их вместо $A^d$ )	$A^d = \frac{\gamma_1 A_1^d + \gamma_2 A_2^d + \dots + \gamma_n A_n^d}{\gamma_1 + \gamma_2 + \dots + \gamma_n}$	(7)
Эквивалентный диаметр частицы $d_3$ , м	$d_3 = 1,24 \sqrt[3]{m/\delta}$	(8)
Минимальная масса пробы для ситового анализа $M$ , кг	$M = 0,06D$ при $D < 120$ мм $M = 7,2(D/120)^3$ при $D > 120$ мм	(9)

Примечание.  $d_1$ ;  $d_2$  — минимальный и максимальный размер отверстий сит, ограничивающих класс, мм;  $\gamma_1, \dots, \gamma_n$  — выход классов, %;  $d_1, \dots, d_n$  — среднеарифметические диаметры соответствующих классов, мм [формула (5)];  $n$  — число классов;  $m$  — масса частицы, кг;  $\delta$  — плотность частицы, кг/м<sup>3</sup>;  $D$  — максимальный размер куска топлива, мм.

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

Задача 8. По результатам ситового анализа угля (табл. 3) определить выходы отдельных продуктов и классов, суммарные выходы и зольность классов, зольность всего угля.

Таблица 3

Результаты ситового анализа угля

Класс, мм	Масса класса, кг	Выход, %		Состав топлива			Зольность $A^d$ , %
		класса	суммарный	Компонент	Масса, кг	Выход, %	
1	2	3	4	5	6	7	8
150	84,4	4,7	4,7	Уголь	65,0	3,6	6,6
				Сростки	4,0	0,2	35,1
				Порода	15,4	0,9	80,2
				Колчедан	—	—	—
100—150	154,1	—	—	Итого	84,4	4,7	21,9
				Уголь	115,4	—	7,4
				Сростки	20,3	—	38,0
				Порода	15,8	—	79,1
				Колчедан	2,6	—	24,8

Класс, мм	Масса класса, кг	Выход, %		Состав топлива			Зольность $A^d$ , %
		класса	суммар- ный	Компонент	Масса, кг	Выход, %	
1	2	3	4	5	6	7	8
50—100	130,1	—		Итого	154,1	—	—
				Уголь	95,2	—	6,5
				Сростки	12,5	—	36,2
				Порода	22,4	—	78,3
				Колчедан	—	—	—
25—50	275,2	—		Итого	130,1	—	—
				Уголь	220,7	—	11,0
				Сростки	16,3	—	35,8
				Порода	30,0	—	72,3
				Колчедан	8,2	—	25,3
13—25 6—13 3—6 1—3 0,5—1 0—0,5	220,0 170,5 220,7 210,8 150,0 184,2	—	—	Итого	275,2	—	—
				—	—	—	14,8
				—	—	—	21,3
				—	—	—	20,7
				—	—	—	23,4
				—	—	—	22,1
0—0,5	184,2	—	—	—	—	19,5	
Всего	1800	100,0		—	—	—	

Решение. 1. Заполняем графу 7 табл. 3 по данным графы 6. Выходы продуктов класса 150 мм:

$$\gamma_{>150 \text{ уголь}} = 65,0 \cdot 100/1800 = 3,6\%;$$

$$\gamma_{>150 \text{ сростки}} = 4,0 \cdot 100/1800 = 0,2\%;$$

$$\gamma_{>150 \text{ порода}} = 15,4 \cdot 100/1800 = 0,9\%.$$

Общий выход класса 150 мм и его зольность (графы 7 и 8, строка «Итого») определяем по формулам (6) и (7):

$$\gamma_{>150} = 3,6 + 0,2 + 0,9 = 4,7\%;$$

$$A_{>150}^d = \frac{3,6 \cdot 6,6 + 0,2 \cdot 35,1 + 0,9 \cdot 80,2}{3,6 + 0,2 + 0,9} = 21,9\%$$

и т. д. для других классов.

2. Графу 4 заполняем последовательным суммированием данных графы 3.

3. Зольность всего угля (строка «Всего» графы 8) определяем по формуле (7).

Задача 9. По результатам ситового анализа угля (табл. 4) построить кривые гранулометрического состава  $\alpha$ ,  $\beta$  и определить выход и зольность класса 6—10 мм.

## Результаты ситового анализа угля и его зольность

Класс, мм	$\gamma$ , %	$A^d$ , %	Суммарно (сверху), %	
			$\gamma$	$A^d$
1	2	3	4	5
50—100	15,0	29,5	15,0	29,5
25—50	27,5	20,5	42,5	23,7
10—25	22,5	16,3	65,0	21,2
0—10	35,0	13,0	100,0	18,3
Исходный	100,0	18,3	—	—

Решение. 1. Определяем суммарные выходы и зольность классов сверху (табл. 4, графы 4 и 5):

$$15,0 + 27,5 = 42,5\%;$$

$$(15,0 \cdot 29,5 + 27,5 \cdot 20,5) / 42,5 = 23,7\%;$$

$$42,5 + 22,5 = 65,0\%;$$

$$(42,5 \cdot 23,7 + 22,5 \cdot 16,3) / 65,0 = 21,2\%$$

и т. д.

2. Строим кривую гранулометрического состава  $\alpha$ . На оси ординат (рис. 1) откладываем в масштабе суммарные выходы (данные графы 4 табл. 4) и проводим вспомогательные линии, параллельные оси абсцисс. На этих линиях откладываем в масштабе размер отверстий сит (данные графы 1). Полученные точки соединяем кривой.

3. Строим кривую средней зольности  $\beta$ . На вспомогательных линиях откладываем в масштабе среднюю зольность классов (данные графы 5). Полученные точки соединяем плавной кривой  $\beta$ .

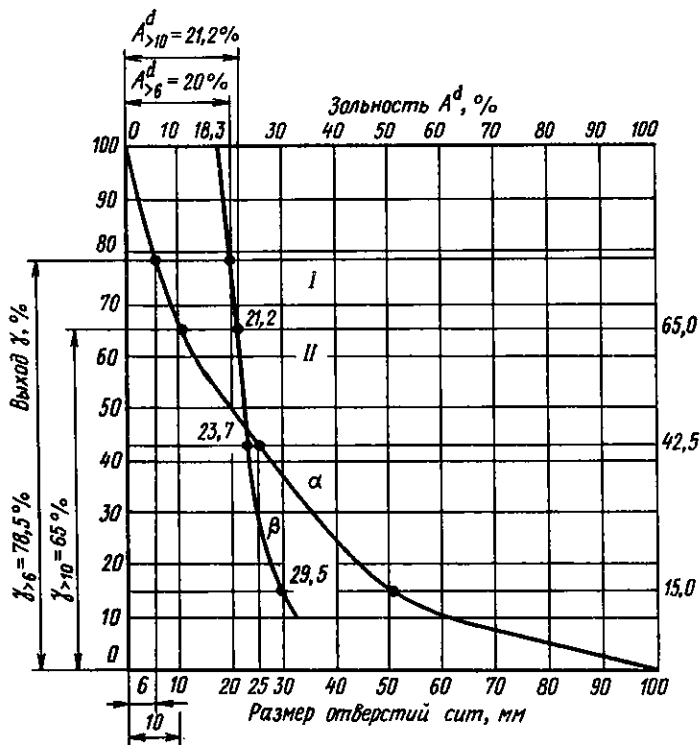
4. Определяем выход класса 6—10 мм. На оси абсцисс (см. рис. 1) откладываем в масштабе размер отверстий сит 6 и 10 мм и проводим вспомогательные линии, параллельные оси ординат до пересечения с кривой  $\alpha$ . Через точки пересечения проводим линии  $I$  и  $II$ , параллельные оси абсцисс. Определяем выход класса 6—10 мм:

$$\gamma_{6-10} = \gamma_{>6} - \gamma_{>10} = 78,5 - 65,0 = 13,5\%.$$

5. Определяем зольность класса 6—10 мм. Графически зольность класса 6 мм будет равна расстоянию от оси ординат до точки пересечения линии  $I$  с кривой  $\beta$ , т. е.  $A^d_{>6} = 20,0\%$ ; аналогично находим зольность класса более 10 мм по линии  $II$ :  $A^d_{>10} = 21,2\%$ .

Зольность класса 6—10 мм

$$A^d_{6-10} = \frac{\gamma_{>6} A^d_{>6} - \gamma_{>10} A^d_{>10}}{6-10} = \frac{78,5 \cdot 20,0 - 65,0 \cdot 21,2}{13,5} = 14,2\%.$$



1. Кривые гранулометрического состава (к задаче 9)

**Задача 10.** По результатам ситового анализа (табл. 5) построить кривые гранулометрического состава  $\alpha$  и  $\beta$ , определить выход и зольность класса 0,5—13 мм.

Таблица 5

Результаты ситового анализа угля (к задаче 10)

Класс, мм	$\gamma$ , %	$A^d$ , %	Класс, мм	$\gamma$ , %	$A^d$ , %
100	7,7	70,0	6—13	21,1	30,2
50—100	6,2	58,3	3—6	22,5	25,8
25—50	5,0	45,3	0—3	30,6	20,0
13—25	6,9	40,7	Исходный	100,0	32,4

**Задача 11.** По данным ситового анализа угля (табл. 6) построить кривые гранулометрического состава  $\alpha$  и зольность надрешетного продукта  $\beta$ .

**Решение.** В системе координат ось абсцисс—шкала диаметров сита и ось ординат—шкала выходов с выбранным масштабом (рис. 2) строим кривые.

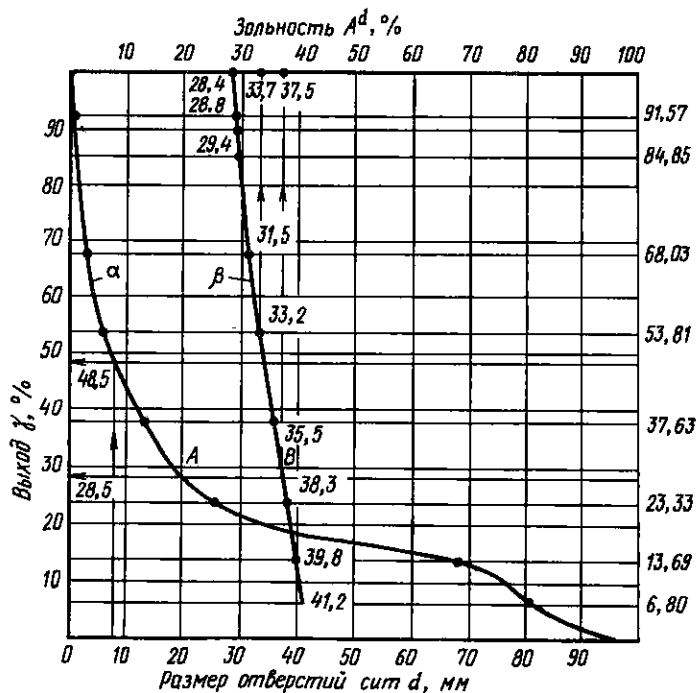


## Результаты ситового анализа угля (к задаче 11)

Класс, мм	$\gamma$ , %	$A^d$ , %	Суммарные показатели (сверху)	
			$\gamma$ , %	$A^d$ , %
1	2	3	4	5
80—100	6,8	41,2	6,8	41,2
50—80	6,9	38,5	13,7	39,8
25—50	9,6	36,2	23,4	38,3
13—25	14,3	30,9	37,7	35,5
6—13	16,2	27,9	53,9	33,2
3—6	14,2	24,8	68,1	31,5
1—3	16,8	21,1	84,9	29,4
0,5—1	6,7	21,6	91,6	28,8
0—0,5	8,4	23,2	100,00	28,4
Исходный	100	28,4	—	—

1. Проводим горизонтальные линии, соответствующие выходу надрешетного продукта (табл. 6, графа 4), на которых откладываем соответственно размер ячейки сита нижнего предела класса 80, 50, 25 мм и т. д.

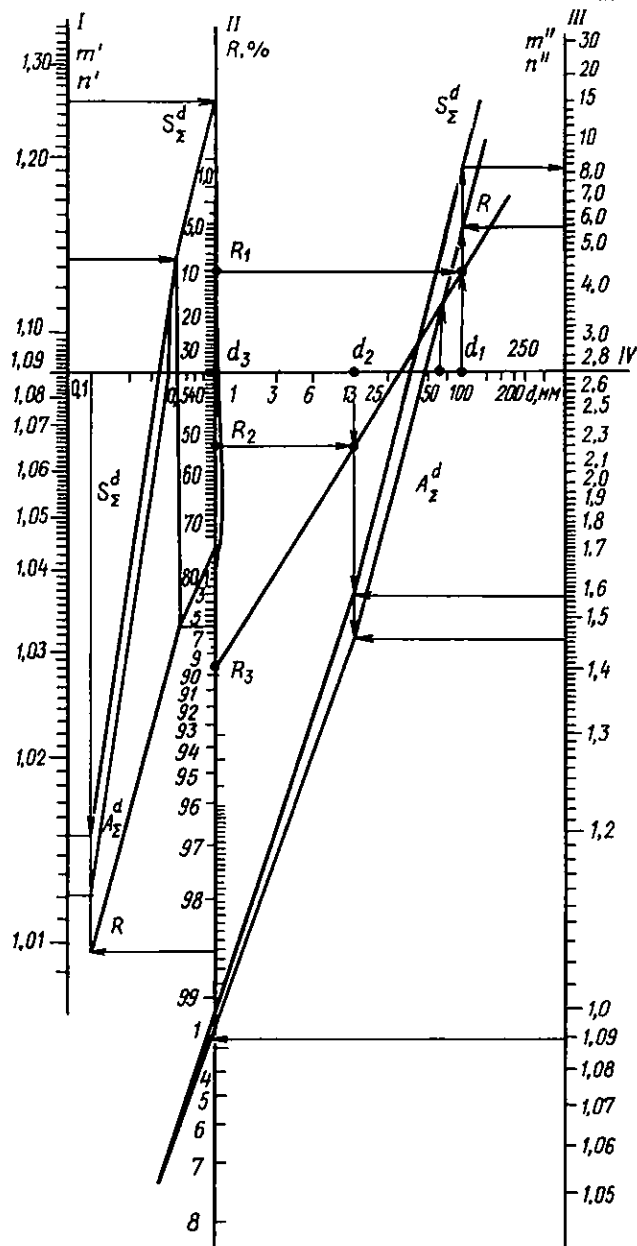
2. Через полученные точки проводим плавную линию  $\alpha$ .



2. Кривые гранулометрического состава угля (к задаче 11)

Для класса менее 1 мм

Для класса более 1 мм



3. Номограмма для определения гранулометрического состава угля (к задаче 13)

3. По данным графы 5 на график наносим точки зольности и соединяем их кривой, которая является кривой зольности надрешетного продукта  $\beta$ .

**Задача 12.** Определить выход надрешетного продукта и его зольность при разделении угля по граничной крупности  $d=20$  мм, используя кривые гранулометрического состава и зольности угля (см. рис. 2).

**Решение.** 1. Восстанавливаем перпендикуляр от абсцисс  $d=20$  мм до пересечения с кривой  $\alpha$  (точка  $A$ ).

2. Проводим через точку  $A$  горизонтальную линию, которая, пересекая ось ординат, дает значение выхода класса  $+20$  мм ( $\gamma=28,5\%$ ), а пересекая кривую  $\beta$ , определяет точку  $B$ ; из последней восстановленный перпендикуляр до пересечения с верхней горизонтальной осью указывает зольность надрешетного продукта  $A^d=37,5\%$ .

**Задача 13.** Рассчитать гранулометрический состав угля, используя номограмму (рис. 3) и данные табл. 7.

**Пояснение к номограмме.** Шкала  $I$ —параметры  $m'$  и  $n'$  для определения соответственно зольности и массовой доли серы в суммарных остатках на ситах с размерами отверстий менее 1 мм:

Таблица 7

Результаты рессева угля на трех ситах (к задаче 13)

Класс $d$ , мм	$\gamma$ , %		$A^d$ , %		$S^d$ , %	
	класса	суммарный $R$	класса	суммарная	класса	суммарная
1	2	3	4	5	6	7
> 100	12,4	12,4	28,1	28,1	1,7	1,7
13—100	43,1	55,4	22,9	24,1	2,2	2,1
1—13	33,7	89,2	12,9	19,8	1,4	1,8
< 1	10,8	100,0	15,7	19,4	1,5	1,5
Исходный	100,0	—	19,4	—	1,8	—

$$m' = 100 A_{\text{исх}}^d / (\sum r_i A_i^d); \quad (10)$$

$$n' = 100 S_{\text{исх}}^d / (\sum r_i S_i^d), \quad (11)$$

где  $r_i$ —выход отдельных классов крупности.

Шкала  $II$ —выход  $R$  суммарного остатка на сите с размером отверстий  $d$ . Шкала  $III$ —параметры  $m''$  и  $n''$  для определения зольности и массовой доли серы в суммарных остатках на ситах с размерами отверстий 1 мм и более. Параметры  $m''$  и  $n''$  определяются аналогично параметрам  $m'$  и  $n'$ . Шкала  $IV$ —размеры отверстий сит  $d$ .

Выход отдельных классов крупности угля

$$r_i = R_i - R_{i-1}. \quad (12)$$

Зольность суммарных остатков на ситах

$$A_{\Sigma}^d = 100 A_{\text{исх}}^d / (m'' R). \quad (13)$$

Зольность отдельных классов крупности

$$A_i^d = (R_i A_{\Sigma i}^d - R_{i-1} A_{\Sigma i-1}^d) / r_i. \quad (14)$$

Массовая доля серы в суммарных остатках на ситах

$$S_{\Sigma}^d = 100 S_{\text{сск}}^d / (n'' R). \quad (15)$$

Решение. На номограмму наносят точки  $d_1 = 100$ ,  $R_1 = 12,35$ ,  $d_2 = 13$ ,  $R_2 = 55,43$ ;  $d_3 = 1$ ,  $R_3 = 89,17$ , точки пересечения  $d_1$  и  $R_1$ ;  $d_2$  и  $R_2$ ;  $d_3$  и  $R_3$  соединяют между собой и получают линию  $R$ . Для определения  $R_i$  для других размеров отверстий сит  $d_i$ , например 50 мм, от этого значения на оси  $IV$  восставляют перпендикуляр до пересечения с линией  $R$ . Ордината точки пересечения на шкале  $II$  равна 26%.

Аналогично рассчитывают значения выходов суммарных остатков на ситах с другими заданными размерами отверстий. Выходы отдельных классов, в данном случае — класса крупности 50—100 мм, вычисляют по формуле (12):  $\gamma_{50-100} = 26 - 12,35 = 13,65\%$ .

Для определения зольности классов на номограмму в соответствии с данными табл. 7 и расчетами по формуле (10) наносят точки:  $d_1 = 100$ ,  $m_1'' = 5,59$ ;  $d_2 = 13$ ,  $m_2'' = 1,456$ ;  $d_3 = 1$ ,  $m_3'' = 1,096$ .

Точки пересечения прямых, проведенных из точек, соответствующих значениям  $d_1$  и  $m_1''$ ,  $d_2$  и  $m_2''$ ,  $d_3$  и  $m_3''$ , соединяют и получают линию  $A_{\Sigma}^d$  (см. рис. 3). Для определения  $A^d$  для сит с другими размерами отверстий, например  $d = 50$  мм, от этого значения на оси  $IV$  восставляют перпендикуляр до пересечения с линией  $A_{\Sigma}^d$ . На шкале  $III$  ордината точки пересечения  $m'' = 2,75$ .

Зольность суммарного остатка на сите, рассчитанная по формуле (13),

$$A_{50}^d = 100 \cdot 19,4 / (2,75 \cdot 26) = 27,15\%.$$

Зольность класса крупностью 50—100 мм, рассчитанная по формуле (14),

$$A_{50-100}^d = (26,0 \cdot 27,15 - 12,35 \cdot 28,11) / 13,65 = 26,30\%.$$

Аналогично рассчитывают и зольности других классов.

Для определения массовой доли серы в классах определенной крупности на номограмму (см. рис. 3) в соответствии с расчетами по данным табл. 5 и формулой (11) наносят точки:  $d_1 = 100$ ,  $n_1'' = 8,38$ ;  $d_2 = 13$ ,  $n_2'' = 1,56$ ;  $d_3 = 1$ ,  $n_3'' = 1,099$ . Точки пересечения прямых, проведенных из точек, соответствующих значениям  $d_1$  и  $n_1''$ ,  $d_2$  и  $n_2''$ ,  $d_3$  и  $n_3''$ , соединяют и получают линию  $S_{\Sigma}^d$ .

Для определения  $S^d$  для сит с другими размерами отверстий, например  $d = 50$  мм, от этого значения на оси  $IV$  проводят перпендикуляр до пересечения с линией  $S_{\Sigma}^d$ . Ордината точки пересечения на шкале  $III$  дает  $n'' = 3,43$ . В соответствии с формулой (15) массовая доля серы в суммарном остатке на сите  $S_{50}^d = 100 \cdot 1,80 / (3,43 \cdot 26,0) = 2,02\%$ .

Массовая доля серы в классе крупностью 50—100 мм  $S_{50-100}^d = (26 \cdot 2,02 - 12,36 \cdot 1,74) / 13,65 = 2,27\%$ . Аналогично определяют массовую долю серы в других классах. Результаты решения задачи заносят в табл. 8.

## Результаты решения задачи 13

Класс, мм	$\gamma$ , %	$A^d$ , %	$S^d$ , %
1	2	3	4
>100	12,35	28,11	1,74
50—100	13,65	26,30	2,27
25—50	16,00	22,17	2,12
13—25	13,43	20,24	2,14
6—13	14,07	12,47	1,44
3—6	9,70	12,63	1,40
1—3	9,97	13,78	1,41
<1	10,83	15,96	1,50
Исходный	100,0	19,40	1,80

## 2. ГРОХОЧЕНИЕ УГЛЕЙ

Формулы для расчета основных параметров при грохочении углей приведены в табл. 9.

*Задача 14.* Определить коэффициент живого сечения листового сита с круглыми отверстиями диаметром  $d=13$  мм и шагом  $t=20$  мм. Расположение отверстий шахматное.

Таблица 9

## Формулы для расчета параметров процесса грохочения

Определяемый показатель	Формулы	№ формулы
Коэффициент живого сечения $\beta$ , %: листовых сит:		
с круглыми отверстиями и в шахматном расположении	$\beta_c = 90,7d^2/t^2$	(16)
с квадратными отверстиями	$\beta_c = 100d^2/t^2$	(17)
с щелевыми отверстиями	$\beta_c = \frac{1}{4} \left[ \frac{\pi b^2 + 4b(l-b)}{(s+b)(s+l)} \right] 100$	(18)
проволочных сит:		
с квадратными отверстиями	$\beta_c = \frac{d^2}{(d_1 + d_2)^2} 100$	(19)
с прямоугольными отверстиями	$\beta_c = \frac{bl}{(b+d_1)(l+d_1)} 100$	(20)
Условие движения частиц по сити неподвижного наклонного грохота	$\alpha \geq \psi$	(21)
Угол трения $\psi$	$\operatorname{tg} \psi = f_{\text{тр}}$	(22)
Ускорение частицы при ее движении по сити $a$ , $m/c^2$ :		
горизонтального грохота с прямолинейными колебаниями под углом к сити	$a \geq \frac{\sin \psi}{\cos(\psi - \lambda)} g$	(23)

Определяемый показатель	Формулы	№ формулы
с подбрасыванием на сите	$a \geq \frac{g}{\sin \lambda}$	(24)
Допустимая скорость движения частицы по сити $v$ , м/с	$v \leq 1,57\sqrt{d}$	(25)
Максимальный размер частиц подрешетного продукта $D$ , мм	$D = d \cos \alpha - H \sin \alpha$	(26)
Эффективность грохочения $\eta$ , %:		
общая	$\eta = (Q_1/Q) 100$	(27)
на односитном грохоте	$\eta = \frac{100(u-c)}{u(100-c)} 100$	(28)
на двухситном грохоте:		
на верхнем сите	$\eta_1 = \frac{100(u_1-c_1)}{u_1(100-c_1)} 100$	(29)
на нижнем сите	$\eta_2 = \frac{100(u_2-c_2)}{u_2(100-c_2)} 100$	(30)
Производительность, т/ч:		
неподвижных грохотов	$Q_1 = qF$	(31)
инерционных грохотов	$Q = F_1 q \delta_0 m n$	(32)
Число грохотов	$i = k Q_1 / (q F_1)$	(33)

Примечание.  $d$  и  $l$  — диаметр и шаг отверстий сит, мм;  $b$  и  $l$  — ширина и длина щели (отверстие), мм;  $s$  — расстояние между сторонами и концами щели, мм;  $d_1$  — диаметр проволоки, мм;  $\alpha$  — угол наклона сита, градус;  $f_{\text{тр}}$  — коэффициент трения скольжения частицы по сити грохота;  $\lambda$  — угол между направлением колебаний и плоскостью сита, градус;  $g = 9,81 \text{ м/с}^2$  — ускорение свободного падения;  $H$  — толщина сита, мм;  $Q_1$  и  $Q$  — масса подрешетного продукта соответственно полученного и в исходном питании, т;  $u$ ;  $c$  — содержание подрешетного продукта соответственно в исходном питании и надрешетном продукте, %;  $u_1$ ,  $c_1$  — содержание подрешетного продукта в исходном питании и надрешетном продукте верхнего сита, %;  $u_2$ ;  $c_2$  — содержание подрешетного продукта нижнего сита соответственно в исходном питании сита и надрешетном продукте нижнего сита, % ( $u_2$  определяют из уравнения баланса подрешетного продукта нижнего сита);  $q$  — удельная производительность, т/(м<sup>2</sup>·ч);  $F$  и  $F_1$  — рабочая площадь соответственно сита и сита одного грохота, м<sup>2</sup>;  $k$  — коэффициент неравномерности загрузки грохотов ( $k = 1,15$ );  $\delta_0$  — насыпная масса угля, т/м<sup>3</sup>;  $m$ ;  $n$  — поправочные коэффициенты на условия грохочения (прил. 1).

**Задача 15.** Определить коэффициент живого сечения листового сита с квадратными отверстиями размером  $d = 13$  мм и шагом  $l = 20$  мм.

**Задача 16.** Определить коэффициент живого сечения листового сита с щелевыми отверстиями, если ширина щели  $b = 5$  мм, ее длина  $l = 20$  мм, расстояние между сторонами и концами щелей  $s = 5$  мм.

**Задача 17.** Определить коэффициент живого сечения проволочного сита, если размер отверстий  $d = 6$  мм и диаметр проволоки  $d_1 = 1,8$  мм.

**Задача 18.** Определить коэффициент живого сечения проволочного сита с щелевыми отверстиями, если ширина щели  $b = 6$  мм, длина щели  $l = 25$  мм, диаметр проволоки  $d_1 = 2$  мм.

**Задача 19.** Определить коэффициент живого сечения щелевого сита, если ширина щели  $b = 0,5$  мм, длина щели  $l = 75$  мм, диаметр проволоки  $d_1 = 2,5$  мм.

**Задача 20.** Определить минимальный угол наклона неподвижного наклонного грохота при условии движения частиц по сити, если коэффициент трения скольжения частиц по сити  $f_{\text{тр}}=0,6$ .

**Задача 21.** Определить ускорение частицы при ее движении по сити горизонтального грохота, если коэффициент трения скольжения частицы по сити  $f_{\text{тр}}=0,55$ , угол между направлением колебаний и плоскостью сита  $\varphi_c=55^\circ$ .

**Задача 22.** 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 частиц по сити  $f_{\text{тр}}=0,5$ , переменный угол между направлением колебаний и плоскостью сита  $\varphi=90^\circ$ .

**Задача 23.** Определить максимальную скорость движения частиц по сити с отверстиями 13 мм.

**Задача 24.** Определить максимальный размер частицы при рассеивании угля на сите с отверстиями 50 мм, если толщина сита  $H=5$  мм и угол наклона сита  $\alpha=15^\circ$ .

**Задача 25.** При грохочении угля на грохоте получено 500 т подрешетного продукта. Определить эффективность грохочения, если содержание подрешетного продукта в исходном питании равно 580 т.

**Задача 26.** Содержание подрешетного продукта в исходном питании грохота составляет 30,5% и в надрешетном продукте—10,3%. Определить эффективность грохочения.

**Задача 27.** 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%.

**Задача 28.** Определить эффективность грохочения на верхнем и нижнем ситах грохота при грохочении угля на классы 13—100, 6—13 и 0—6 мм. Результаты ситового анализа исходного питания и продуктов грохочения приведены ниже.

*Результаты ситового анализа исходного питания и продуктов грохочения (к задаче 28)*

Класс, мм.....	13—100	6—13	0—6	Исходный
Выход, %:				
исходного продукта.....	55	14,5	30,5	100
надрешетного продукта:				
верхнего сита.....	87,5	2,5	10	100
нижнего сита.....	—	65,6	34,4	100

**Решение. 1.** Находим содержание подрешетного продукта (класс 0—13 мм) в исходном питании:

$$u_1 = 14,5 + 30,5 = 45\%$$

и надрешетном продукте верхнего сита

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

2. По формуле (29) определяем эффективность грохочения на верхнем сите

$$\eta_1 = \frac{100(45 - 12,5)}{45(100 - 12,5)} 100 = 82,5\%.$$

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

$$\gamma_2 = u_1 \eta_1 / 100 = 45 \cdot 82,5 / 100 = 37,1\%.$$

4. Определяем выход надрешетного продукта верхнего сита

$$\gamma_1 = 100 - \gamma_2 = 100 - 37,1 = 62,9\%.$$

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

$$\gamma_1 u_4 + \gamma_2 u_2 = 100 b_3,$$

где  $u_4$ ,  $u_2$ ,  $u_3$  — содержание класса 0—6 мм соответственно в надрешетном продукте верхнего сита, питании нижнего сита, и исходном питании, %.

По результатам ситового анализа находим  $u_3 = 30,5\%$  и  $u_4 = 10,0\%$ , тогда

$$u_2 = (100 \cdot 30,5 - 62,9 \cdot 10,0) / 37,1 = 65,3\%.$$

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

7. По формуле (30) определяем эффективность грохочения на нижнем сите

$$\eta_2 = 100(65,3 - 34,4) \cdot 100 / [65,3(100 - 34,4)] = 72\%.$$

*Задача 29.* Определить производительность неподвижного колосникового грохота с отверстиями между колосниками размером 150 мм, если ширина решета 1000 мм и длина 2000 мм.

*Задача 30.* Рассчитать число грохотов ГГЛ2 для мокрого подготовительного грохочения угля на классы 13—100 и 0—13 мм при расходе  $Q = 600$  т/ч.

*Задача 31.* Определить производительность грохота ГИСЛ72, если размер отверстий верхнего сита 13 мм и нижнего 6 мм; насыпная плотность угля  $\delta_0 = 0,8$  т/м<sup>3</sup>; содержание в питании частиц размером менее половины размера отверстий сит: верхнего  $\gamma_{0-6} = 40\%$ , нижнего  $\gamma_{0-13} = 30\%$ ; содержание избыточных частиц  $\gamma_{>13} = 10\%$  и  $\gamma_{>6} = 15\%$ .

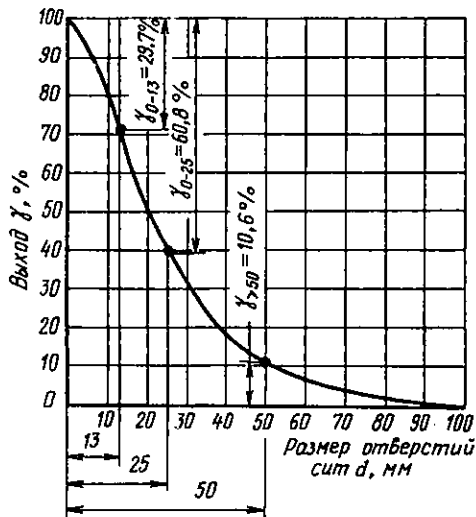
*Задача 32.* Рассчитать число двухситных грохотов ГИСЛ62 для окончательного грохочения угля на классы 50—100, 25—50 и 0—25 мм при расходе  $Q = 350$  т/ч. Насыпная плотность угля  $\delta_0 = 1$  т/м<sup>3</sup>. На сите с отверстиями 50 мм эффективность грохочения  $\eta = 0,95$ . Кривая гранулометрического состава угля приведена на рис. 4. Уголь и грохочение сухие.

*Решение. 1.* Определяем число грохотов по верхнему сити (отверстия размером 50 мм). По прил. 2 находим удельную производительность грохота  $q_1 = 33,7$  т/(м<sup>2</sup> · ч).

По кривой гранулометрического состава (см. рис. 4) определяем в исходном питании долю частиц крупностью менее половины



4. Кривая гранулометрического состава угля (к задаче 32)



размера отверстия сита:  $\gamma_{0-25} = 60,8\%$ . По прил. 1 находим  $m_1 = 1,4$ . По кривой определяем выход избыточных частиц  $\gamma_{50} = 10,6\%$  и по прил. 1 находим  $n_1 = 0,94$ .

Производительность грохота по верхнему ситиу определяем по формуле (33):

$$Q = 7,9 \cdot 33,7 \cdot 1 \cdot 1,4 \cdot 0,94 = 350,4 \text{ т/ч.}$$

Число грохотов рассчитываем по формуле (32):

$$i_1 = 1,15 \cdot 350 / 350,4 = 1,1.$$

Принимаем число грохотов  $i = 1$ .

2. Определяем число грохотов по нижнему ситиу.

По прил. 2 находим  $q_2 = 27,9 \text{ т/(м}^2 \cdot \text{ч)}$ . По кривой (см. рис. 4) определяем выход классов 0—50 и 0—13 мм:

$$\gamma_{0-50} = 100 - \gamma_{>50} = 100 - 10,6 = 89,4\%;$$

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

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

$$\gamma'_{0-13} = \gamma_{0-13} \cdot 100 / \gamma_{0-50} = 29,7 \cdot 100 / 89,4 = 33\%.$$

По прил. 1 находим  $m_2 = 0,93$ .

По кривой ситового анализа определяем содержание избыточных частиц в питании нижнего сита:  $\gamma_{>25} = \gamma_{25-50} = 28,6\%$  или к исходному питанию

$$\gamma'_{>25} = \gamma_{>25} \cdot 100 / \gamma_{0-50} = 28,6 \cdot 100 / 89,4 = 32\%.$$

По прил. 1 находим  $n_2 = 1,04$ .

Производительность грохота по нижнему сити

$$Q_2 = 7,9 \cdot 27,9 \cdot 1 \cdot 0,93 \cdot 1,04 = 213 \text{ т/ч.}$$

Число грохотов

$$i_2 = kQ\gamma_{0-50}/(100Q_2) = 1,15 \cdot 350 \cdot 89,4 \cdot 0,95/(100 \cdot 213) = 1,6.$$

Принимаем большее число грохотов  $i_2 = 2$ .

**Задача 33.** По результатам ситовых анализов углей шахт № 1 и № 2, приведенным в табл. 10, определить гранулометрический состав шихты из углей данных шахт с учетом дробления класса более 100 мм и гранулометрический состав машинных классов 13—100 и 0,5—13 мм, если участие в шихте углей шахты № 1 составляет 60%, а углей шахты № 2—40%.

Таблица 10

Результаты ситового анализа углей шахт № 1 и № 2 (к задаче 33)

Класс, мм	Шахта № 1		Шахта № 2	
	$\gamma$ , %	$A^d$ , %	$\gamma$ , %	$A^d$ , %
> 100	8,2	30,4	12,7	24,5
50—100	10,6	35,1	5,8	25,8
25—50	11,2	34,8	5,8	32,8
13—25	20,7	26,6	11,8	37,4
6—13	16,6	20,5	13,9	29,0
3—6	8,0	19,4	15,0	27,0
1—3	6,0	19,7	11,9	18,6
0,5—1	7,4	24,9	6,6	17,1
0—0,5	11,3	21,6	16,5	19,2
Исходный	100,0	26,0	100,0	25,5

**Решение.** 1. Составляем гранулометрический состав шихты до дробления класса более 100 мм (табл. 11). Графы 2, 4, 5, 7 табл. 11 заполняем данными по табл. 10. Для заполнения графы 3 табл. 11 определяем

$$\gamma_{>100} = 8,2 \cdot 0,6 = 4,9\%;$$

$$\gamma_{50-100} = 10,6 \cdot 0,6 = 6,4\%$$

и т. д.

Таблица 11

Гранулометрический состав шихты до дробления (к задаче 33)

Класс, мм	Шахта № 1 (60%)			Шахта № 2 (40%)			Шихта	
	$\gamma$ , %	$\gamma_{\text{ш}}$ , %	$A^d$ , %	$\gamma$ , %	$\gamma_{\text{ш}}$ , %	$A^d$ , %	$\gamma$ , %	$A^d$ , %
1	2	3	4	5	6	7	8	9
> 100	8,2	4,9	30,4	12,7	5,1	24,5	10,0	27,4
50—100	10,6	6,4	35,1	5,8	2,3	25,8	8,7	32,6
25—50	11,2	6,7	34,8	5,8	2,3	32,8	9,0	34,3

Класс, мм	Шахта № 1 (60%)			Шахта № 2 (40%)			Шахта	
	$\gamma$ , %	$\gamma_{ш}$ , %	$A^d$ , %	$\gamma$ , %	$\gamma_{ш}$ , %	$A^d$ , %	$\gamma$ , %	$A^d$ , %
1	2	3	4	5	6	7	8	9
13—25	20,7	12,4	26,6	11,8	4,7	37,4	17,1	29,6
6—13	16,6	10,0	20,5	13,9	5,6	29,0	15,6	23,6
3—6	8,0	4,8	19,4	15,0	6,0	27,0	10,8	23,6
1—3	6,0	3,6	19,7	11,9	4,8	18,6	8,4	19,1
0,5—1	7,4	4,4	24,9	6,6	2,6	17,7	7,0	22,0
0—0,5	11,3	6,8	21,6	16,5	6,6	19,2	13,4	20,4
Исходный	100,0	60,0	26,0	100,0	40,0	25,5	100,0	25,8

Аналогично находим данные графы 6 табл. 11:

$$\gamma_{>100} = 12,7 \cdot 0,4 = 5,1\%$$

и т. д.

Выход и зольность классов шихты (табл. 11, графы 8 и 9):

$$\gamma_{>100} = 4,9 + 5,1 = 10\%;$$

$$A^d_{>100} = (4,9 \cdot 30,4 + 5,1 \cdot 24,5) / 10 = 27,4\%;$$

$$\gamma_{50-100} = 6,4 + 2,3 = 8,7\%;$$

$$A^d_{50-100} = (6,4 \cdot 35,1 + 2,3 \cdot 25,8) / 8,7 = 32,6\%$$

и т. д.

2. Составляем табл. 12 (гранулометрический состав шихты после дробления класса более 100 мм).

Таблица 12

Гранулометрический состав шихты после дробления (к задаче 33)

Класс, мм	Продукт	$\gamma$ , %	$A^d$ , %
50—100	Необогатенный уголь	9,7	32,0
25—50	То же	10,0	33,6
13—25	»	19,0	29,4
6—13	»	17,3	24,1
3—6	»	12,0	24,0
1—3	»	9,3	19,9
0,5—1	»	7,8	22,5
0—0,5	Пыль	14,9	21,1
Исходный	—	100,0	25,8

Выход и зольность класса более 100 мм находим по табл. 11:

$$\gamma_{>100} = 10\%; \quad A^d_{>100} = 27,4\%;$$

$$\gamma_{0-100} = 100 - \gamma_{>100} = 100 - 10 = 90\%.$$

Выход класса 50—100 мм с учетом дробления класса более 100 мм

$$\gamma_{50-100} = 8,7 + x_1,$$

где 8,7—выход класса 50—100 мм до дробления, % (табл. 11).

Определяем  $x_1$  из пропорции (выход классов в дробленом продукте принимается пропорциональным существующему распределению)

$$\left. \begin{array}{l} x_1 - 10 \\ 8,7 - 90 \end{array} \right\} x_1 = 8,7 \cdot 10/90 = 1\%;$$

$$\gamma_{50-100} = 8,7 + 1 = 9,7\%;$$

$$A_{50-100}^d = (8,7 \cdot 32,6 + 1 \cdot 27,4)/9,7 = 32\%$$

и т. д.

3. Составляем табл. 13 (гранулометрический состав машинных классов).

Таблица 13

Гранулометрический состав машинных классов (к задаче 33)

Класс, мм	$\gamma$ , %	$A^d$ , %	Класс, мм	$\gamma$ , %	$A^d$ , %
13—100	38,7	31,1	0—0,5	14,9	21,1
0,5—13	46,4	22,9	Исходный	100,0	25,8

Определяем по данным табл. 12 выход и зольность: машинного класса 13—100 мм

$$\gamma_{13-100} = 9,7 + 10,0 + 19,0 = 38,7\%;$$

$$A_{13-100}^d = (9,7 \cdot 32,0 + 10 \cdot 33,6 + 19 \cdot 29,4)/38,7 = 31,1\%;$$

машинного класса 0,5—13 мм

$$\gamma_{0,5-13} = 17,3 + 12,0 + 9,3 + 7,8 = 46,4\%;$$

$$A_{0,5-13}^d = (17,3 \cdot 24,1 + 12 \cdot 24 + 9,3 \cdot 19,9 + 7,8 \cdot 22,5)/46,4 = 22,9\%.$$

Выход и зольность машинного класса 0—0,5 мм заносим в табл. 13 без изменения.

### 3. ДРОБЛЕНИЕ УГЛЕЙ

Формулы для расчета основных параметров дробления углей приведены в табл. 14.

Таблица 14

Формулы для расчета процесса дробления углей

Определяемый показатель	Формулы	№ формулы
Степень дробления $i$	$i = D_{\max}/d_{\max}$ ;	(34)
Общая степень дробления $i_0$	$i = D_{\text{ср}}/d_{\text{ср}}$ $i_0 = i_1 i_2 \dots i_n$	(35)
Эффективность дробления $E$ , %	$E = \frac{b_{1-s} - a_{1-s}}{a_{>s}} 100$	(36)

Определяемый показатель	Формулы	№ формулы
Производительность дробилки $Q$ , т/ч: щечковой конусной валковой	$Q = 600 \delta_0 L S$	(37)
	$Q = 980 \delta_0 B^{2.5} e$	(38)
	$Q = 188 D n l p \delta \mu$	(39)
молотковой	$Q = \frac{K d^2 L_1 n^2}{3600 (i_1 - 1)}$	(40)
Число дробилок	$i' = k M / M_1$	(41)

Примечание.  $D_{\max}$ ,  $d_{\max}$  — максимальный размер частиц в исходном питании и дробленом продукте, мм;  $D_{cp}$ ,  $d_{cp}$  — среднелинейный диаметр частиц в исходном питании и дробленом продукте, мм;  $i_1, i_2, \dots, i_n$  — степень дробления в отдельных стадиях;  $s$  — заданная крупность дробления, мм;  $a_{1-s}, b_{1-s}$  — доля класса  $1-s$  в исходном питании и дробленом продукте, %;  $a_{>s}$  — доля класса  $>s$  (мм) в исходном питании, %;  $\delta_0$  — насыпная плотность угля, т/м<sup>3</sup>;  $L, s$  — длина и ширина разгрузочной щели дробилки, м;  $B$  — диаметр нижнего основания подвижного конуса, м;  $e$  — ширина разгрузочной щели, м;  $D$  — диаметр валков, м;  $n$  — частота вращения валков ротора, мин<sup>-1</sup>;  $l$  — длина валков, м;  $p$  — ширина щели между валками, м;  $\delta$  — плотность угля, т/м<sup>3</sup>;  $\mu$  — коэффициент разрыхления материала;  $K$  — коэффициент, зависящий от конструкции дробилки и твердости угля (4—6,2);  $d$  и  $L_1$  — диаметр и длина ротора, м;  $k$  — коэффициент неравномерности загрузки дробилок (коэффициент запаса  $k = 1,15 - 1,25$ );  $M$  и  $M_1$  — расход материала, поступающего на дробление и выходящего из дробилки, т/ч.

**Задача 34.** Определить степень дробления, если уголь класса 100—250 мм дробится до 100 мм.

**Задача 35.** Определить степень дробления угля по результатам рассева исходного питания и дробленого продукта (табл. 15).

Таблица 15

Результаты ситового анализа исходного питания и дробленого продукта (к задаче 15)

Класс, мм	Выход, %		Класс, мм	Выход, %	
	исходного питания	дробленого продукта		исходного питания	дробленого продукта
50—100	81,7	—	0—13	5,0	93,2
25—50	8,4	0,5	Исходный	100,0	100,0
13—25	4,9	6,3			

**Задача 36.** Определить общую степень дробления угля в три стадии, если степень дробления в первой стадии 2,5, во второй — 4 и третьей — 8.

**Задача 37.** Уголь класса более 100 мм дробится до 100 мм. Определить эффективность дробления, если доля класса более 100 мм в исходном питании составляет 85%, класса 1—100 мм в исходном питании 10% и дробленом продукте 78%.

**Задача 38.** Определить эффективность дробления угля до 13 мм, если содержание в исходном питании класса более 13 мм 65%, доля класса 1—13 мм в исходном питании 25% и дробленом продукте 80%.

**Задача 39.** Определить эффективность дробления промпродукта до 10 мм по результатам ситового анализа исходного питания и дробленого продукта (табл. 16).

Таблица 16

Результаты ситового анализа исходного питания и дробленого продукта (к задаче 39)

Класс, мм	Выход, %		Класс, мм	Выход, %	
	исходного питания	дробленого продукта		исходного питания	дробленого продукта
10	72,0	8,2	0—1	7,9	13,8
1—10	20,1	78,0	Исходный	100,0	100,0

**Задача 40.** Определить производительность щековой дробилки СМД-110, если насыпная плотность угля  $\delta_0 = 0,9 \text{ т/м}^3$ .

**Задача 41.** Определить производительность двухвалковой зубчатой дробилки ДДЗ-6, если ширина щели между валками  $s = 100 \text{ мм}$ , плотность угля  $\delta = 1,6 \text{ т/м}^3$ , коэффициент разрыхления угля  $\mu = 0,5$ .

**Задача 42.** Рассчитать число двухвалковых зубчатых дробилок для подготовительного дробления класса 100—250 мм до 100 мм при расходе  $Q = 300 \text{ т/ч}$ , если плотность угля  $\delta = 1,5 \text{ т/м}^3$ , коэффициент разрыхления угля  $\mu = 0,5$ .

Решение. 1. Определяем диаметр валков:

$$D = d_{\max} = 3 \cdot 250 = 750 \text{ мм.}$$

Принимаем дробилку ДДЗ-3М:  $D = 900 \text{ мм}$ ,  $L = 900 \text{ мм}$ ,  $n = 36 \text{ мин}^{-1}$  (техническая характеристика).

2. Производительность одной дробилки определяем по формуле (39):

$$Q_1 = 188 \cdot 0,9 \cdot 36 \cdot 0,9 \cdot 0,1 \cdot 1,5 \cdot 0,5 = 410 \text{ т/ч.}$$

3. Определяем число дробилок

$$i' = 1,15 \cdot 300 / 410 = 0,8.$$

Принимаем одну дробилку.

## ГЛАВА III

### ГРАВИТАЦИОННОЕ ОБОГАЩЕНИЕ УГЛЕЙ

#### 4. ФРАКЦИОННЫЙ АНАЛИЗ И ОБОГАТИМОСТЬ УГЛЕЙ

Основные формулы для расчета результатов фракционного анализа приведены в табл. 17.

**Задача 43.** Определить минимальную массу проб для фракционного анализа угля классов 50—100, 25—50 и 13—25 мм.

## Основные формулы

Определяемый показатель	Формула	№ формулы
Масса пробы фракционного анализа $M$ , кг	$M = 0,5d_{\max}$	(42)
Выход промежуточных фракций $\gamma_{\text{пр}}$ , %: для каменных углей	$\gamma_{(1500-1800)\text{пр}} =$ $= \frac{\gamma_{1500-1800}}{\gamma_{<1,8}} 100$	(43)
для антрацитов	$\gamma_{(1800-2000)\text{пр}} =$ $= \frac{\gamma_{1800-2000}}{\gamma_{<2}} 100$	(44)

Примечание.  $d_{\max}$  — максимальный размер частиц в пробе, мм;  $\gamma_{1500-1800}$  и  $\gamma_{<1800}$  — выход промежуточных фракций плотностью 1500—1800 кг/м<sup>3</sup> и суммарный выход фракций плотностью < 1800 кг/м<sup>3</sup> по результатам фракционного анализа, %.

**Задача 44.** Заполнить графу 3 и подсчитать итоговые данные графы 4 табл. 18.

Таблица 18

Результаты фракционного анализа угля класса 13—25 мм (к задаче 44)

Плотность фракции, кг/м <sup>3</sup>	Выход		$A^d$ , %
	кг	$\gamma$ , %	
< 1300	7,6		3,5
1300—1400	2,4		7,7
1400—1500	0,9		13,2
1500—1600	0,2		20,3
1600—1800	0,3		38,2
> 1800	2,2		75,6
Исходный	13,6	100,0	

**Задача 45.** В табл. 19 приведены результаты фракционного анализа угля класса 50—100 мм, выход которого к рядовому углю  $\gamma_p = 8,9\%$ . Заполнить графу 3 табл. 19.

Таблица 19

Результаты фракционного анализа угля класса 50—100 мм (к задаче 45)

Плотность фракции, кг/м <sup>3</sup>	Выход, %		$A^d$ , %
	$\gamma$	$\gamma_p$	
< 1300	14,6		3,8
1300—1400	31,3		8,8
1400—1500	15,0		18,2

Плотность фракции, кг/м <sup>3</sup>	Выход, %		A <sup>d</sup> , %
	γ	γ <sub>p</sub>	
1500—1600	5,0		26,1
1600—1800	9,5		41,1
> 1800	24,6		73,0
Исходный	100,0	8,9	29,2

Решение. Выход к рядовому углю фракции плотностью менее 1300 кг/м<sup>3</sup>

$$\gamma_{<1,3} = 14,6 \cdot 8,9 / 100 = 1,3\%.$$

Аналогично определяем выходы других фракций.

Задача 46. Определить категорию обогатимости угля класса 50—100 мм по ГОСТ 10100—84. Результаты фракционного анализа угля приведены в табл. 20.

Таблица 20

Результаты фракционного анализа угля класса 50—100 мм (к задаче 46)

Плотность фракции, кг/м <sup>3</sup>	γ, %	A <sup>d</sup> , %
< 1300	61,0	6,2
1300—1400	12,4	13,2
1400—1500	6,2	21,5
1500—1600	3,4	30,8
1600—1800	2,6	41,6
> 1800	14,4	82,5
Исходный	100,0	20,8

## 5. КРИВЫЕ ОБОГАТИМОСТИ

Задача 47. Заполнить графы 4, 5, 6 и 7 табл. 21 и построить кривые обогатимости угля класса 13—100 мм.

Таблица 21

Данные для построения кривых обогатимости угля класса 13—100 мм (к задаче 47)

Плотность фракции, кг/м <sup>3</sup>	γ, %	A <sup>d</sup> , %	Суммарные, %			
			всплывшие фракции		потонувшие фракции	
			γ	A <sup>d</sup>	γ	A <sup>d</sup>
< 1300	55,9	4,8	55,9	4,8	100,0	23,0
1300—1400	9,4	10,1	65,3	5,6	44,1	46,1
1400—1500	7,6	18,6	72,9	6,9	34,7	55,9
1500—1600	3,3	30,0	76,2	7,9	27,1	66,3



Плотность фракции, кг/м <sup>3</sup>	γ, %	A <sup>d</sup> , %	Суммарные, %			
			всплывшие фракции		потонувшие фракции	
			γ	A <sup>d</sup>	γ	A <sup>d</sup>
1600—1800	3,1	45,9	79,3	9,4	23,8	71,4
> 1800	20,7	75,2	100,0	23,0	20,7	75,2
Исходный	100,0	23,0	—	—	—	—

Решение. 1. Заполняем графу 4 табл. 21 данными, полученными последовательным суммированием выходов фракций (графа 2) сверху:

$$55,9 + 9,4 = 65,3\%;$$

$$65,3 + 7,6 = 72,9\%$$

и т. д.

2. Заполняем графу 5 табл. 21 данными расчетной средней зольности всплывших фракций сверху:

$$(55,9 \cdot 4,8 + 9,4 \cdot 10,1) / 65,3 = 5,6\%;$$

$$(65,3 \cdot 5,6 + 7,6 \cdot 18,6) / 72,9 = 6,9\%$$

и т. д.

3. Заполняем графу 6 табл. 21 данными, полученными последовательным суммированием выходов фракций (графа 2) снизу:

$$20,7 + 3,1 = 23,8\%;$$

$$23,8 + 3,3 = 27,1\%$$

и т. д.

4. Заполняем графу 7 табл. 21 данными расчетной средней зольности потонувших фракций снизу:

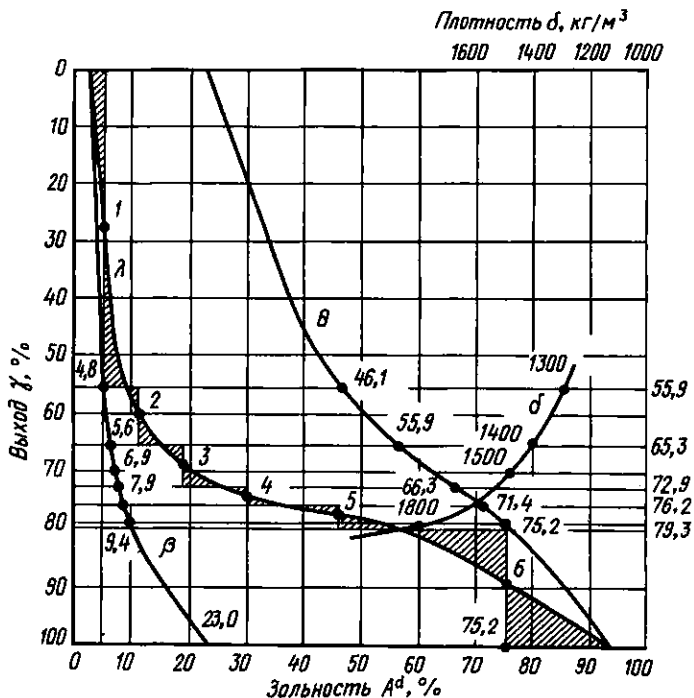
$$(20,7 \cdot 75,2 + 3,1 \cdot 45,9) / 23,8 = 71,4\%;$$

$$(23,8 \cdot 71,4 + 3,3 \cdot 30,0) / 27,1 = 66,3\%$$

и т. д.

5. Строим кривую элементарных фракций λ. На оси ординат (рис. 5) откладываем в масштабе суммарные выходы γ всплывших фракций (табл. 21, графа 4): 55,9; 65,3; 72,9; 76,2; 79,3 и 100%. Проводим вспомогательные линии, параллельные оси абсцисс, и на этих линиях откладываем в масштабе зольность A<sup>d</sup> 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.

6. Строим кривую всплывших фракций β по данным граф 4 и 5 табл. 21. На пересечении линий показателей суммарных выходов и зольности находим точки кривой β. Полученные точки соединяем



5. Кривые обогатимости угля класса 13—100 мм (к задаче 47)

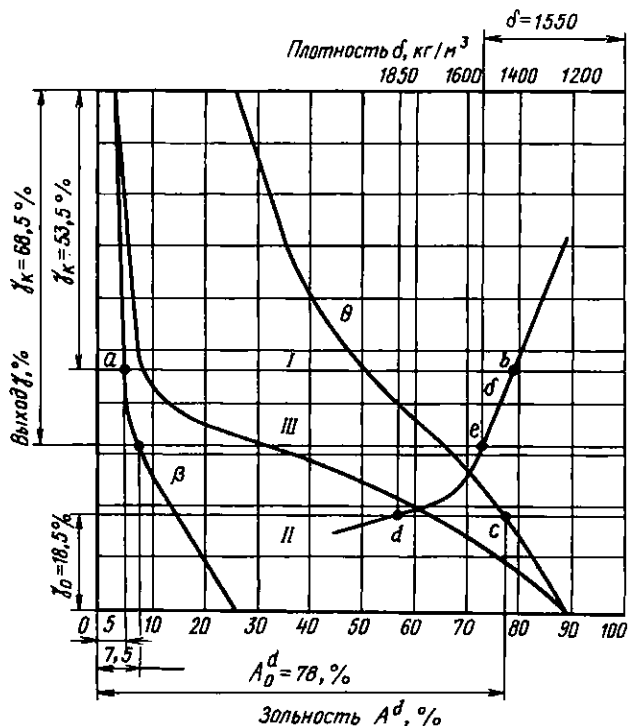
плавной кривой  $\beta$ , начало которой должно совпадать с началом кривой  $\lambda$ .

7. Строим кривую потонувших фракций  $\theta$  по данным граф 6 и 7 табл. 21. На пересечении линий показателей суммарных выхода и зольности находим точки кривой  $\theta$ . Полученные точки соединяем плавной кривой  $\theta$ , конец которой должен совпадать с концом кривой  $\lambda$ , а начало должно соответствовать концу кривой  $\beta$  на линии, параллельной оси ординат.

8. Строим кривую плотностей  $\delta$  по данным граф 1 и 4 табл. 21. На пересечении линий показателей плотности фракции и выхода всплывших фракций находим точки кривой  $\delta$ . Полученные точки соединяем плавной кривой  $\delta$ .

**Задача 48.** По кривым обогатимости угля класса 13—100 мм (рис. 6) определить: 1) выход концентрата  $\gamma_k$  и плотность разделения  $\delta'$  при заданной зольности  $A^d=5\%$ ; 2) выход отходов  $\gamma_o$  и плотность разделения  $\delta''$  при заданной зольности  $A^d=78\%$ ; 3) выход и зольность концентрата при заданной плотности разделения  $\delta_p=1550$  кг/м<sup>3</sup>.

**Решение.** 1. На оси абсцисс (см. рис. 6) откладываем в масштабе зольность концентрата  $A_k^d=5\%$  и проводим линию, параллельную оси ординат до пересечения с кривой всплывших фракций  $\beta$ . Через



6. Кривые обогатимости угля класса 13--100 мм (к задаче 48)

полученную точку  $a$  проводим разделительную линию  $I$ , параллельную оси абсцисс.

Выход концентрата отсчитываем в масштабе по оси ординат сверху до линии  $I$ :  $\gamma_k = 53,5\%$ . Плотность разделения находим проецированием точки пересечения  $b$  линии  $I$  с кривой  $\delta$  на ось плотности:  $\delta'_p = 1420 \text{ кг/м}^3$ .

2. На оси абсцисс откладываем в масштабе зольность отходов  $A_0^d = 78\%$  и проводим линию, параллельную оси ординат до пересечения с кривой  $\theta$ . Через точку  $c$  проводим разделительную 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  $\delta'$ :  $\delta''_p = 1850 \text{ кг/м}^3$ .

3. На оси плотности откладываем в масштабе плотность разделения  $\delta_p = 1550 \text{ кг/м}^3$  и проводим линию, параллельную оси ординат, до пересечения с кривой  $\delta$ . Через точку пересечения проводим разделительную линию  $III$ .

Выход концентрата считываем по оси ординат  $\gamma_k = 68,5\%$ , а зольность по оси абсцисс—расстояние от оси ординат до точки пересечения линии  $III$  с кривой  $\beta$ :  $A_k^d = 7,5\%$ .

**Задача 49.** Построить кривую обогатимости  $M$  (Майера) для смеси трех углей, зольность которых и их долевое участие в смеси приведены в табл. 23.

Таблица 23

Данные для графического определения зольности смеси трех углей (к задаче 49)

Уголь	Участие в смеси $\gamma$ , %	Зольность $A^d$ , %	Уголь	Участие в смеси $\gamma$ , %	Зольность $A^d$ , %
1	$\gamma_1 = 20$	$A_1^d = 4$	3	$\gamma_3 = 35$	$A_3^d = 10$
2	$\gamma_2 = 45$	$A_2^d = 6$	Исходный	100	7

**Решение.** 1. На оси ординат (рис. 7) откладываем значение долевого участия углей  $\gamma$  в смеси, а на оси абсцисс — зольность углей  $A^d$ .

2. Точку  $O$  соединяем лучами  $OD$ ,  $OE$ ,  $OF$  с точками, характеризующими на оси абсцисс зольность отдельных углей.

3. На луче  $OD$  находим точку  $A$ , соответствующую участию  $\gamma_1$ .

4. Из точки  $A$  проводим прямую, параллельную лучу  $OE$ , и на ней находим точку  $G$ , соответствующую долевого участию  $\gamma_1 + \gamma_2$ .

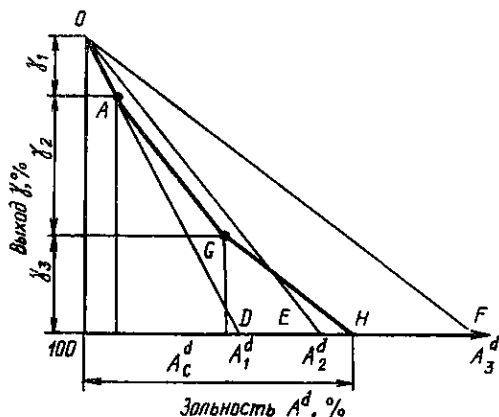
5. Из точки  $G$  проводим прямую, параллельную лучу  $OF$ , до пересечения с осью абсцисс в точке  $H$ , соответствующую долевого участию  $\gamma_1 + \gamma_2 + \gamma_3 = 100\%$ . Точка  $H$  определяет искомую среднюю зольность смеси  $7\%$ .

**Задача 50.** Построить кривую обогатимости  $M$  (Майера) для угля, фракционный анализ которого приведен в табл. 24.

**Решение.** 1. На оси абсцисс (рис. 8) отмечаем значения зольности всплывших фракций и соединяем их лучами с точкой  $A$ , находящейся на оси ординат.

2. На оси ординат отмечаем точки, соответствующие значениям выхода всплывших фракций, и проводим из них линии до пересечения с лучами соответствующих плотностей.

3. На пересечении линий с лучами находим точки  $A$ ,  $B$ ,  $C$ ,  $D$ ,  $E$ ,  $F$ ,  $G$ ,  $K$  кривой обогатимости  $M$ .



7. Графическое определение точек кривой средних величин (к задаче 49)

## Результаты фракционного анализа угля (к задаче 50)

Плотность фракций, кг/м <sup>3</sup>	Выход, %	Зольность, %	Суммарно	
			Выход, %	Зольность, %
< 1300	55	3	55	3,0
1300—1400	14	10	69	4,4
1400—1500	3	20	72	5,1
1500—1600	3	24	75	5,8
1600—1700	4	30	79	7,1
1700—1800	5	46	84	9,4
> 1800	16	75	100	19,9
Исходный	100,0	19,9	—	—

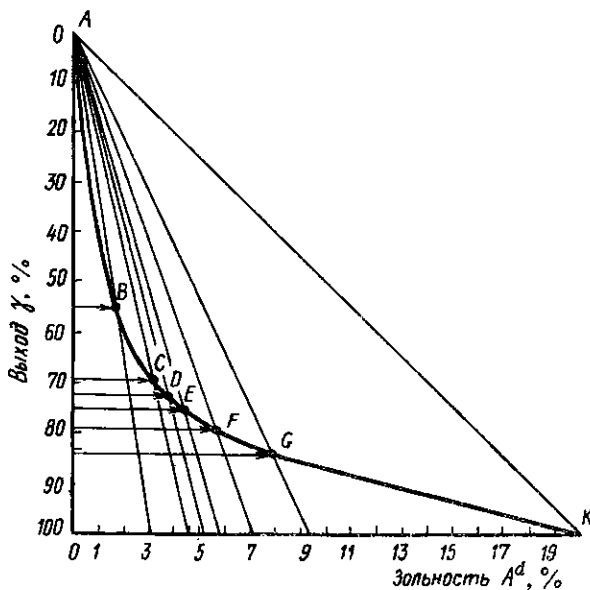
4. Указанные точки соединяем плавной кривой (кривая обогатимости Майера).

**Задача 51.** По кривой обогатимости  $M$  (Майера) (рис. 9) определить среднюю зольность концентрата при его выходе 70%.

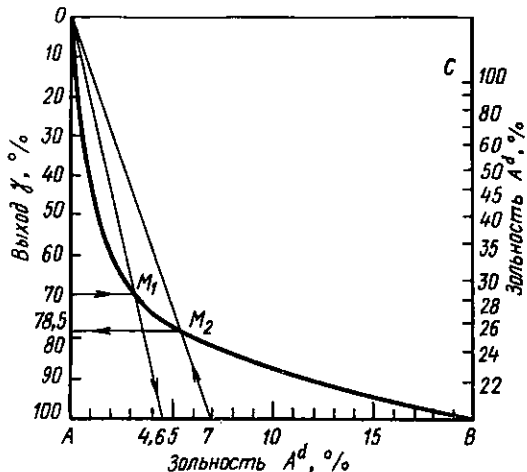
**Решение.** 1. Из точки, соответствующей на оси ординат 70% (см. рис. 9), проводим прямую, параллельную оси абсцисс, до пересечения с кривой обогатимости в точке  $M_1$ .

2. Из точки  $O$  через точку  $M_1$  проводим луч, пересечение которого с осью абсцисс обозначит зольность концентрата 4,6%.

**Задача 52.** По кривой обогатимости Майера (см. рис. 9) определить выход концентрата зольностью 7%.



8. Построение кривой средних величин по данным табл. 24 (кривая обогатимости Майера) (к задаче 50)



9. Определение средней зольности и выхода концентрата по кривой обогатимости Майера (к задаче 51)

Решение. 1. Из точки  $O$  (см. рис. 9) проводим луч до пересечения с осью  $AB$  в точке, соответствующей зольности 7%.

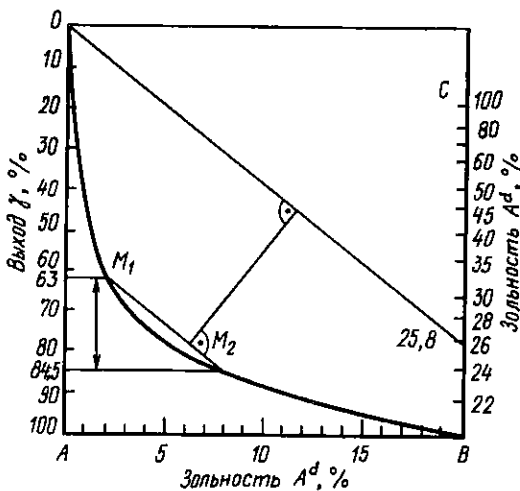
2. Проекция точки  $M_2$  пересечения луча с кривой обогатимости на ось ординат определит выход концентрата, равный 78,5%.

Задача 53. Определить среднюю зольность промежуточного продукта по кривой обогатимости Майера, приведенной на рис. 10, если граничные выходы промпродукта равны 63 и 84,5%.

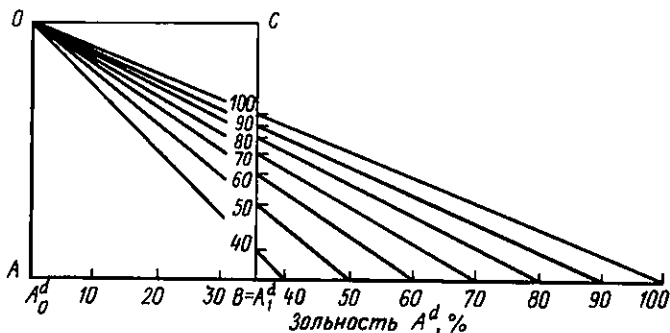
Решение. 1. Проводим две параллельные оси абсцисс линии до пересечения с кривой обогатимости в точках  $M_1$  и  $M_2$ .

2. Через точки  $M_1$  и  $M_2$  проводим хорду.

3. Через точку  $O$  проводим линию, параллельную хорде, до пересечения с  $BC$ . Точка пересечения определяет зольность промпродукта.



10. Кривая обогатимости Майера к задаче 53

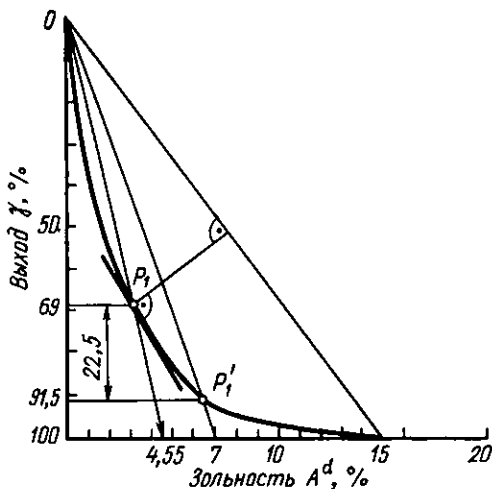


11. Построение шкалы отсчета к кривой средних величин (к рис. 10)

4. Поскольку линия, параллельная хорде, не пересекает линию  $AB$  выбранного для построения кривой обогатимости прямоугольника, во избежание удлинения оси, строим вспомогательную шкалу отсчета средних величин зольности на оси  $BC$  (рис. 11). Для построения кривой обогатимости выбираем прямоугольник  $ABCO$ , где абсцисса точки  $B$  равна  $A_1^d$ , т. е. средней зольности исследуемого угля, а отрезок  $BC$  используем для вспомогательной шкалы. Точкам этой шкалы приписываем значения переменной  $A^d$ , большие чем  $A_1^d$ , так, чтобы прямая, проходящая через точку  $O$  и точки оси абсцисс, пересекала шкалу  $BC$  в точках, соответствующих точкам оси абсцисс (см. рис. 11).

5. После нанесения шкалы на  $BC$  (см. рис. 10) определяем среднюю зольность промежуточного продукта 25,8% (вспомогательная шкала наносится как правило при построении кривой).

**Задача 54.** Определить, какова должна быть зольность концентрата и в каком соотношении смешивать его с рядовым углем, чтобы



12. Определение параметров смеси концентрата с рядовым углем по кривым обогатимости Майера (к задаче 54)

получить выход смеси зольностью  $A_c^d = 7\%$ . Даны: кривая обогатимости угля  $M$  (Майера) (рис. 12), зольность рядового угля  $A_p^d = 15\%$ , производительность по концентрату 250 т/ч.

Решение. 1. Определяем параметры концентрата (см. рис. 12). Соединяем прямой точку  $O$  с точкой, соответствующей 15% зольности. Параллельно этой прямой проводим касательную к кривой обогатимости в точке  $P_1$ . Проекция точки касания  $P_1$  на ось ординат указывает выход концентрата 69%; прямая, проведенная через точки  $O$  и  $P_1$  до пересечения с осью абсцисс, показывает зольность концентрата 4,55%.

2. Определяем добавку рядового угля в %. Соединяем прямой точку  $O$  с точкой, соответствующей 7% зольности, на которой определяется точка  $P'_1$ . Проекция точек  $P_1$  и  $P'_1$  на ординату определяет дополнительный расход рядового угля, равный 22,5%.

3. Определяем добавку рядового угля:  $250 \cdot 22,5/100 = 56,25$  т/ч.

Задача 55. Определить выход и зольность фракций угля по результатам одновременного расслоения пробы (табл. 25).

Решение. Определяем выход фракции 1300—1400 кг/м<sup>3</sup>:  $\gamma_{1300-1400} = 42,4 - 7,5 = 34,9\%$ . Определяем зольность фракции

Таблица 25

Результаты расслоения пробы (к задаче 55)

Плотность жидкости, кг/м <sup>3</sup>	Выход $\gamma$ , %		Зольность $A^d$ , %	
	Фракция			
	всплывшая	потонувшая	всплывшая	потонувшая
1300	7,5	—	2,57	—
1400	42,4	—	5,18	—
1500	58,3	—	7,60	—
1800	78,4	21,6	13,76	75,85

Результаты фракционного анализа угля шахты № 1 (к задаче 56)

Плотность фракции, кг/м <sup>3</sup>	50—100 мм		25—50 мм		13—25 мм		6—13 мм
	$\gamma$ , %	$A^d$ , %	$\gamma$ , %	$A^d$ , %	$\gamma$ , %	$A^d$ , %	$\gamma$ , %
1	2	3	4	5	6	7	8
< 1300	39,2	3,8	42,4	4,6	44,9	3,7	48,5
1300—1400	18,7	10,2	14,7	6,9	19,1	8,8	21,1
1400—1500	3,5	17,5	3,1	18,1	4,6	16,4	5,7
1500—1600	2,8	26,7	1,8	23,6	2,8	21,4	3,5
1600—1800	1,3	35,1	1,9	34,6	3,4	34,3	3,6
> 1800	34,5	86,6	36,1	83,7	25,2	82,3	17,6
Исходный	100,0	35,1	100,0	34,8	100,0	26,6	100,0



1300—1400 кг/м<sup>3</sup>:  $A_{1300-1400}^d = (42,4 \cdot 5,18 - 7,5 \cdot 2,57) / (42,4 - 7,5) = 5,74\%$ . Аналогично рассчитываем показатели других фракций.

**Задача 56.** Результаты фракционного анализа углей шахт № 1 и № 2 приведены в табл. 26 и 27. Определить фракционный состав машинных классов 13—100 и 0,5—13 мм, если участие в шихте углей шахты № 1 составляет 60% и № 2—40%. Гранулометрический состав шихты до и после дробления приведен в табл. 11 и 12, машинных классов—в табл. 13.

**Решение.** 1. Составляем табл. 28 (результаты фракционного анализа угля шахты № 1 с участием в шихте 60%). Графы 2, 4, 5, 7, 8, 10, 11, 13, 14, 16, 17, 19, 20 и 22 табл. 28 заполняем данными из табл. 26. В строку «Исходный» граф 3, 6, 9, 12, 15, 18 и 21 заносим данные выходов соответствующих классов из табл. 11 (графа 3).

Определяем выход фракций к шихте: для класса 50—100 мм выход фракций  $< 1300 \text{ кг/м}^3$   $\gamma_{<1300} = 39,2 \cdot 0,064 = 2,51\%$ ; выход фракции 1300—1400 кг/м<sup>3</sup>  $\gamma_{1300-1400} = 18,7 \cdot 0,064 = 1,20\%$  и т. д. для других фракций.

Выход фракций к шихте для остальных классов находим аналогично классу 50—100 мм.

2. Составляем табл. 29 (результаты фракционного анализа шахты № 2 с участием в шихте 40%) составляем аналогично табл. 28, но данные берем из табл. 11 (графа 6).

3. Составляем табл. 30 (фракционный состав шихты до дробления класса более 100 мм).

Определяем выход к шихте и зольность фракций класса 50—100 мм по данным граф 3 и 4 табл. 28 и 29;

$$\gamma_{<1300} = 2,51 + 1,38 = 3,89\%;$$

$$A_{<1300}^d = (2,51 \cdot 3,8 + 1,38 \cdot 2,5) / 3,89 = 3,3\%$$

и т. д. для других фракций.

Таблица 26

6—13 мм	3—6 мм		1—3 мм		0,5—1 мм	
$A^d, \%$	$\gamma, \%$	$A^d, \%$	$\gamma, \%$	$A^d, \%$	$\gamma, \%$	$A^d, \%$
9	10	11	12	13	14	15
3,8	53,6	3,1	51,1	2,3	39,0	4,1
5,1	18,1	6,0	22,8	5,7	8,6	7,3
16,4	5,5	16,1	3,6	14,6	22,8	14,7
24,8	2,5	25,0	1,5	22,8	2,7	25,1
34,1	2,6	35,2	1,7	33,4	3,8	34,5
82,5	17,7	80,2	19,3	81,9	23,1	74,9
20,5	100,0	19,4	100,0	19,7	100,0	24,9

Результаты фракционного анализа угля шахты № 2 (к задаче 56)

Плотность фракции, кг/м <sup>3</sup>	50—100 мм		25—50 мм		13—25 мм		6—13 мм
	γ, %	A <sup>d</sup> , %	γ, %	A <sup>d</sup> , %	γ, %	A <sup>d</sup> , %	γ, %
1	2	3	4	5	6	7	8
< 1300	59,8	2,5	45,1	2,2	37,7	2,8	45,6
1300—1400	9,4	11,3	11,9	11,3	9,6	11,8	11,1
1400—1500	1,4	17,6	2,1	18,5	2,8	19,4	2,6
1500—1600	0,9	22,2	0,7	30,6	1,7	26,6	3,0
1600—1800	1,5	39,2	2,1	35,6	4,8	41,0	6,0
> 1800	27,0	82,2	38,1	76,3	43,4	74,3	31,7
Исходный	100,0	25,8	100,0	32,8	100,0	37,4	100,0

Таблица 28

Результаты фракционного анализа угля шахты № 1 с участием в шихте 60% (к задаче 56)

Плотность фракции, кг/м <sup>3</sup>	50—100 мм			25—50 мм			13—25 мм
	γ, %	γ <sub>ш</sub> , %	A <sup>d</sup> , %	γ, %	γ <sub>ш</sub> , %	A <sup>d</sup> , %	γ, %
1	2	3	4	5	6	7	8
< 1300	39,2	2,51	3,8	42,4	2,84	4,6	44,9
1300—1400	18,7	1,20	10,2	14,7	0,99	6,9	19,1
1400—1500	3,5	0,22	17,5	3,1	0,21	18,1	4,6
1500—1600	2,8	0,18	26,7	1,8	0,12	23,6	2,8
1600—1800	1,3	0,08	35,1	1,9	0,12	34,6	3,4
> 1800	34,5	2,21	86,6	36,1	2,42	83,7	25,2
Исходная	100,0	6,4	35,1	100,0	6,7	34,8	100,0

Продолжение табл. 28

Плотность фракции, кг/м <sup>3</sup>	13—25 мм		6—13 мм			3—6 мм	
	γ <sub>ш</sub> , %	A <sup>d</sup> , %	γ, %	γ <sub>ш</sub> , %	A <sup>d</sup> , %	γ, %	γ <sub>ш</sub> , %
1	9	10	11	12	13	14	15
< 1300	5,57	3,7	<b>48,5</b>	4,85	3,8	53,6	2,57
1300—1400	2,37	8,8	<b>21,1</b>	2,11	5,1	18,1	0,87
1400—1500	0,57	16,4	5,7	0,57	16,4	5,5	0,27
1500—1600	0,35	21,4	3,5	0,35	24,8	2,5	0,12
1600—1800	0,42	34,3	3,6	0,36	34,1	2,6	0,12
> 1800	3,12	82,3	17,6	1,76	82,5	17,7	0,85
Исходная	12,4	26,6	100,0	10,0	20,5	100,0	4,8

6—13 мм	3—6 мм		1—3 мм		0,5—1 мм	
$A^d$ , %	$\gamma$ , %	$A^d$ , %	$\gamma$ , %	$A^d$ , %	$\gamma$ , %	$A^d$ , %
9	10	11	12	13	14	15
2,1	51,5	1,9	66,4	2,0	39,3	3,8
10,0	10,7	11,0	7,7	10,9	29,2	7,5
19,1	2,7	20,2	2,3	23,2	11,6	16,1
22,0	1,7	29,7	0,5	32,0	2,2	26,1
38,6	4,1	42,9	3,9	42,6	2,9	35,4
74,0	29,3	75,2	19,2	73,5	14,8	67,1
29,0	100,0	27,0	100,0	18,6	100,0	17,1

Продолжение табл. 28

Плотность фракции, кг/м <sup>3</sup>	3—6 мм	1—3 мм			0,5—1 мм		
	$A^d$ , %	$\gamma$ , %	$\gamma_{ш}$ , %	$A^d$ , %	$\gamma$ , %	$\gamma_{ш}$ , %	$A^d$ , %
1	16	17	18	19	20	21	22
< 1300	3,1	51,1	1,84	2,3	39,0	1,71	4,1
1300—1400	6,0	22,8	0,82	5,7	8,6	0,38	7,3
1400—1500	16,1	3,6	0,13	14,6	22,8	1,00	14,7
1500—1600	25,0	1,5	0,05	22,8	2,7	0,12	25,1
1600—1800	35,2	1,7	0,07	33,4	3,8	0,17	34,5
> 1800	80,2	19,3	0,69	81,9	23,1	1,02	74,9
Исходная	19,4	100,0	3,6	19,7	100,0	4,4	24,9

Таблица 29

Результаты фракционного анализа угля шахты № 2 с участием в шихте 40% (к задаче 56)

Плотность фракции, кг/м <sup>3</sup>	50—100 мм			25—50 мм			13—25 мм
	$\gamma$ , %	$\gamma_{ш}$ , %	$A^d$ , %	$\gamma$ , %	$\gamma_{ш}$ , %	$A^d$ , %	$\gamma$ , %
1	2	3	4	5	6	7	8
< 1300	59,8	1,38	2,5	45,1	1,04	2,2	37,7
1300—1400	9,4	0,22	11,3	11,9	0,27	11,3	9,6
1400—1500	1,4	0,03	17,6	2,1	0,05	18,5	2,8
1500—1600	0,9	0,02	22,2	0,7	0,02	30,6	1,7
1600—1800	1,5	0,03	39,2	2,1	0,04	35,6	4,8
> 1800	27,0	0,62	82,2	38,1	0,88	76,3	43,4
Исходная	100,0	2,3	25,8	100,0	2,3	32,8	100,0

Плотность фракции, кг/м <sup>3</sup>	13—25 мм		6—13 мм			3—6 мм	
	$\gamma_{ш}$ , %	$A^d$ , %	$\gamma$ , %	$\gamma_{ш}$ , %	$A^d$ , %	$\gamma$ , %	$\gamma_{ш}$ , %
1	9	10	11	12	13	14	15
< 1300	1,77	2,8	45,6	2,55	2,1	51,5	3,09
1300—1400	0,45	11,8	11,1	0,62	10,0	10,7	0,64
1400—1500	0,13	19,4	2,6	0,15	19,1	2,7	0,16
1500—1600	0,08	26,6	3,0	0,17	22,0	1,7	0,10
1600—1800	0,23	41,0	6,0	0,33	38,6	4,1	0,25
> 1800	2,04	74,3	31,7	1,78	74,0	29,3	1,76
Исходная	4,7	37,4	100,0	5,6	29,0	100,0	6,0

Плотность фракции, кг/м <sup>3</sup>	3—6 мм	1—3 мм			0,5—1 мм		
	$A^d$ , %	$\gamma$ , %	$\gamma_{ш}$ , %	$A^d$ , %	$\gamma$ , %	$\gamma_{ш}$ , %	$A^d$ , %
1	16	17	18	19	20	21	22
< 1300	1,9	66,4	3,19	2,0	39,3	1,02	3,8
1300—1400	11,0	7,7	0,37	10,9	29,2	0,76	7,5
1400—1500	20,2	2,3	0,11	23,2	11,6	0,30	16,1
1500—1600	29,7	0,5	0,02	32,0	2,2	0,06	26,1
1600—1800	42,9	3,9	0,19	42,6	2,9	0,07	35,4
> 1800	75,2	19,2	0,92	73,5	14,8	0,39	67,1
Исходная	27,0	100,0	4,8	18,6	100,0	2,6	17,1

Таблица 30

Фракционный состав шихты до дробления класса 100 мм (к задаче 56)

Плотность фракции, кг/м <sup>3</sup>	50—100 мм			25—50 мм		
	$\gamma$ , %	$\gamma_{ш}$ , %	$A^d$ , %	$\gamma$ , %	$\gamma_{ш}$ , %	$A^d$ , %
1	2	3	4	5	6	7
< 1300	44,7	3,89	3,3	43,1	3,88	4,0
1300—1400	16,3	1,42	10,4	14,0	1,26	7,8
1400—1500	2,9	0,25	17,5	2,9	0,26	18,2
1500—1600	2,3	0,20	26,7	1,5	0,14	24,6
1600—1800	1,3	0,11	37,2	1,8	0,16	34,9
> 1800	32,5	2,83	85,7	36,7	3,30	81,7
Исходная	100,0	8,7	32,6	100,0	9,0	34,3

Плотность фракции, кг/м <sup>3</sup>	13—25 мм			6—13 мм	
	γ, %	γ <sub>ш</sub> , %	A <sup>d</sup> , %	γ, %	γ <sub>ш</sub> , %
1	8	9	10	11	12
< 1300	42,9	7,34	3,5	47,4	7,40
1300—1400	16,5	2,82	9,3	17,5	2,73
1400—1500	4,1	0,70	17,0	4,6	0,72
1500—1600	2,5	0,43	22,4	3,4	0,52
1600—1800	3,8	0,65	36,7	4,4	0,69
> 1800	30,2	5,16	79,1	22,7	3,54
Исходная	100,0	17,1	29,6	100,0	15,6

Плотность фракции, кг/м <sup>3</sup>	6—13 мм	3—6 мм			1—3 мм
	A <sup>d</sup> , %	γ, %	γ <sub>ш</sub> , %	A <sup>d</sup> , %	γ, %
1	13	14	15	16	17
< 1300	3,2	52,4	5,66	2,4	59,9
1300—1400	6,2	14,0	1,51	8,1	14,2
1400—1500	17,0	4,0	0,48	17,6	2,8
1500—1600	23,9	2,0	0,22	27,1	0,8
1600—1800	36,3	3,4	0,37	40,4	3,1
> 1800	78,2	24,2	2,61	76,8	19,2
Исходная	23,6	100,0	10,8	23,6	100,0

Плотность фракции, кг/м <sup>3</sup>	1—3 мм		0,5—1 мм		
	γ <sub>ш</sub> , %	A <sup>d</sup> , %	γ, %	γ <sub>ш</sub> , %	A <sup>d</sup> , %
1	18	19	20	21	22
< 1300	5,03	2,1	39,0	2,73	4,0
1300—1400	1,19	7,4	16,3	1,14	7,4
1400—1500	0,24	18,5	18,6	1,30	15,0
1500—1600	0,07	25,4	2,6	0,18	25,4
1600—1800	0,26	40,1	3,4	0,24	34,8
> 1800	1,61	77,1	20,1	1,41	72,7
Исходная	8,4	19,1	100,0	7,0	22,0

Определяем выход фракций к классу (графа 2 табл. 30):

$$\gamma_{<1300} = 3,89/0,087 = 44,7\%;$$

$$\gamma_{1300-1400} = 1,42/0,087 = 16,3\%$$

и т. д.

Выход к шихте и зольность фракций остальных классов определяем аналогично классу 50—100 мм.

4. Составляем табл. 31 (фракционный состав шихты после дробления класса более 100 мм). В графы 2, 5, 8, 11, 14, 17 и 20 табл. 31 заносим данные выходов фракций из табл. 30 за исключением выходов фракций плотностью менее 1300 и более 1800 г/см<sup>3</sup>, которые обозначим соответственно через  $x$  и  $y$ .

В графы 4, 7, 10, 13, 16, 19 и 22 табл. 31 заносим данные зольности фракций из табл. 30, соответствующие данные зольности строки «Исходные» берем из табл. 12.

В графы 3, 6, 9, 12, 15, 18 и 21 табл. 31 в строку «Исходная» заносим выход соответствующих классов к шихте из табл. 12. Выход фракций плотностью менее 1300 и более 1800 кг/м<sup>3</sup> для класса 50—100 мм находим из уравнений баланса:  $x + 16,3 + 2,9 + 2,3 + 1,3 + y = 100$ ;  $3,3x + 16,3 \cdot 10,4 + 2,9 \cdot 17,5 + 1,3 \cdot 26,7 + 1,3 \cdot 37,2 + 85,7y = 100 \cdot 32$ . Решая эти уравнения, находим  $x = 45,5\%$ ,  $y = 31,7\%$  и заносим эти данные в графу 2. Графу 3 табл. 31 заполняем обычным способом:  $\gamma_{<1300} = 45,5 \cdot 0,097 = 4,41\%$  и т. д.

Остальные классы рассчитываем аналогично классу 50—100 мм. Составляем табл. 32 (фракционный состав машинных классов). Выход и зольность фракции плотностью менее 1300 кг/м<sup>3</sup> машинного класса 13—100 мм находим путем суммирования фракций плотностью менее 1300 кг/м<sup>3</sup> граф 3, 6, 9 табл. 31:

Таблица 31

Фракционный состав шихты после дробления класса 100 мм (к задаче 56)

Плотность фракции, кг/м <sup>3</sup>	50—100 мм			25—50 мм		
	$\gamma$ , %	$\gamma_{ш}$ , %	$A^d$ , %	$\gamma$ , %	$\gamma_{ш}$ , %	$A^d$ , %
1	2	3	4	5	6	7
< 1300	45,5	4,41	3,3	44,0	4,40	4,0
1300—1400	16,3	1,58	10,4	14,0	1,40	7,8
1400—1500	2,9	0,28	17,5	2,9	0,29	18,2
1500—1600	2,3	0,23	26,7	1,5	0,15	24,6
1600—1800	1,3	0,13	37,2	1,8	0,18	34,9
> 1800	31,7	3,07	85,7	35,8	3,58	81,7
Исходная	100,0	9,7	32,0	100,0	10,0	33,6

Продолжение табл. 31

Плотность фракции, кг/м <sup>3</sup>	13—25 мм			6—13 мм	
	$\gamma$ , %	$\gamma_{ш}$ , %	$A^d$ , %	$\gamma$ , %	$\gamma_{ш}$ , %
1	8	9	10	11	12
< 1300	43,1	8,19	3,5	46,7	8,08
1300—1400	16,5	3,13	9,3	17,5	3,03
1400—1500	4,1	0,78	17,0	4,6	0,69
1500—1600	2,5	0,48	22,4	3,4	0,59
1600—1800	3,8	0,72	36,7	4,4	0,76
> 1800	30,0	5,70	79,1	23,4	4,05
Исходная	100,0	19,0	29,4	100,0	17,3

Плотность фракции, кг/м <sup>3</sup>	6—13 мм	3—6 мм			1—3 мм
	A <sup>d</sup> , %	γ, %	γ <sub>ш</sub> , %	A <sup>d</sup> , %	γ, %
1	13	14	15	16	17
< 1300	3,2	51,9	6,23	2,4	58,8
1300—1400	6,2	14,0	1,68	8,1	14,2
1400—1500	17,0	4,0	0,48	17,6	2,8
1500—1600	23,9	2,0	0,24	27,1	0,8
1600—1800	36,3	3,4	0,41	40,4	3,1
> 1800	78,2	24,7	2,96	76,8	20,3
Исходная	24,1	100,0	12,0	24,0	100,0

Плотность фракции, кг/м <sup>3</sup>	1—3 мм		0,5—1 мм		
	γ <sub>ш</sub> , %	A <sup>d</sup> , %	γ, %	γ <sub>ш</sub> , %	A <sup>d</sup> , %
1	18	19	20	21	22
< 1300	5,47	2,1	38,3	2,99	4,0
1300—1400	1,32	7,4	16,3	1,27	7,4
1400—1500	0,26	18,5	18,6	1,45	15,0
1500—1600	0,07	25,4	2,6	0,20	25,4
1600—1800	0,29	40,1	3,4	0,27	34,8
> 1800	1,89	77,1	20,8	1,62	72,7
Исходная	9,3	19,9	100,0	7,8	22,5

Таблица 32

## Фракционный состав машинных классов (к задаче 56)

Плотность фракции, кг/м <sup>3</sup>	13—100 мм			0,5—13 мм		
	γ, %	γ <sub>ш</sub> , %	A <sup>d</sup> , %	γ, %	γ <sub>ш</sub> , %	A <sup>d</sup> , %
< 1300	43,9	17,00	3,6	49,1	22,7	2,8
1300—1400	15,8	6,11	9,2	15,7	7,30	7,1
1400—1500	3,5	1,35	17,3	6,4	2,98	16,3
1500—1600	2,2	0,86	23,9	2,4	1,10	25,0
1600—1800	2,7	1,03	36,4	3,7	1,73	37,7
> 1800	31,9	12,35	81,5	22,7	10,52	76,7
Исходная	100,0	38,7	31,1	100,0	46,4	22,9

$$\gamma_{<1300} = 4,41 + 4,40 + 8,19 = 17,0\%;$$

$$A^d_{<1300} = (4,41 \cdot 3,3 + 4,40 \cdot 4,0 + 8,19 \cdot 3,5) / 17,0 = 3,6\%$$

и т. д. для других фракций.

Выход фракций к классу определяем обычным способом

$$\gamma_{<1300} = 17,0 / 0,0387 = 43,9\% \text{ и т. д.}$$

Фракционный состав машинного класса 0,5—13 определяем аналогично классу 13—100 мм по данным граф 12, 13, 15, 16, 18, 19, 21 и 22 табл. 31.

## 6. ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ БАЛАНС ПРОДУКТОВ ОБОГАЩЕНИЯ

Основные расчетные формулы для теоретического баланса продуктов обогащения приведены в табл. 33.

Таблица 33

Основные расчетные формулы для теоретического баланса продуктов обогащения

Определяемый показатель	Формулы	№ формулы
Выход промпродукта, %	$\gamma_{\text{пн}} = 100 - \gamma_{\text{к}} - \gamma_{\text{о}}$	45
Зольность, %: промпродукта	$A_{\text{пн}}^d = \frac{100A_{\text{кл}}^d - \gamma_{\text{к}}A_{\text{к}}^d - \gamma_{\text{о}}A_{\text{о}}^d}{\gamma_{\text{пн}}}$	46
отходов	$A_{\text{о}}^d = \frac{100A_{\text{кл}}^d - \gamma_{\text{к}}A_{\text{к}}^d - \gamma_{\text{пн}}A_{\text{пн}}^d}{\gamma_{\text{о}}}$	47

Примечание.  $\gamma_{\text{к}}$ ,  $\gamma_{\text{о}}$  — выход концентрата и отходов, %;  $A_{\text{кл}}^d$ ,  $A_{\text{к}}^d$ ,  $A_{\text{о}}^d$  — зольность класса, концентрата, отходов, %.

**Задача 57.** Составить теоретический баланс продуктов обогащения машинного класса 0,5—13 мм по данным фракционного состава (табл. 34), если плотности разделения  $\delta'_p = 1500 \text{ кг/м}^3$   $\delta''_p = 1800 \text{ кг/м}^3$ .

Таблица 34

Фракционный состав машинного класса 0,5—13 мм (к задаче 57)

Плотность фракции, $\text{кг/м}^3$	$\gamma$ , %	$A^d$ , %	Плотность фракции, $\text{кг/м}^3$	$\gamma$ , %	$A^d$ , %
< 1300	57,3	4,6	1600—1800	1,9	36,5
1300—1400	8,9	9,6	> 1800	26,2	86,3
1400—1500	3,2	16,1	Исходная	100,0	28,0
1500—1600	2,5	29,1			

Решение. 1. Определяем выход и зольность концентрата плотностью  $1500 \text{ кг/м}^3$  (табл. 34):

$$\gamma_{\text{к}} = 57,3 + 8,9 + 3,2 = 69,4\%;$$

$$A_{\text{к}}^d = (57,3 \cdot 4,6 + 8,9 \cdot 9,6 + 3,2 \cdot 16,1) / 69,4 = 5,8\%.$$

2. Определяем выход и зольность промпродукта плотностью  $1500—1800 \text{ кг/м}^3$ :

$$\gamma_{\text{пн}} = 2,5 + 1,9 = 4,4\%;$$

$$A_{\text{пн}}^d = (2,5 \cdot 29,1 + 1,9 \cdot 36,5) / 4,4 = 32,3\%.$$



3. Выход и зольность отходов плотностью  $1800 \text{ кг/м}^3$  находим по табл. 34:  $\gamma_o = 26,2\%$ ;  $A_o^d = 86,3\%$ . Полученные данные заносим в табл. 35.

Таблица 35

Теоретический баланс продуктов обогащения (к задаче 57)

Продукт	$\gamma, \%$	$A^d, \%$	Продукт	$\gamma, \%$	$A^d, \%$
Концентрат	69,4	5,8	Отходы	26,2	86,3
Промпродукт	4,4	32,3	Исходный	100,0	28,0

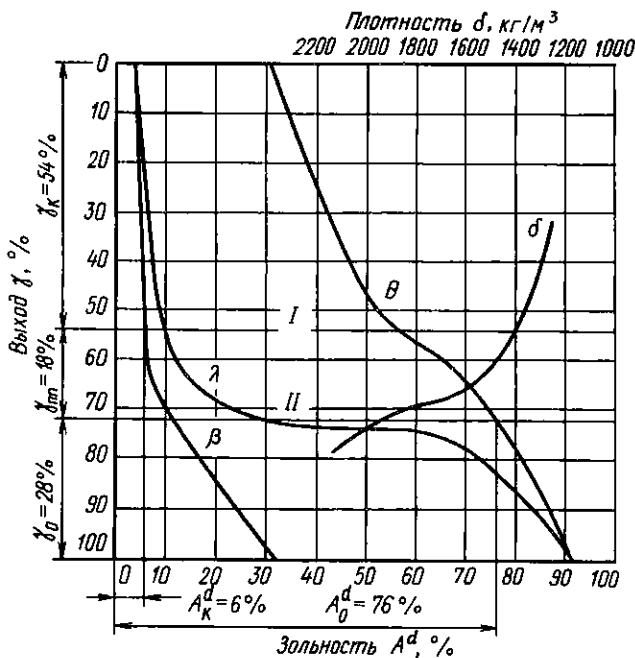
Задача 58. Составить теоретический баланс продуктов обогащения угля класса  $0,5-13 \text{ мм}$  по кривым обогатимости (рис. 13), если заданы зольность концентрата  $A_k^d = 6\%$  и отходов  $A_o^d = 76\%$ . Зольность класса  $0,5-13 \text{ мм}$   $A_{0,5-13}^d = 31,1\%$ .

Решение. 1. По заданной зольности концентрата  $A_k^d = 6\%$  находим по кривым обогатимости (см. рис. 13) его выход  $\gamma_k = 54\%$  (см. задачу 48).

2. По заданной зольности отходов  $A_o^d = 76\%$  находим их выход  $\gamma_o = 28\%$ .

3. Выход и зольность промпродукта определяем по формулам (45) и (46):

$$\gamma_{\text{пп}} = 100 - 54 - 28 = 18\%;$$



13. Кривые обогатимости угля класса  $0,5-13 \text{ мм}$  (к задаче 58)

$$A_{\text{пр}}^d = (100 \cdot 31,1 - 54 \cdot 6 - 28 \cdot 76) / 18 = 36,6\%$$

Полученные данные заносим в табл. 36.

Таблица 36

Теоретический баланс угля класса 0,5—13 мм (к задаче 58)

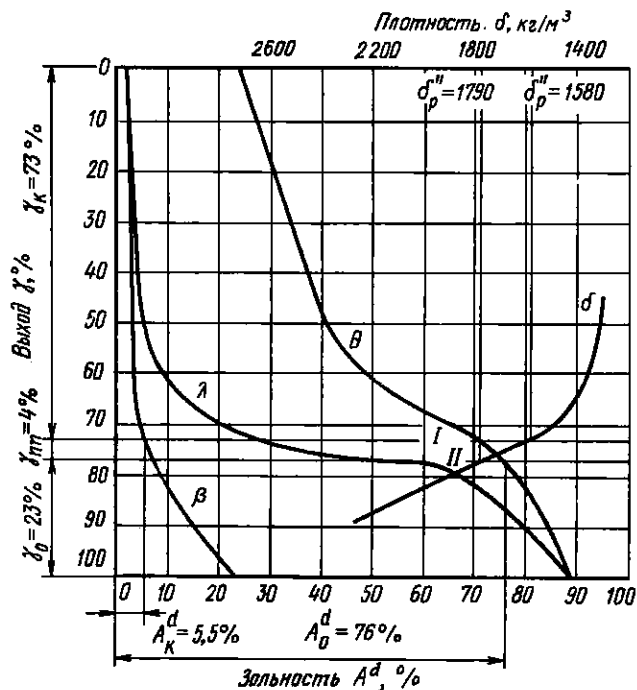
Продукт	$\gamma$ , %	$A^d$ , %	Продукт	$\gamma$ , %	$A^d$ , %
Концентрат	54,0	6,0	Отходы	28,0	76,0
Промпродукт	18,0	36,6	Исходный	100,0	31,0

**Задача 59.** Составить теоретический баланс продуктов обогащения антрацита класса 13—100 мм с зольностью  $A_{\text{ис}}^d = 25,2\%$  по кривым обогатимости (рис. 14), если зольность концентрата  $A_K^d = 6,5\%$ .

**Решение. 1.** По заданной зольности концентрата  $A_K^d = 6,5\%$  находим по кривым обогатимости (см. рис. 14) его выход  $\gamma_K = 74\%$ .

**2.** Выход отходов  $\gamma_0 = 100 - \gamma_K = 100 - 74 = 26\%$ .

**3.** Зольность отходов находим по кривым обогатимости (точка пересечения разделительной линии I с кривой  $\theta$ )  $A_0^d = 78,4\%$  и проверяем по формуле (47):  $A_0^d = (100 \cdot 25,2 - 74 \cdot 6,5) / 26 = 78,4\%$ . Полученные данные заносим в табл. 37.



14. Кривые обогатимости антрацита класса 13—100 мм (к задаче 59)

Теоретический баланс антрацита класса 13—100 мм  
(к задаче 59)

Продукт	$\gamma$ , %	$A^d$ , %
Концентрат	74	6,5
Отходы	26	78,4
Исходный	100	25,2

## 7. ЭФФЕКТИВНОСТЬ ГРАВИТАЦИОННОГО ОБОГАЩЕНИЯ

Основные формулы для расчета показателей процесса гравитационного обогащения приведены в табл. 38; данные по эффективности грохочения — в прил. 6.

Таблица 38

Основные формулы для расчета процесса грохочения

Определяемый показатель	Формула	№ формулы
Среднее вероятное отклонение, г/см <sup>2</sup>	$E_p = (\delta_{75} - \delta_{25})/2$	(48)
Коэффициент погрешности разделения	$I = E_p / (\delta_p - 1900)$	(49)
Отклонение средней плотности фракции угля $\delta_{cp}$ от плотности разделения $\delta_p$ для обогатительных машин:		
с тяжелой средой	$x = \pm \frac{\delta_p - \delta_{cp}}{E_p} 0,675$	(50)
с водной средой	$x = \pm \lg \frac{\delta_p - 1000}{\delta_{cp} - 1000} \times$ $\times \left[ \frac{0,675}{\lg(I + \sqrt{I^2 + 1})} \right]$	(51)
с воздушной средой	$x = \pm \lg \frac{\delta_p}{\delta_{cp}} \left[ \frac{0,675^*}{\lg(I + \sqrt{I^2 + 1})} \right]$	(52)
Извлечение данной фракции, %	Знак «+» берут при определении извлечения фракций в концентрат, «-» в отходы $\varepsilon = 100 F(x)$	(53)

Примечания. 1.  $\delta_{75}$ ,  $\delta_{25}$  — плотность при извлечении 75 и 25%, кг/м<sup>3</sup>;  $\delta_p$  — граничная плотность разделения, кг/м<sup>3</sup>. 2. По величине отклонения  $x$  по прил. 3 находят  $F(x)$  и извлечение данной фракции.

**Задача 60.** Определить общую эффективность обогащения угля на два продукта, если зольность исходного угля  $A_{исх}^d = 29,3\%$ , а выход и зольность концентрата  $\gamma_k = 70,5\%$ ;  $A_k^d = 8\%$ .

**Задача 61.** Определить общую эффективность обогащения угля на два продукта, если зольность исходного угля 32%, выход

и зольность концентрата  $\gamma_{\kappa} = 75,2\%$ ,  $A_{\kappa}^d = 9,5\%$ , выход и зольность отходов  $\gamma_o = 24,8\%$ ,  $A_o^d = 81\%$ .

**Задача 62.** По результатам фракционного анализа исходного питания и отходов (табл. 39) построить кривую разделения Тромпа и определить параметры кривой  $T_o$ :  $\delta_p$ ;  $E_p$ ;  $I$ . Выход отходов к исходному питанию  $\gamma_o = 27,4\%$ .

Таблица 39

**Результаты фракционного анализа (к задаче 62)**

Плотность фракции, кг/м <sup>3</sup>	$\delta_{cp}$ , кг/м <sup>3</sup>	Выход, %		Извлечение $\epsilon_o$ , %
		исходное питание $\gamma$	отходы $\gamma_1$	
1200—1300	1,25	52,4	—	—
1300—1400	1,35	13,0	0,01	0,02
1400—1500	1,45	3,0	0,15	1,37
1500—1600	1,55	2,3	0,62	7,40
1600—1800	1,70	1,5	1,82	33,20
1800—2600	2,20	27,8	97,40	96,00
Исходная	—	100,0	100,0	—

**Решение.** 1. Определяем среднюю плотность фракций

$$\delta_{cp} = (1200 + 1300) / 2 = 1250,0 \text{ кг/м}^3$$

и т. д.

2. Определяем извлечение фракции плотностью 1300—1400 кг/м<sup>3</sup> в отходы по формуле (2):

$$\epsilon_o = \gamma_1 \gamma_o / \gamma = 0,01 \cdot 27,4 / 13,0 = 0,02\%$$

где  $\gamma_1$  и  $\gamma$  — соответственно содержание компонента в продукте и исходном питании;

и т. д. для других фракций.

3. Строим кривую отходов в координатах средняя плотность  $\delta_{cp}$  и извлечение  $\epsilon_o$  по данным табл. 39. На оси абсцисс (рис. 15) откладываем в масштабе среднюю плотность фракций: 1250; 1350; 1450; 1550; 1700 и 2200 кг/м<sup>3</sup>, а на оси ординат — извлечение фракций: 0; 0,02; 1,37; 7,4; 33,2 и 96,0%. Полученные точки соединяем плавной кривой  $T_o$ .

4. Проводим линию при  $\epsilon_o = 50\%$  параллельно оси абсцисс до пересечения с кривой  $T_o$  и определяем плотность разделения  $\delta_p = 1,78 \text{ г/см}^3$ .

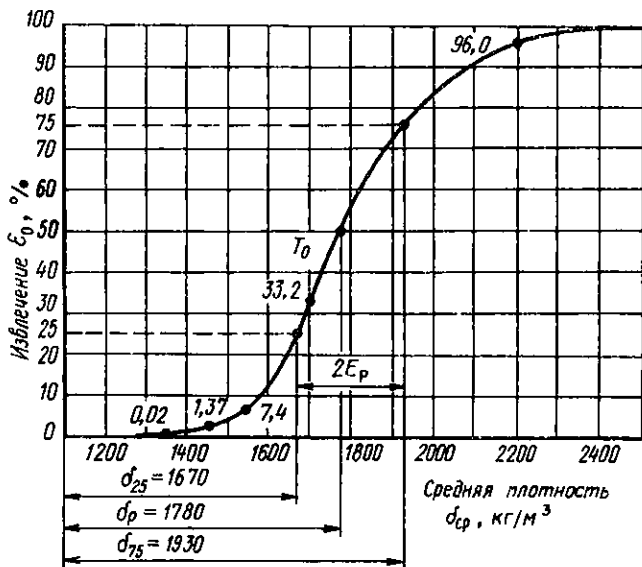
5. Проводим линии при  $\epsilon_o = 75\%$  и  $\epsilon_o = 25\%$ , параллельные оси абсцисс, и определяем  $\delta_{75} = 1930 \text{ кг/м}^3$  и  $\delta_{25} = 1670 \text{ кг/м}^3$ .

Среднее вероятное отклонение рассчитываем по формуле (48):

$$E_p = (1930 - 1670) / 2 = 130 \text{ кг/м}^3.$$

6. По формуле (49) определяем погрешность разделения:

$$I = 130 / (1780 - 1900) = 0,17.$$



#### 15. Кривая разделения Тромпа (к задаче 62)

**Задача 63.** Определить извлечение фракции плотностью 1500—1600 кг/м<sup>3</sup> в концентрат и отходы при обогащении в тяжелой среде, если плотность разделения  $\delta_p = 1800$  кг/м<sup>3</sup> и среднее вероятное отклонение  $E_p = 0,05$ .

**Задача 64.** Определить извлечение фракции плотностью 1,4—1,5 г/см<sup>3</sup> в концентрат и отходы при обогащении в водной среде, если плотности разделения  $\delta'_p = 1580$  кг/м<sup>3</sup> и  $\delta''_p = 1790$  кг/м<sup>3</sup>; погрешность разделения  $I = 0,17$ .

## 8. БОГАЩЕНИЕ УГЛЕЙ В ТЯЖЕЛЫХ СРЕДАХ

Основные формулы для расчета параметров процесса обогащения в тяжелых средах приведены в табл. 40.

Таблица 40

Основные формулы для расчета обогащения в тяжелых средах

Определяемый показатель	Формулы	№ формулы
Сила тяжести частицы в среде, Н	$G = V(\delta - \Delta)g$ ; $V = m/\delta$	(54)
Объемная концентрация утяжелителя в суспензии, доли ед.	$C = (\rho - 1) / (\delta - 1000)$	(55)
Масса (кг) утяжелителя и объем воды (м <sup>3</sup> ) в суспензии	$M = W_c C \delta$ ; $W = W_c (1 - C)$	(56)

Определяемый показатель	Формулы	№ формулы
Вязкость суспензии, Па·с	$\mu_c = \mu [1 + 1,84C + (3,3C)^9]$	(57)
Производительность колесного сепаратора, т/ч	$Q = qB$	(58)
Число сепараторов	$i = kQ_1 / (qB)$	(59)
Среднее вероятное отклонение работы: сепараторов СКВ для класса, мм:		
25—300	$E_p = 0,01\delta_p + 0,02$	(60)
13—150	$E_p = 0,015\delta_p + 0,02$	(61)
6—100	$E_p = 0,025\delta_p + 0,005$	(62)
гидроциклонных установок:		
двухпродуктовых	$E_p = 0,03\delta_p + 0,015$	(63)
трехпродуктовых		
I стадии	$E_p = 0,04\delta_p - 0,01$	(64)
II стадии	$E_p = 0,045\delta_p - 0,015$	(65)

Примечание.  $V$ —объем частицы, м<sup>3</sup>;  $m$ —масса частицы, кг;  $\rho$ ,  $\delta$ —плотность частицы (утяжелителя, угля, породы и др.) и среды (суспензии), кг/м<sup>3</sup>;  $\Delta$ —плотность жидкости, кг/м<sup>3</sup> ( $\Delta_{\text{воды}} = 1000 \text{ кг/м}^3$ );  $g = 9,81 \text{ м/с}^2$ ;  $k = 1,15 \div 1,25$ —коэффициент неравномерности загрузки;  $W_c$ —объем суспензии, м<sup>3</sup>;  $\mu$ —динамический коэффициент вязкости воды ( $\mu = 0,01$ ) Па·с;  $q$ —удельная производительность на 1 м ширины ванны сепаратора, т/(ч·м);  $B$ —ширина ванны сепаратора, м;  $Q_1$ —расход материала, поступающего в сепаратор, т/ч;  $\delta_p$ —плотность разделения, г/см<sup>3</sup>.

**Задача 65.** Определить, под действием каких сил и в каком направлении произойдет перемещение частицы угля и породы одинаковой массы  $m = 100 \text{ г}$  в тяжелой среде плотностью  $\delta = 1500 \text{ кг/м}^3$ , если плотность угля  $\rho_{\text{уг}} = 1300 \text{ кг/м}^3$  и породы  $\rho_{\text{п}} = 2200 \text{ кг/м}^3$ .

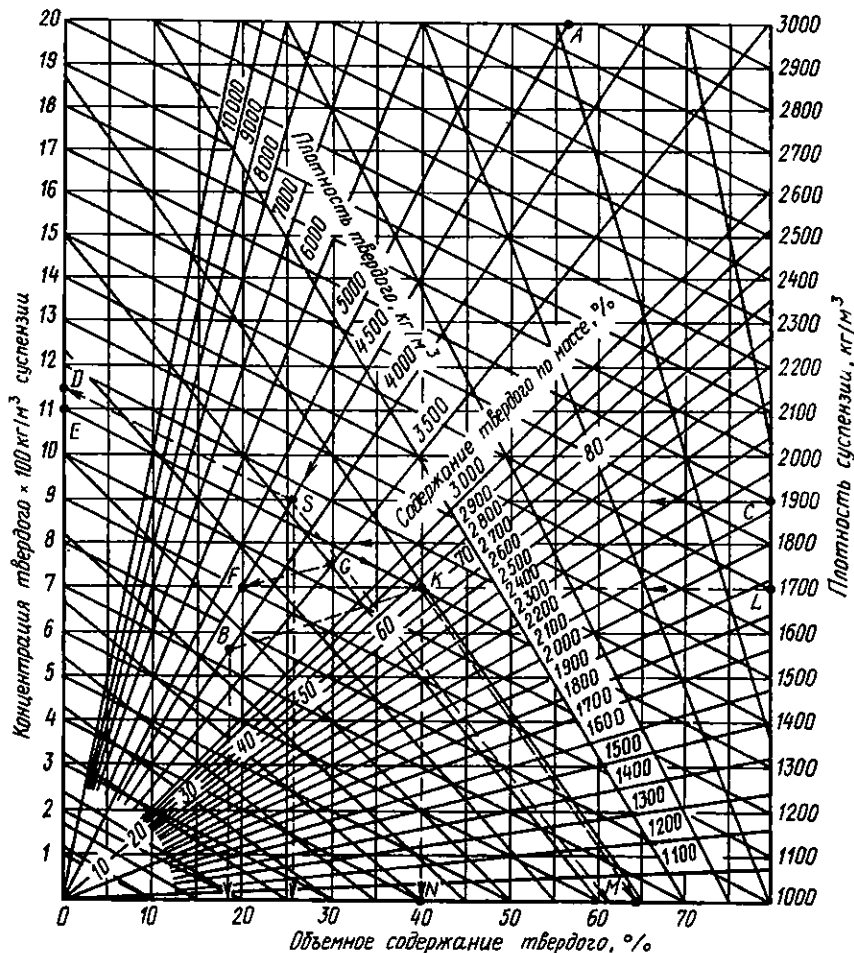
**Задача 66.** Определить объемную концентрацию утяжелителя в суспензии плотностью  $\delta_1 = 1500 \text{ кг/м}^3$  и  $\delta_2 = 1800 \text{ кг/м}^3$ , если плотность утяжелителя  $\rho_y = 4600 \text{ кг/м}^3$ .

**Задача 67.** Определить объемное и массовое содержание твердого в суспензии, а также содержание твердого в граммах на 1 л при известных: плотности суспензии  $\delta = 1900 \text{ кг/м}^3$ , утяжелителя  $\rho_y = 4500 \text{ кг/м}^3$ , используя диаграмму Майера—Делла (рис. 16).

**Решение.** 1. Из точки  $C$ , соответствующей  $\delta = 1900 \text{ кг/м}^3$ , проводим параллельную оси абсцисс линию до пересечения в точке  $S$  с лучом  $OA$ , соответствующим  $\rho_y = 4500 \text{ кг/м}^3$ . Опускаем из точки  $S$  перпендикуляр, точка пересечения которого с осью абсцисс определяет объемное содержание твердого  $V_T = 26\%$ .

2. Проводим из точки  $S$  луч  $SD$ , параллельный косым линиям, точка пересечения которого с осью ординат указывает массовое содержание твердого в суспензии  $T = 1150 \text{ кг/м}^3$  (1150 г/л).

3. Из точки  $S$  проводим луч вправо вниз между сходящимися линиями массового содержания твердого, точка пересечения которого со шкалой содержания твердого по массе определяет искомую величину  $P = 60,5\%$ .



16. Диаграмма Майера—Делла для определения параметров суспензии (к задаче 67)

**Задача 68.** Определить среднюю плотность твердой фазы суспензии, состоящей из магнетита плотностью  $\rho_y = 4500 \text{ кг/м}^3$  и шлама плотностью  $\rho_{ш} = 1500 \text{ кг/м}^3$ , их объемное содержание  $V_y = 20\%$ ;  $V_{ш} = 10\%$ , используя диаграмму Майера—Делла (см. рис. 16).

**Решение.** 1. Из точки на оси абсцисс, соответствующей  $V_y = 20\%$ , восстанавливаем перпендикуляр до пересечения с линией  $\rho_y = 4500 \text{ кг/м}^3$  в точке F.

2. Из точки на оси абсцисс, соответствующей суммарной объемной концентрации твердой фазы  $V_1 = V_y + V_{ш} = 20 + 10 = 30\%$  восстанавливаем перпендикуляр.

3. Через точку  $F$  проводим линию, параллельную линии плотности  $\rho_m = 1500 \text{ кг/м}^3$ , которая, пересекаясь в точке  $G$  с перпендикуляром, восстановленным из точки  $V_T = 30\%$ , определяет среднюю плотность твердой фазы  $\rho_{cp} = 3500 \text{ кг/м}^3$ .

**Задача 69.** Определить объемное содержание утяжелителя и шлама для суспензии, имеющей характеристику: плотность суспензии  $\delta = 1700 \text{ кг/м}^3$ ; массовое содержание твердого в суспензии  $T = 1100 \text{ кг/м}^3$ ; плотность утяжелителя  $\rho_y = 4000 \text{ кг/м}^3$ ; плотность шлама  $\rho_m = 1700 \text{ кг/м}^3$ . Использовать диаграмму Майера—Делла (см. рис. 16).

**Решение.** 1. На диаграмму наносим линии из точек  $L$  и  $E$ , на пересечении которых находим точку  $K$ . Проводим луч  $KM$  и опускаем перпендикуляр  $KN$ . Находим по соответствующим шкалам массовое содержание твердого  $P = 64,5\%$  и объемное содержание твердого  $V_T = 40\%$ .

2. Проводим из точки  $K$  линию, параллельную лучу плотности  $\delta = 1700 \text{ кг/м}^3$ , пересечение которой с лучом  $\rho_y = 4000 \text{ кг/м}^3$  в точке  $B$  соответствует абсциссе  $V_y = 18\%$ .

3. Объемное содержание шлама определяется по разности  $40 - 18 = 22\%$ .

**Задача 70.** Определить расход магнетита и воды для приготовления суспензии объемом  $V_c = 500 \text{ м}^3$ , если плотность суспензии  $\delta = 1500 \text{ кг/м}^3$  и магнетита  $\rho_y = 4600 \text{ кг/м}^3$ .

**Задача 71.** Определить вязкость суспензии плотностью  $\delta = 1800 \text{ кг/м}^3$ , если плотность магнетита  $\rho_y = 4600 \text{ кг/м}^3$ .

**Задача 72.** Рассчитать число сепараторов СКВ-32 для обогащения угля класса 13—100 мм при расходе  $Q = 200 \text{ т/ч}$ , если содержание всплывшего продукта в исходном питании 80%.

**Задача 73.** Определить среднее вероятное отклонение при обогащении угля класса 13—100 мм в сепараторе типа СКВ, если плотность разделения  $\delta_p = 1900 \text{ кг/м}^3$ .

**Задача 74.** Определить среднее вероятное отклонение при обогащении угля класса 0,5—13 мм в гидроциклоне-сепараторе ГТ, если плотность разделения в первой ступени  $\delta'_p = 1500 \text{ кг/м}^3$  и во второй  $\delta''_p = 1800 \text{ кг/м}^3$ .

**Задача 75.** Рассчитать массу магнетита, а также объем магнетита и воды для приготовления суспензии объемом  $V_c = 10 \text{ м}^3$  плотностью  $\delta_c = 1800 \text{ кг/м}^3$  при плотности магнетита  $\rho_m = 4500 \text{ кг/м}^3$ .

**Решение.** 1. Определяем массу магнетита

$$P_m = 10 \cdot 4500 (1800 - 1000) / (4500 - 1000) = 10 285,7 \text{ кг},$$

где 1000 — плотность воды,  $\text{кг/м}^3$ .

2. Определяем объем магнетита

$$V_m = 10 286,7 / 4500 = 2,29 \text{ м}^3.$$

3. Определяем объем воды

$$V_{ж} = 10,0 - 2,29 = 7,71 \text{ м}^3.$$



**Задача 76.** Определить массовую и объемную концентрацию магнетита в суспензии для условий, данных в задаче 75.

**Решение.** 1. Массовая концентрация магнетита

$$C = 100 \cdot 10285,7 / (100 \cdot 1800) = 57,1\%.$$

2. Объемная концентрация магнетита

$$M_m = 100 \cdot 2,29 / 10 = 22,9\%.$$

**Задача 77.** Определить параметры суспензии, взятой из потока, состоящей из смеси магнетита плотностью  $\rho_m = 4500 \text{ кг/м}^3$  и шлама плотностью  $\rho_{ш} = 1500 \text{ кг/м}^3$ , если 1 л суспензии имеет массу  $P_c = 1,8 \text{ кг}$ , массу твердого осадка  $P_T = 1,1 \text{ кг}$ .

**Решение.** Расчет целесообразно вести на  $1 \text{ м}^3$ . 1. Плотность твердого осадка

$$\delta_T = 1000 \cdot 1100 / [1100 - (1800 - 100)] = 3667 \text{ кг/м}^3.$$

2. Объем жидкой фазы

$$V_{ж} = (1800 - 1100) / 100 = 0,7 \text{ м}^3.$$

3. Объем твердой фазы

$$V_T = 1 - 0,7 = 0,3 \text{ м}^3.$$

4. Массовое содержание шлама

$$P_{ш} = [1100 \cdot 1500(4500 - 3667)] / [3667(4500 - 1500)] = 124,9 \text{ кг}.$$

5. Массовое содержание магнетита

$$P_m = 1100 - 124,9 = 975,1 \text{ кг}.$$

6. Массовая концентрация твердой фазы, магнетита и шлама:

$$C_T = 100 \cdot 1100 / 1800 = 61,1\%;$$

$$C_m = 100 \cdot 975,1 / 1800 = 54,17\%;$$

$$C_{ш} = 100 \cdot 124,9 / 1800 = 6,93\%.$$

7. Объемная концентрация магнетита, шлама и твердой фазы:

$$M_m = 100 \cdot 975,1 / (7500 \cdot 1) = 21,7\%;$$

$$M_{ш} = 100 \cdot 124,9 / (1500 \cdot 1) = 8,3\%;$$

$$M_T = 21,7 + 8,3 = 30\%.$$

8. Отношение массовых компонентов твердого к жидкому:

$$R = T : Ж = \frac{3667(1800 - 1000)}{1000(3667 - 1800)} = 1,57; \quad T : Ж = 1,57 : 1;$$

$$1/R = Ж : T = 1/1,57 = 0,64; \quad Ж : T = 0,64 : 1.$$

## 9. СВОБОДНОЕ ПАДЕНИЕ ТВЕРДЫХ ТЕЛ В ВОДЕ

Основные формулы для расчета процесса свободного падения твердых тел в воде приведены в табл. 41.

Таблица 41

Основные формулы для расчета процесса свободного падения твердых тел в воде

Определяемый показатель	Формулы	№ формулы
Конечная скорость свободного падения частиц неправильной формы в воде, м/с: для частиц $d > 2,5$ мм	$v_0 = 4,43 K_p \sqrt{d_s (\delta - \Delta) / \Delta}$	(66)
	$K_p = \sqrt{1,56 f / (8,95 - 7,39 f)}$	
для частиц $d = 0,1 \div 2,5$ мм	$v_0 = 120 K_s d_s \sqrt[3]{\left(\frac{\delta - \Delta}{\Delta}\right)^2}$	(67)
для частиц $d < 0,1$ мм	$v_0 = \frac{0,545 K_c d_s^2 (\delta - \Delta)}{\mu}$	(68)
для частиц любой формы	$v_0 = K \mu \text{Re} / (d, \Delta);$ $\text{Re}^2 \psi = 5134 \cdot 10^6 d_s^2 (\delta - \Delta)$	(69)

Примечание.  $K_p$  — коэффициент, учитывающий форму частиц (прил. 4);  $d_s$  — эквивалентный диаметр;  $K_s = f$ ;  $K_c = \sqrt{f}$ ;  $f$  — коэффициент формы частицы, равный: для угля  $f = 0,55 \div 0,75$ ; для породы  $f = 0,45 \div 0,5$  (прил. 4);  $\text{Re}$  — число Рейнольдса;  $\psi$  — безразмерный коэффициент сопротивления;  $\delta, \Delta$  — плотность соответственно частицы и воды,  $\text{кг/м}^3$ ; для  $\text{Re} > 1000$   $K = K_p$ ; для  $\text{Re} = 1 \div 1000$   $K = K_s$ ; для  $\text{Re} < 1$   $K = K_c$ .

**Задача 78.** Частица угля неправильной формы диаметром  $d = 13$  мм и плотностью  $\delta = 1340$   $\text{кг/м}^3$  падает в воде. Определить конечную скорость свободного падения частицы, если ее коэффициент формы  $f = 0,65$ .

**Задача 79.** Частица породы неправильной формы диаметром  $d = 5$  мм и плотностью  $\delta = 2100$   $\text{кг/м}^3$  падает в воде. Определить конечную скорость свободного падения частицы, если ее коэффициент формы  $f = 0,45$ .

**Задача 80.** Частица угля неправильной формы  $d = 0,5$  мм и плотностью  $\delta = 1500$   $\text{кг/м}^3$  падает в воде. Определить конечную скорость свободного падения частицы, если ее коэффициент формы  $f = 0,55$ .

**Задача 81.** Частица угля неправильной формы диаметром  $d = 0,2$  мм и плотностью  $\delta = 1400$   $\text{кг/м}^3$  падает в воде. Определить конечную скорость свободного падения частицы, если ее коэффициент формы  $f = 0,6$ .

**Задача 82.** Частица угля неправильной формы диаметром  $d = 0,01$  мм и плотностью  $\delta = 1450$   $\text{кг/м}^3$  падает в воде. Определить конечную скорость свободного падения частицы, если ее коэффициент формы  $f = 0,6$ .

**Задача 83.** Частица породы неправильной формы диаметром  $d=0,02$  мм и плотностью  $\delta=2300$  кг/м<sup>3</sup> падает в воде. Определить конечную скорость свободного падения частицы, если ее коэффициент формы  $f=0,5$ .

**Задача 84.** Определить конечную скорость свободного падения в воде частицы угля неправильной формы по числу Рейнольдса, если ее диаметр  $d=10$  мм, плотность  $\delta=1350$  кг/м<sup>3</sup> и коэффициент формы  $f=0,6$ .

## 10. СТЕСНЕННОЕ ПАДЕНИЕ ТЕЛ

Основные формулы для расчета показателей процесса стесненного падения тел в воде приведены в табл. 42.

Таблица 42

Основные формулы для расчета показателей стесненного падения тел

Определяемый показатель	Формулы	№ формулы
Коэффициент разрыхления взвешенного слоя в воде	$\epsilon = n\delta_{cp} / (\Delta + n\delta_{cp})$	(70)
Среднединамическая плотность частицы материала, кг/м <sup>3</sup>	$\delta_{cp} = \frac{\gamma_1 \delta_1 + \gamma_2 \delta_2 + \dots + \gamma_n \delta_n}{\gamma_1 + \gamma_2 + \dots + \gamma_n}$	(71)
Коэффициент пористости сыпучего материала	$\epsilon_0 = 1 - \delta_0 / \delta_{cp}$	(72)
Скорость стесненного падения во взвешенном слое, м/с: крупных частиц	$v_{ct} = \epsilon^2 v_0$	(73)
мелких частиц	$v_{ct} = \epsilon^3 v_0$	(74)
Потеря давления при движении потока воды через пористый слой, Па	$p = (1 - \epsilon)(\delta_{cp} - \Delta)gh$	(75)
Минимальная скорость потока воды для разрыхления слоя, м/с	$w_{min} = \epsilon^2 v_0$	(76)

Примечание.  $n$ —концентрация твердых частиц в слое (отношение жидкого к твердому Ж:Т);  $\Delta$ —плотность воды, кг/м<sup>3</sup>;  $\gamma_1, \gamma_2, \dots, \gamma_n$ —выход фракций, %;  $\delta_1, \delta_2, \dots, \delta_n$ —средняя арифметическая плотность фракций, кг/м<sup>3</sup>;  $\delta_0$ —насыпная плотность материала, кг/м<sup>3</sup>;  $v_0$ —конечная скорость свободного падения частицы в воде, м/с;  $h$ —толщина слоя, м.

**Задача 85.** Определить скорость стесненного падения в воде частицы угля диаметром  $d=10$  мм и плотностью  $\delta=1400$  кг/м<sup>3</sup>, если коэффициент разрыхления слоя  $\epsilon=0,7$ , коэффициент формы частицы  $f=0,7$ .

**Задача 86.** Определить скорость стесненного падения в воде частицы диаметром  $d=0,05$  мм и плотностью  $\delta=1500$  кг/м<sup>3</sup>, если коэффициент разрыхления слоя  $\epsilon=0,8$ , коэффициент формы частицы  $f=0,65$ .

**Задача 87.** Определить коэффициент разрыхления взвешенного слоя угля, если концентрация твердых частиц в слое  $n=1$ . Результаты фракционного анализа угля приведены в табл. 43.

## Результаты фракционного анализа угли (к задаче 87)

Плотность фракции, г/см <sup>3</sup>	$\delta_{\text{ср}}$ , г/см <sup>3</sup>	$\gamma_1$ , %	Плотность фракции, г/см <sup>3</sup>	$\delta_{\text{ср}}$ , г/см <sup>3</sup>	$\gamma_1$ , %
1200—1300	1,25	44,7	1600—1800	1,70	1,3
1300—1400	1,35	16,3	1800—2600	2,20	32,5
1400—1500	1,45	2,9	Исходная	—	100,0
1500—1600	1,55	2,3			

**Задача 88.** Определить минимальную скорость потока воды для разрыхления неподвижного слоя, если конечная скорость свободного падения средней частицы слоя  $v_0 = 0,25$  м/с; коэффициент пористости слоя  $\varepsilon_0 = 0,5$ .

**Задача 89.** Определить потерю напора при движении воды через пористый слой толщиной  $h = 500$  мм, если коэффициент разрыхления слоя  $\varepsilon = 0,65$  и плотность частицы  $\delta_{\text{ср}} = 1580$  кг/м<sup>3</sup>.

## 11. ГИДРАВЛИЧЕСКАЯ КЛАССИФИКАЦИЯ

Основные формулы для расчета показателей гидравлической классификации приведены в табл. 44.

Таблица 44

## Основные формулы для расчета показателей гидравлической классификации

Определяемый показатель	Формулы	№ формулы
Скорость вертикального потока воды в гидравлическом классификаторе, м/с	$u_B = \varepsilon_0^3 v_{0r}$	(77)
Скорость движения частиц в вертикальном потоке воды, м/с	$v = \varepsilon_0^3 v_0 - u_B$	(78)
Эффективность процесса гидравлической классификации, %	$\eta = \frac{100(\beta - \alpha)(\alpha - \theta)}{\alpha(100 - \alpha)(\beta - \theta)} 100$	(79)
Число багер-зумпфов	$i = kW / (q_1 F_1)$	(80)
Число отстойных классификаторов:		
по пульле	$i_1 = kW / W_1$	(81)
по твердому	$i_2 = kQ / Q_1$	(82)
Производительность гидроциклона, м <sup>3</sup> /ч	$W_1 = 30 d_n d_c \sqrt{p}$	(83)
Размер частицы граничной крупности при классификации в гидроциклоне, м	$d_r = \frac{0,005 d_c \sqrt{DT}}{d_n^4 \sqrt{p} \sqrt{\delta - \Delta}}$ $T = 100 / (n - 1)$	(84)

Примечание.  $\varepsilon_0$  — коэффициент пористости;  $v_{0r}$  — конечная скорость свободного падения частицы граничной крупности  $d_r$ , м/с;  $v_0$  — конечная скорость свободного падения, м/с;  $\alpha$ ;  $\beta$ ;  $\theta$  — содержание частиц крупностью менее размера граничной крупности  $d_r$  соответственно в исходном питании, сливе и осадке, %;  $W$  — расход пульпы, поступающей на гидравлическую классификацию, м<sup>3</sup>/ч;  $q_1$  — удельная производительность, равная  $20 \div 25$  м<sup>3</sup>/(ч · м<sup>2</sup>);  $F_1 = L^2$  — площадь зеркала одного багер-зумпфа, м<sup>2</sup>;  $L = 6$  м

(шаг колонн);  $W$ ,  $Q$ —расход пульпы и твердого, поступающих на классификацию,  $\text{м}^3/\text{ч}$  и  $\text{т}/\text{ч}$ ;  $W_1$ ,  $Q_1$ —производительность одного классификатора по пульпе и твердому,  $\text{м}^3/\text{ч}$  и  $\text{т}/\text{ч}$ ;  $d_n$ ,  $d_c$ —диаметры питающего патрубка и сливного насадка,  $\text{м}$ ;  $D$ —диаметр гидроциклона,  $\text{м}$ ;  $p$ —давление пульпы на входе в гидроциклон,  $\text{Па}$ ;  $\delta$ ;  $\Delta$ —плотность частицы и воды,  $\text{кг}/\text{м}^3$ ;  $k$ —коэффициент неравномерности.

**Задача 90.** Определить скорость вертикального потока воды в гидравлическом классификаторе, если граничная крупность классификации  $d_r = 0,5 \text{ мм}$  и плотность частицы  $\delta = 1400 \text{ кг}/\text{м}^3$ , концентрация твердого в пульпе  $n = 4$ , коэффициент формы частицы  $f = 0,5$ .

**Задача 91.** Определить эффективность гидравлической классификации на классы более  $0,5$  и менее  $0,5 \text{ мм}$ , если содержание класса  $< 0,5 \text{ мм}$  в исходном питании  $\alpha = 32\%$ , в сливе  $\beta = 90\%$  и осадке  $\theta = 8\%$ .

**Задача 92.** Рассчитать число багер-зумпфов для классификации и обезвоживания мелкого концентрата при его расходе  $Q = 160 \text{ т}/\text{ч}$  с водой при ее расходе  $W_n = 600 \text{ м}^3/\text{ч}$ , если плотность концентрата  $\delta = 1500 \text{ кг}/\text{м}^3$ , шаг колонн здания  $L = 6 \text{ м}$ .

**Решение.** 1. Определяем расход пульпы, поступающей в багер-зумпфы:

$$W = \frac{Q}{\delta} + W_n = \frac{16000}{1500} + 600 = 707 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

2. Определяем число багер-зумпфов по формуле (80):

$$i = 1,15 \cdot 707 / (25 \cdot 6^2) = 0,9.$$

**Задача 93.** Рассчитать число отстойных классификаторов КО-2 для классификации и обезвоживания мелкого концентрата при его расходе  $Q = 120 \text{ т}/\text{ч}$  с водой  $W_n = 400 \text{ м}^3/\text{ч}$ , если плотность концентрата  $\delta = 1500 \text{ кг}/\text{м}^3$ .

**Задача 94.** Рассчитать число гидроциклонов ГЦ-1000 для классификации шлама на классы более  $0,5 \text{ м}$  и менее  $0,5 \text{ мм}$  при его расходе  $W = 1000 \text{ м}^3/\text{ч}$ , если диаметр питающего патрубка  $d_n = 250 \text{ мм}$ , диаметр сливного насадка  $d_c = 250 \text{ мм}$ , давление пульпы на входе  $p = 100 \text{ кПа}$ .

**Задача 95.** Определить эффективность классификации шлама в пирамидальном классификаторе по результатам опробования, приведенным в табл. 45.

**Решение.** 1. Определяем выходы продуктов

$$\gamma_{\text{сн}} = 100(418 - 320) / (418 - 300) = 83\%;$$

$$\gamma_{\text{сг}} = 100(320 - 300) / (418 - 300) = 17\%.$$

2. Расход на классификатор твердого

$$G = 1800 \cdot 320 \cdot 1000 / 1\,000\,000 = 576 \text{ т}/\text{ч}.$$

3. Расход сгущенного продукта

$$G_{\text{сг}} = 1800 \cdot 17 \cdot 418 \cdot 1000 / 1\,000\,000 = 128 \text{ т}/\text{ч}.$$

4. Содержание твердого в сливе

$$G_{\text{сн}} = 1800 \cdot 83 \cdot 300 \cdot 100 / 1\,000\,000 = 448 \text{ т}/\text{ч}.$$

## Результаты опробования пирамидального классификатора (к задаче 95)

Крупность, мс	Питание		Слив			Сгущенный продукт			Извлечение $\epsilon$ , %
	Выход, %	Зольность, %	Выход, %	Выход к исходному, %	Зольность, %	Выход, %	Выход к исходному, %	Зольность, %	
> 1	1,00	7,0	—	—	—	4,5	1,0	7,0	100,0
0,5—1	15,9	13,0	2,9	2,3	11,8	60,8	13,6	13,2	86,0
0,25—0,5	10,5	14,7	10,0	7,8	12,9	12,2	2,7	19,8	26,0
0,15—0,25	6,9	20,2	7,4	5,8	18,2	5,3	1,2	30,0	17,0
0,08—0,15	20,4	23,4	23,5	18,3	22,3	9,1	2,0	32,7	10,0
< 0,08	45,3	43,2	56,2	43,5	42,8	8,1	1,8	55,3	4,0
—	100,0	29,4	100,0	77,7	32,2	100,0	22,3	19,8	—
Производительность, м <sup>3</sup> /ч	1800		1493			307			
Содержание твердого, г/л	320		300			418			

## 12. ОБОГАЩЕНИЕ УГЛЕЙ ОТСАДКОЙ

Основные формулы для расчета показателей обогащения углей отсадкой приведены в табл 46.

Таблица 46

## Основные формулы для расчета процесса отсадки

Определяемый показатель	Формулы	№ формулы
Скорость восходящего потока воды, м/с:		
минимальная для полного разрыхления постели	$u_0 = \epsilon_0^2 v_{0n}$	(85)
максимальная	$u_{\max} = \epsilon_{\max}^2 v_{0n}$	(86)
Время начала разрыхления постели при синусоидальном цикле отсадки, с	$t_0 = \frac{1}{\omega} \arcsin(\epsilon_0 / \epsilon_{\max})^2$	(87)
Длительность, с:		
одного цикла отсадки	$T = 2\pi / \omega = 60 / n$	(88)
периода разрыхления постели за один цикл отсадки	$t_1 = 0,5T - 2t_0$	(89)
Относительное разрыхление постели	$e = (h - h_0) / h_0$	(90)
Коэффициент разрыхления постели	$\epsilon = (\epsilon_0 - e) / (1 + e)$	(91)
Средняя скорость разрыхления частиц постели за один цикл отсадки, м/с	$v_{cp} = S_1 / T$	(92)

Определяемый показатель	Формулы	№ формулы
Путь, проходимый частицей за один цикл отсадки, м	$S_1 = \frac{\delta - \delta_{cp}}{\delta} g \frac{(0,5T - 2t_0)^2}{2}$	(93)
Амплитуда пульсаций воды при синусоидальном цикле отсадки, м	$A = 30\epsilon_0^2 v_{on} / (\pi n)$	(94)
Число отсадочных машин:		
по исходному питанию	$i = kQ / (q_1 F_1)$	(95)
по отходам	$i = kQ_0 / (q_2 F_1)$	(96)
Удельная производительность отсадочной машины, т/(ч·м <sup>2</sup> )	$q = 3,6k_0(1 - \epsilon_0)\delta_{cp}v_{cp}$	(97)
Время отсадки, с	$t = h / (k_0 v_{cp})$	(98)
Производительность отсадочной машины, т/ч	$Q = 3,6hBv\rho_1\theta$	(99)

Примечание.  $\epsilon_0$  — коэффициент пористости уплотненной постели;  $v_{on}$  — конечная скорость свободного падения частицы породы крупностью  $d_{cp}$  (среднединамическая), м/с;  $\epsilon_{max}$  — коэффициент разрыхления при максимальном разрыхлении постели;  $\omega$  — частота пульсаций воды, с<sup>-1</sup>;  $n$  — число пульсаций воды, мин<sup>-1</sup>;  $h_1, h_0$  — толщина разрыхленной и уплотненной постели, м;  $S_1$  — путь проходимый частицей за один цикл отсадки, м;  $Q$  — расход угля, поступающего на отсадку, т/ч;  $Q_0$  — содержание отходов в исходном питании, т/ч;  $q_1, q_2$  — удельная производительность по исходному питанию и отходам т/(ч·м<sup>2</sup>);  $F_1$  — рабочая площадь сит одной отсадочной машины, м<sup>2</sup>;  $k_0$  — коэффициент, учитывающий скорость разгрузки продуктов обогащения;  $k$  — коэффициент неравномерности загрузки машины (0,15—1,25);  $\delta_{cp}$  — среднединамическая плотность постели, кг/м<sup>3</sup>;  $h$  — толщина постели, м;  $B$  — ширина отсадочной части машины, м;  $v$  — предельная скорость движения частиц в отсадочном отделении, м/с;  $\rho_1$  — плотность частиц, кг/м<sup>3</sup>;  $\theta$  — степень разрыхления слоя материала.

**Задача 96.** Определить минимальную скорость восходящего потока воды в рабочем отделении отсадочной машины для разрыхления постели, если насыпная плотность угля  $\delta_0 = 750$  кг/м<sup>3</sup>; среднединамическая плотность частиц постели  $\delta_{cp} = 1530$  кг/м<sup>3</sup> и частиц породы  $\delta'_{cp} = 2000$  кг/м<sup>3</sup>; коэффициент формы частиц  $f = 0,5$ . Гранулометрический состав исходного питания приведен в табл. 47.

Таблица 47

Гранулометрический состав класса 0,5—13 мм (к задаче 96)

Класс, мм	$\gamma$ , %	$A^d$ , %	$d_{cp}$ , мм
6—13	13,7	26,2	9,5
3—6	26,7	24,2	4,5
1—3	41,0	21,6	2,0
0,5—1	18,6	28,5	0,75
Исходный	100,0	24,2	—

**Решение.** 1. Определяем средний диаметр классов по данным табл. 47:

$$d_1 = (6 + 13) / 2 = 9,5 \text{ мм};$$

$$d_2 = (3 + 6) / 2 = 4,5 \text{ мм}$$

и т. д.

Определяем среднединамический диаметр класса 0,5—13 мм:

$$d_{cp} = \frac{13,7 \cdot 9,5 + 26,7 \cdot 4,5 + 41,0 \cdot 2,0 + 18,6 \cdot 0,75}{100} = 3,5 \text{ мм.}$$

2. Определяем коэффициент пористости по формуле (72):

$$\epsilon_0 = 1 - \frac{750}{1530} = 0,51.$$

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

$$Re^2 \psi = 5134 \cdot 10^6 (3,5 \cdot 10^{-3})^3 (2000 - 1000) = 220 114;$$

$Re = 1100$ ;  $k_p = 0,35$  (поправочный коэффициент на форму частиц);

$$v_{оп} = 0,35 \cdot 10^{-3} \cdot 1100 / (3,5 \cdot 10^{-3} \cdot 10^3) = 0,11 \text{ м/с.}$$

4. Минимальную скорость восходящего потока воды определяем по формуле (85):

$$u_0 = 0,51^2 \cdot 0,11 = 0,029 \text{ м/с.}$$

*Задача 97.* 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  $f = 0,5$ .

*Задача 98.* 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  $\delta_{cp} = 210 \text{ кг/м}^3$ , коэффициент пористости уплотненной постели  $\epsilon_0 = 0,5$ , максимальное относительное разрыхление постели  $e_{max} = 0,12$ , коэффициент формы частиц  $f = 0,5$ .

**Решение.** 1. Определяем максимальный коэффициент разрыхления по формуле (91):

$$\epsilon_{max} = (0,5 + 0,12) / (1 + 0,12) = 0,55.$$

2. Определяем конечную скорость свободного падения частиц породы по числу Рейнольдса (формула 69):

$$Re^2 \psi = 5134 \cdot 10^6 (5 \cdot 10^{-3})^3 (2100 - 1000) = 705 925.$$

$$Re = 2000; k_p = 0,35;$$

$$v_{оп} = 0,35 \cdot 10^{-3} \cdot 2000 / (5 \cdot 10^{-3} \cdot 10^3) = 0,14 \text{ м/с.}$$

3. Максимальную скорость восходящего потока воды определяем по формуле (86):

$$u_{max} = 0,55^2 \cdot 0,14 = 0,043 \text{ м/с.}$$



**Задача 99.** Определить время начала разрыхления постели при синусоидальном цикле отсадки, если коэффициент пористости уплотненной постели  $\epsilon_0 = 0,52$ , максимальное относительное разрыхление постели  $e_{\max} = 0,12$ , число пульсаций воды  $n = 50 \text{ мин}^{-1}$ .

**Решение.** 1. Определяем максимальный коэффициент разрыхления постели по формуле (91):

$$\epsilon_{\max} = (0,52 + 0,12) / (1 + 0,12) = 0,57.$$

2. Определяем частоту пульсаций воды:

$$\omega = \pi n / 30 = 3,14 \cdot 50 / 30 = 5,23 \text{ с}^{-1}.$$

3. Время начала разрыхления определяем по формуле (87):

$$t_0 = \frac{1}{5,23} \arcsin \left( \frac{0,52}{0,57} \right)^2,$$

откуда

$$\sin 5,23 t_0 = \left( \frac{0,52}{0,57} \right)^2 = 0,83 = \sin 56^\circ = \sin 0,975;$$

$$t_0 = 0,975 / 5,23 = 0,19 \text{ с}.$$

**Задача 100.** Определить длительность разрыхления постели за один цикл отсадки, если коэффициент пористости уплотненной постели  $\epsilon_0 = 0,5$ , максимальный коэффициент разрыхления постели  $\epsilon_{\max} = 0,58$ , число пульсаций воды  $n = 45 \text{ мин}^{-1}$ .

**Задача 101.** Определить среднюю скорость расслоения частиц постели, если насыпная плотность исходного питания  $\delta_0 = 720 \text{ кг/м}^3$ , максимальное относительное разрыхление постели  $e_{\max} = 0,12$ , число пульсаций воды в отсадочной машине  $n = 50 \text{ мин}^{-1}$ . Фракционный состав исходного питания приведен в табл. 48.

Таблица 48

Фракционный состав исходного питания (к задаче 101)

Плотность фракции, $\text{кг/м}^3$	$\gamma$ , %	$A^d$ , %	$d_{\text{ср}}$ , $\text{кг/м}^3$
1200—1300	57,3	4,6	1250
1300—1400	8,9	9,6	1350
1400—1500	3,2	16,1	1450
1500—1600	2,5	29,1	1550
1600—1800	1,9	36,5	1700
1800—2600	26,2	83,5	2200
Исходный	100,0	2,1	—

**Решение.** 1. Определяем среднединамическую плотность по данным табл. 48:

$$\delta_{\text{ср}} = \frac{57,3 \cdot 1250 + 8,9 \cdot 1350 + 3,2 \cdot 1450 + 2,5 \cdot 1550 + 1,9 \cdot 1700 + 26,2 \cdot 2200}{100} = 1530 \text{ кг/м}^3;$$

частиц легкой фракции ( $\delta < 1500 \text{ кг/м}^3$ )

$$\delta_{<1500} = \frac{57,3 \cdot 1250 + 8,9 \cdot 1350 + 3,2 \cdot 1450}{57,3 + 8,9 + 3,2} = 1272 \text{ кг/м}^3;$$

частиц тяжелой фракции ( $\delta > 1800 \text{ кг/м}^3$ )

$$\delta_{>1800} = (1800 + 2600)/2 = 2200 \text{ кг/м}^3.$$

2. Определяем коэффициент разрыхления:  
уплотненной постели по формуле (72)

$$\varepsilon_0 = 1 - 720/1530 = 0,53;$$

максимальный разрыхленной постели по формуле (91)

$$\varepsilon_{\max} = (0,53 + 0,12)/(1 + 0,12) = 0,58.$$

3. Определяем время начала разрыхления постели по формуле (87):  
частота пульсаций воды

$$\omega = \pi n/30 = 3,14 \cdot 50/30 = 5,23 \text{ с}^{-1};$$

$$t_0 = \frac{1}{5,23} \arcsin \left( \frac{0,53}{0,58} \right)^2,$$

откуда

$$\sin 5,23 t_0 = \left( \frac{0,53}{0,58} \right)^2 = 0,835 = \sin 56^\circ 40' = \sin 0,99;$$

$$t_0 = 0,99/5,23 = 0,189 \text{ с};$$

время одного цикла отсадки

$$T = 60/50 = 1,2 \text{ с}.$$

4. Определяем путь, проходимый частицами за один цикл отсадки,  
и среднюю скорость расслоения по формулам (93) и (92):  
частиц легкой фракции

$$S_1 = \frac{1272 - 1530}{1272} 9,81 \frac{(0,5 \cdot 1,2 - 2 \cdot 0,19)^2}{2} = -0,049 \text{ м};$$

$$v_{<1500} = -0,049/1,2 = -0,041 \text{ м/с};$$

частиц тяжелой фракции

$$S_1 = \frac{2200 - 1530}{2200} 9,81 \frac{(0,5 \cdot 1,2 - 2 \cdot 0,19)^2}{2} = 0,072 \text{ м};$$

$$v_{>1800} = 0,072/1,2 = 0,06 \text{ м/с}.$$

*Задача 102.* Определить амплитуду пульсаций воды в отсадочной машине крупного угля, если число пульсаций  $n = 36 \text{ с}^{-1}$ , среднестатистическая плотность частиц породного слоя постели  $\delta_{\text{ср}} = 2200 \text{ кг/м}^3$ , коэффициент пористости породного слоя  $\varepsilon_0 = 0,52$ , коэффициент формы частиц  $f = 0,5$ .

Гранулометрический состав исходного питания приведен в табл. 49.

## Гранулометрический состав исходного питания (к задаче 102)

Класс, мм	$\gamma$ , %	$d_{cp}$ , мм	Класс, мм	$\gamma$ , %	$d_{cp}$ , мм
50—100	25,2	75,0	13—25	48,4	19,0
25—50	26,4	37,5	Исходный	100,0	—

Решение. 1. Определяем среднединамический диаметр частиц по данным табл. 49:

$$d_{cp} = (25,2 \cdot 75 + 26,4 \cdot 37,5 + 48,4 \cdot 19) / 100 = 38 \text{ мм.}$$

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

$$Re^2 \psi = 5134 \cdot 10^6 (38 \cdot 10^{-3})^3 (2200 - 1000) = 338\,055\,000;$$

$$Re = 45\,000; k_p = 0,35;$$

$$v_{оп} = 0,35 \cdot 10^3 \cdot 45\,000 / (38 \cdot 10^{-3} \cdot 10^3) = 0,42 \text{ м/с.}$$

3. Определяем амплитуду пульсаций воды по формуле (94)

$$A = 30 \cdot 0,52^2 \cdot 0,42 / (3,14 \cdot 36) = 0,03 \text{ м} = 30 \text{ мм.}$$

**Задача 103.** Рассчитать число отсадочных машин ОМ-8-1 для обогащения крупного класса при расходе  $Q = 250$  т/ч, если содержание фракции плотностью более  $1800 \text{ кг/м}^3$  в исходном питании 20%; категория обогатимости угля легкая.

Решение. 1. Определяем число машин по исходному питанию по формуле (95). По прил. 5 и технической характеристике принимаем  $q_1 = 18 \text{ т/(ч} \cdot \text{м}^2)$ ,  $F_1 = 8 \text{ м}^2$ :

$$i_1 = 1,15 \cdot 250 / (18 \cdot 8) = 2,$$

где 1,15 — коэффициент запаса.

2. Определяем число машин по отходам. Содержание отходов в исходном

$$Q_o = 250 \cdot 20 / 100 = 50 \text{ т/ч.}$$

По прил. 4 находим  $q_2 = 7 \text{ т/(ч} \cdot \text{м}^2)$ , тогда

$$i_2 = 1,15 \cdot 50 / (7 \cdot 8) = 1.$$

Принимаем две машины.

**Задача 104.** Рассчитать число отсадочных машин ОМ-12-1 для обогащения крупного класса при расходе  $Q = 300$  т/ч, если содержание фракции плотностью более  $1800 \text{ кг/м}^3$  в исходном питании 25%; категория обогатимости угля средняя.

**Задача 105.** Определить удельную производительность отсадочной машины и время отсадки, если средняя скорость расслоения легких фракций  $v_{cp} = 0,039 \text{ м/с}$ , среднединамическая плотность частиц постели

$\delta_{cp} = 1550 \text{ кг/м}^3$ , коэффициент пористости уплотненной постели  $\epsilon_0 = 0,52$ , толщина постели  $h = 350 \text{ мм}$ , коэффициент скорости разгрузки продуктов обогащения  $k_0 = 0,1$ .

Решение. 1. Определяем удельную производительность машины по формуле (97):

$$q = 3,6 \cdot 0,1 (1 - 0,52) 1550 \cdot 0,039 = 10,45 \text{ т/(ч} \cdot \text{м}^2\text{)}.$$

2. Время отсадки определяем по формуле (98):

$$t = 0,35 / (0,1 \cdot 0,039) = 90 \text{ с}.$$

**Задача 106.** Определить выход продуктов обогащения отсадочной машины, если зольность исходного питания  $A_{\text{н}}^d = 23,8\%$ , зольность концентрата  $A_{\text{к}}^d = 5,0\%$  и отходов  $A_{\text{o}}^d = 78,2\%$ .

Указание. Использовать формулы баланса продуктов обогащения:

$$\gamma_{\text{к}} + \gamma_{\text{o}} = 100\%;$$

$$\gamma_{\text{к}} A_{\text{к}}^d + \gamma_{\text{o}} A_{\text{o}}^d = 100 A_{\text{н}}^d.$$

**Задача 107.** Определить выход концентрата  $\gamma_{\text{к}}$ , промпродукта  $\gamma_{\text{пн}}$ , отходов  $\gamma_{\text{o}}$ , если известны результаты фракционного анализа (табл. 50).

Таблица 50

Данные о расслоении исходного угля и продуктов обогащения (к задаче 106)

Плотность фракций, кг/м <sup>3</sup>	Выход от продукта, %			
	в исходном и	в концентрате к	в промпродукте т	в отходах о
< 1500	75,3	96,1	6,1	0,3
1500—2000	7,7	3,4	74,2	7,2
> 2000	17,0	0,5	19,7	92,5

Решение. При разделении угля на три продукта их выхода могут быть рассчитаны на основе уравнений баланса по формулам:

$$\gamma_{\text{к}} = \frac{(u_1 - o_1)(m_2 - o_2) - (u_2 - o_2)(m_1 - o_1)}{(k_1 - o_1)(m_2 - o_2) - (k_2 - o_2)(m_1 - o_1)} 100;$$

$$\gamma_{\text{пн}} = \frac{(k_1 - o_1)(u_2 - o_2) - (k_2 - o_2)(u_1 - o_1)}{(k_1 - o_1)(m_2 - o_2) - (k_2 - o_2)(m_1 - o_1)} 100;$$

$$\gamma_{\text{o}} = 100 - (\gamma_{\text{к}} + \gamma_{\text{пн}}),$$

где  $\gamma_{\text{к}}$ ,  $\gamma_{\text{пн}}$ ,  $\gamma_{\text{o}}$  — выход соответственно концентрата, промпродукта и отходов, %;  $u_1, u_2, u_3$  — содержание в исходном угле соответственно концентратных, промпродуктовых и породных фракций (по выбранным плотностям);  $k_1, k_2, k_3$  — содержание в концентрате соответственно концентратных, промпродуктовых и породных фракций;  $m_1, m_2,$

$m_3$  — содержание в промпродукте соответственно концентратных, промпродуктовых и породных фракций;  $o_1, o_2, o_3$  — содержание в отходах соответственно концентратных, промпродуктовых и породных фракций;

$$\gamma_k = \frac{(75,3 - 0,3)(74,2 - 7,2) - (7,7 - 7,2)(6,1 - 0,3)}{(96,1 - 0,3)(74,2 - 7,2) - (3,4 - 7,2)(6,1 - 0,3)} 100 = 78\%;$$

$$\gamma_{\text{пш}} = \frac{(96,1 - 0,3)(7,7 - 7,2) - (3,4 - 7,2)(75,3 - 0,3)}{(96,1 - 0,3)(74,2 - 7,2) - (3,4 - 7,2)(6,1 - 0,3)} 100 = 5,2\%;$$

$$\gamma_o = 100 - (78,0 + 5,2) = 16,8\%.$$

**Задача 108.** Определить выхода концентратов и отходов при обогащении угля по плотностям разделения 1500; 1800 кг/м<sup>3</sup> в двухпродуктовой отсадочной машине по результатам фракционного анализа, приведенного в табл. 51.

Таблица 51

Данные о раслоении исходного угля и продуктов обогащения (к задаче 108)

Плотность фракций, кг/м <sup>3</sup>	Содержание фракций менее плотности разделения. %					
	в исходном		в концентрате		в отходах	
< 1300	40,90	40,90	56,51	56,51	7,96	7,96
1300—1400	21,20	62,10	35,84	92,35	8,24	16,20
1400—1500	7,60	69,70	4,60	96,95	6,26	22,46
1500—1600	5,68	75,38	2,02	98,97	4,65	27,11
1600—1700	5,27	80,65	0,55	99,52	3,00	30,11
1700—1800	4,52	85,17	0,34	99,86	2,01	32,12
1800—1900	0,70	86,87	0,14	100,00	2,68	34,80
1900—2000	0,81	86,68	—	—	3,49	38,29
> 2000	13,32	100,00	—	—	61,71	100,00
Исходная	100,0	—	100,0	—	100,0	—

**Решение.** 1. При разделении по плотности 1500 кг/м<sup>3</sup>

$$\frac{\Sigma\gamma_{k>1500} - \Sigma\gamma_{o>1500}}{\Sigma\gamma_{k>1500} - \Sigma\gamma_{o>1500}} = \frac{69,7 - 22,46}{96,95 - 22,46} 100 = 63,42\%;$$

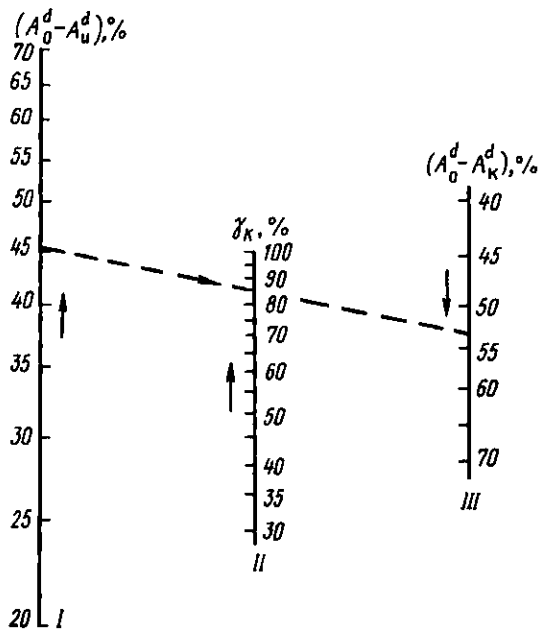
$$\gamma_o = 100 - \gamma_k = 100 - 63,42 = 36,58\%;$$

при разделении по плотности 1800 кг/м<sup>3</sup>

$$\gamma_k = \frac{85,17 - 32,12}{99,86 - 32,12} 100 = 78,31\%;$$

$$\gamma_o = 100 - 78,31 = 21,69\%.$$

**Задача 109.** Определить выход концентрата  $\gamma_k$  и отходов  $\gamma_o$  при разделении на два продукта, если известны зольность исходного угля  $A_n^d = 24\%$ , концентрата  $A_k^d = 17\%$  и отходов  $A_o^d = 70\%$ .



Решение. 1. Аналитический метод:

$$\gamma_k = \frac{(A_0^d - A_u^d) 100}{A_0^d - A_k^d} = \frac{(70 - 24) 100}{70 - 17} = 86,8\%;$$

$$\gamma_o = \frac{(A_u^d - A_k^d) 100}{A_0^d - A_k^d} = \frac{(24 - 17) 100}{70 - 17} = 13,2\%.$$

2. Графический метод с использованием номограммы (рис. 17).

Прямой линией соединяют точки, соответствующие цифрам зольности  $(A_0^d - A_u^d)$  на I шкале и  $(A_0^d - A_k^d)$  на III шкале. Точка пересечения этой прямой со шкалой  $\gamma_k$  указывает значение выхода концентрата ( $\gamma_k = 86,8\%$ ). Выход отходов  $\gamma_o = 100 - 86,8 = 13,2\%$ .

**Задача 110.** Определить выхода продуктов при обогащении угля, если содержание фракций плотностью менее  $1500 \text{ кг/м}^3$  составляет 77,5; 98,0; 7,6; 0,2% соответственно в сырье, концентрате, промпродукте, отходах, а также содержание фракций плотностью  $1500 - 1800 \text{ кг/м}^3$ , составляет 4,9; 1,9; 54,5; 2,9% соответственно в сырье, концентрате, промпродукте, отходах.

Решение. Используем шаблон, позволяющий быстрым и простым способом решить задачу (рис. 18).

Заштрихованные прямоугольники вырезаны в листе бумаги. На шаблоне написаны формулы Маделя для расчета выходов  $\gamma_k$ ,  $\gamma_{\text{пр}}$ ,  $\gamma_o$ . Под шаблон подкладывают лист бумаги и в окна, обозначенные буквами  $F_B$ ;  $F_L$ ;  $F_S$ ;  $F_M$ , вписывают данные фракционного анализа

Содержание фракции плотностью менее 1500 кг/м <sup>3</sup> : в концентрате, отходах, сырье, промпродукте				Содержание фракции плотностью 1500-1800 кг/м <sup>3</sup> : в концентрате, отходах, сырье, промпродукте			
$F_B$	$F_L$	$F_S$	$F_M$	$F_{B1}$	$F_{L1}$	$F_{S1}$	$F_{M1}$
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
$K = (\text{} - \text{)} \times$				$(\text{} - \text{)}$			
$-\text{} \times (\text{} - \text{)}$				$\times (\text{} - \text{$			
$H = (\text{} - \text{} - \text{$				$-\text{} \times (\text{} - \text{$			
$-\text{} \times (\text{} - \text{$				$\times (\text{} - \text{$			
$G = (\text{} - \text{} - \text{$				$-\text{} \times (\text{} - \text{$			
$-\text{} \times (\text{} - \text{$				$\times (\text{} - \text{$			
<b>Формулы Маделя для расчета выходов:</b>							
концентрата		промпродукта			отходов		
$\gamma_k = \frac{K}{D} 100$		$\gamma_m = \frac{H}{D} 100$			$\gamma_o = \frac{G}{D} 100$		

18. Шаблон для расчета выхода продуктов обогащения (к задаче 110)

соответственно 77,5; 98,0; 7,6; 0,2% и окна  $F_{B1}$ ;  $F_{L1}$ ;  $F_{S1}$ ;  $F_{M1}$ , соответственно 4,9; 1,9; 54,5; 2,9%.

Путем поочередных перемещений шаблона вверх с одновременным выполнением обозначенных на нем арифметических действий получим значения  $K$ ,  $H$ ,  $G$ ,  $D$ , которые вписываются в соответствующие прямоугольники. Если поочередно прочитываемые в окнах числа нанести на бумагу и дополнить знаками, находящимися на шаблоне, то получим равенства

$$D = (98,0 - 0,2) (54,5 - 2,9) - (7,6 - 0,2) (1,9 - 2,9) = 5053,88;$$

$$G = (77,5 - 98,0) (4,9 - 54,5) - (77,5 - 7,6) (4,9 - 1,9) = 807,10;$$

$$H = (98,0 - 0,2) (4,9 - 2,9) - (77,5 - 0,2) (1,9 - 2,9) = 272,90;$$

$$K = (77,5 - 0,2) (54,5 - 2,9) - (7,6 - 0,2) (4,9 - 2,9) = 3973,88.$$

Полученные результаты представляют собой знаменатели и числители формул для расчета выходов продуктов обогащения, приведенных на шаблоне:

$$\gamma_k = 3973,88 \cdot 100 / 5053,88 = 78,6\%;$$

$$\gamma_{\text{пп}} = 272,9 \cdot 100 / 5053,88 = 5,4\%;$$

$$\gamma_o = 807,1 \cdot 100 / 5053,88 = 16,0\%.$$

**Задача 111.** Определить скорость продольного перемещения водоугольной смеси в отсадочной машине, если скорости угля 0,04 м/с, сростков 0,016 м/с, отходов 0,011 м/с, а их выхода равны соответственно 78, 7, 15%.

**Решение.**

$$v_{cp} = 78 \cdot 0,04 + 7 \cdot 0,016 + 15 \cdot 0,011 / (78 + 7 + 15) = 0,034 \text{ м/с.}$$

**Задача 112.** Определить производительность отсадочной машины, если ее ширина  $B=2$  м, плотность угольной массы  $\delta=1400$  кг/м<sup>3</sup>, высота слоя материала  $h=0,4$  м, коэффициент разрыхления материала  $\theta=0,6$ .

**Задача 113.** Определить минимальную высоту порога отсадочной машины, если уголь имеет плотность  $\delta=1350$  кг/м<sup>3</sup>, частота колебаний струи воды  $n=85$  мин<sup>-1</sup>, восходящая усредненная скорость потока  $u_{cp}=0,276$  м/с, средняя скорость осаждения частиц  $v_{cp}=0,1$  м/с, степень разрыхления материала  $\theta=0,6$ , крупность материала 0,5—13 мм.

**Решение.** 1. Определяем время действия восходящего потока воды

$$t = 60 / (2n) = 30 / 85 = 0,353 \text{ с.}$$

2. Определяем минимальную высоту порога

$$H = 0,5 \delta_b t u_{cp} (u_{cp} - v_{cp}) / [v_{cp} (\delta - \delta_b) \theta];$$

$$H = 0,5 \cdot 1000 \cdot 0,353 \cdot 0,276 (0,276 - 0,1) / [0,1 (1350 - 1000) 0,6] = 0,408 \text{ м.}$$

### 13. ОБОГАЩЕНИЕ УГЛЕЙ В ПРОТИВОТОЧНЫХ ГРАВИТАЦИОННЫХ АППАРАТАХ

Основные формулы для расчета основных показателей обогащения углей в противоточных гравитационных аппаратах приведены в табл. 52.

Таблица 52

Основные формулы для расчета противоточной сепарации

Определяемый показатель	Формулы	№ формулы
Скорость потока воды, м/с	$u = 1,2 v_0$	(100)
Частота вращения шнека, мин <sup>-1</sup>	$n = 40 u / (\pi R)$	(101)
Расход воды в сепараторе, м <sup>3</sup> /ч	$W = 3600 t_m (R - r) \times$ $\times \frac{(1 - C) C_d}{1 - C + C C_n} u$	(102)
Объемная концентрация, доли/ед: твердого в потоке сепаратора	$C = \frac{1}{1 + \rho \frac{\delta_{cp}}{\Delta}}$	(103)



Определяемый показатель	Формулы	№ формулы
легких фракций в исходном питании	$C_n = \frac{1}{1 + \frac{\delta_n \gamma_i}{\delta_i \gamma_n}}$	(104)
Производительность сепаратора типа СШ, т/ч	$Q = 3600 t_{ш} (R - r) \times \frac{CC_n}{1 - C + CC_n} u \delta_{ср}$	(105)
Число сепараторов	$i = kQ / Q_1$	(106)

Примечание.  $v_0$  — конечная скорость свободного падения в воде, м/с;  $R$  — радиус корпуса сепаратора, м;  $t_{ш}$  — шаг шнека, м;  $r$  — радиус вала шнека, м;  $p$  — отношение Ж:Т в потоке;  $\delta_{ср}$ ,  $\delta_n$ ,  $\delta_i$  — среднелинейная плотность соответственно исходного питания, легкой и тяжелой фракций, кг/м<sup>3</sup>;  $\Delta$  — плотность воды, кг/м<sup>3</sup>;  $\gamma_n$ ,  $\gamma_i$  — выход легкой и тяжелой фракций, %;  $Q$ ,  $Q_1$  — расход материала поступающего в сепаратор и выходящего из него, т/ч.

**Задача 114.** 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, среднелинейная плотность легких фракций  $\delta_n = 1680$  кг/м<sup>3</sup>, коэффициент формы частиц  $f = 0,65$ .

Решение. 1. Определяем скорость потока воды в сепараторе по формулам (69) и (100):

$$Re^2 \psi = 5134 \cdot 10^6 (100 \cdot 10^{-3})^3 (1680 - 1000) = 3\,491\,120\,000;$$

$$Re = 160\,000; k_p = 0,44;$$

$$v_0 = 0,44 \cdot 10^{-3} \cdot 160\,000 / (100 \cdot 10^{-3} \cdot 10^3) = 0,71 \text{ м/с};$$

$$u = 1,2 \cdot 0,71 = 0,85 \text{ м/с}.$$

2. Определяем частоту вращения шнека по формуле (101):

$$R = D/2 = 1,5/2 = 0,75 \text{ м};$$

$$n = 40 \cdot 0,85 / (3,14 \cdot 0,75) = 14,5 \text{ мин}^{-1}.$$

**Задача 115.** Определить расход воды и производительность сепаратора СШ-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  $\delta_p = 2000$  кг/м<sup>3</sup>, отношение Ж:Т в пульпе  $p_n = 6$ , коэффициент формы частиц  $f = 0,7$ .

Фракционный состав антрацита класса 13—100 мм приведен в табл. 53.

Решение. 1. Определяем объемную концентрацию твердого в потоке по формуле (103).

Среднединамическая плотность исходного материала (табл. 53):

$$\delta_{\text{ср}} = \frac{26,9 \cdot 1500 + 27,1 \cdot 1700 + 2,2 \cdot 1900 + 43,8 \cdot 2300}{100} = 1913 \text{ кг/м}^3;$$

$$C = \frac{1}{1 + 6 \cdot 1913/1000} = 0,08.$$

Таблица 53

Фракционный состав антрацита класса 13—100 мм (к задаче 115)

Плотность фракции, кг/м <sup>3</sup>	$\gamma$ , %	$A^d$ , %	$\delta_{\text{ср}}$ , г/см <sup>3</sup>
1400—1600	26,9	4,0	1,5
1600—1800	27,1	6,3	1,7
1800—2000	2,2	37,1	1,9
2000—2600	43,8	81,8	2,3
Исходная	100,0	39,4	—

2. Определяем концентрацию легких фракций плотностью менее 1800 кг/м<sup>3</sup> по формуле (104).

Среднединамическая плотность легких и тяжелых фракций

$$\delta_{\text{л}} = (26,9 \cdot 1500 + 27,1 \cdot 1700 + 2,2 \cdot 1900) / (26,9 + 27,1 + 2,2) = 1620 \text{ кг/м}^3;$$

$$\delta_{\text{т}} = 2300 \text{ кг/м}^3.$$

Выход фракций:  $\gamma_{\text{л}} = 56,2\%$ ;  $\gamma_{\text{т}} = 43,8\%$  (табл. 53).

$$C_{\text{л}} = \frac{1}{1 + (1620/2300)(43,8/56,2)} = 0,65.$$

3. Определяем скорость потока воды в сепараторе по формулам (69) и (100):

$$\text{Re}^2 \psi = 5134 \cdot 10^6 (100 \cdot 10^{-3})^3 (1620 - 1000) = 3\,193\,080\,000;$$

$$\text{Re} = 160\,000; k_p = 0,47;$$

$$v_0 = 0,47 \cdot 10^{-3} \cdot 160\,000 / (100 \cdot 10^{-3} \cdot 10^3) = 0,75 \text{ м/с};$$

$$u = 1,2 \cdot 0,75 = 0,9 \text{ м/с}.$$

4. Определяем расход воды по формуле (102):

$$W = 3600 \cdot 0,75 (0,75 - 0,25) \frac{(1 - 0,8) 0,65}{1 - 0,08 + 0,08 \cdot 0,65} 0,9 = 750 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

5. Определяем производительность сепаратора по формуле (105):

$$Q = 3600 \cdot 0,75 (0,75 - 0,25) \frac{0,08 \cdot 0,65}{1 - 0,08 + 0,08 \cdot 0,65} 0,9 \cdot 1,913 = 125 \text{ т/ч}.$$

Основные формулы для расчета показателей пневматического обогащения приведены в табл. 54.

Таблица 54

Основные формулы для расчета показателей пневматического обогащения

Определяемый показатель	Формулы	№ формулы
Конечная скорость свободного падения частиц в воздухе, м/с: формула Ньютона—Риттингера	$v_0 = 4,43k_p \sqrt{\frac{d\delta}{\Delta}}$	(107)
» Стокса	$v_0 = \frac{0,545k_c d^2 \delta}{\mu}$	(108)
» Аллена	$v_0 = 49,3k_A \delta \sqrt{(\delta/\Delta)^2}$	(109)
по числу Рейнольдса	$Re^2 \psi = 195 \cdot 10^8 / d^3 \delta$	(110)
»	$v_0 = k \mu Re / (d\Delta)$	(111)
Аэродинамическое давление воздушного потока воздуха в постели, Па	$p = (1 - \epsilon_0) \delta_{cp} gh$	(112)
Число пневматических сепараторов	$i = kQ / Q_1$	(113)

Примечание.  $k_p$ —поправочный коэффициент на форму частиц (прил. 4);  $\Delta = 1,23 \text{ кг/м}^3$  плотность воздуха;  $\mu = 1,8 \cdot 10^{-3} \text{ Па} \cdot \text{с}$ —динамический коэффициент вязкости для воздуха;  $\epsilon_0$ —коэффициент пористости уплотненной постели;  $\delta_{cp}$ —среднединамическая плотность частиц постели,  $\text{кг/м}^3$ ;  $h$ —толщина постели, м;  $Q$ —расход материала, поступающего в пневматический сепаратор, т/ч;  $Q_1$ —производительность одного сепаратора, т/ч.

**Задача 116.** Определить конечную скорость свободного падения в воздухе частицы диаметром  $d = 13 \text{ мм}$  и плотностью  $\delta = 2000 \text{ кг/м}^3$ ; коэффициент формы частицы  $f = 0,5$ .

**Задача 117.** Определить конечную скорость свободного падения в воздухе частицы диаметром  $d = 0,05 \text{ мм}$  и плотностью  $\delta = 1400 \text{ кг/м}^3$ ; коэффициент формы частицы  $f = 0,65$ .

**Задача 118.** Определить конечную скорость свободного падения в воздухе частицы диаметром  $d = 0,5 \text{ мм}$  и плотностью  $\delta = 1500 \text{ кг/м}^3$ ; коэффициент формы частицы  $f = 0,6$ .

**Задача 119.** Частица диаметром  $d = 6 \text{ мм}$  и плотностью  $\delta = 1600 \text{ кг/м}^3$  падает в воздухе. Определить конечную скорость свободного падения частицы по числу Рейнольдса; коэффициент формы частицы  $f = 0,65$ .

**Задача 120.** Определить минимальную и максимальную скорости восходящего потока воздуха в сепараторе типа СП, если коэффициент пористости уплотненной постели  $\epsilon_0 = 0,5$ , максимальный коэффициент разрыхления постели  $\epsilon_{\text{max}} = 0,6$ , среднединамический диаметр частиц

постели  $d_{cp}=20$  мм, среднединамическая плотность частицы породы  $\delta_{cp}=2100$  кг/м<sup>3</sup>, коэффициент формы частиц  $f=0,5$ .

**Задача 121.** Определить аэродинамическое сопротивление восходящего потока воздуха в постели, если коэффициент пористости уплотненной постели  $\epsilon_0=0,5$ , среднединамическая плотность частиц постели  $\delta_{cp}=1580$  кг/м<sup>3</sup>, толщина постели  $h=180$  мм.

**Задача 122.** Рассчитать число сепараторов СП-12 для обогащения класса 0—75 при расходе  $Q=180$  т/ч.

## ГЛАВА IV

### ФЛОТАЦИЯ УГЛЕЙ

#### 15. РАСЧЕТ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ФЛОТАЦИИ УГЛЕЙ

Основные формулы для расчета показателей флотации углей приведены в табл. 55.

Таблица 55

Определяемый показатель	Формулы	№ формулы
Краевой угол смачивания, необходимый для удержания частицы на пузырьке воздуха	$\sin \theta \geq 2,94 \sqrt{G_0/R}$	(114)
Коэффициент скорости флотации, мин <sup>-1</sup>	$k_c = \frac{2,3}{t} \lg \frac{1}{1-\epsilon}$	(115)
Извлечение флотоконцентрата, доли ед.	$\epsilon = -e^{-k_c t}$	(116)
Коэффициент аэрации пульпы, доли ед.	$\alpha = V_1/W_n$	(117)
Производительность флотационных машин:		
по пульпе, м <sup>3</sup> /ч	$W_n = 60KnV/t$	(118)
по твердому, т/ч	$Q_1 = 60KV\delta_m / (1 + p_n\delta_m)t$	(119)
Число флотационных машин	$i = kQ(1 + p_n\delta_m)t / (60KnV\delta_m)$	(120)
Содержание твердого в пульпе, т/ч	$Q = W\delta / (1 + p_n\delta_m)$	(121)
Максимальный размер частицы, флотирующей на поверхности газ—жидкость, мм	$d_{max} = \sqrt{4\sigma \sin \theta / [g(\delta - \delta_w)]}$	(122)

Примечание.  $\theta$ —краевой угол смачивания, градус;  $G_0$ —сила, действующая на частицу в воде, Н;  $R$ —радиус пузырька, м;  $e=2,72$ —основание натурального логарифма;  $V_1$ —расход засасываемого воздуха во флотомашину, м<sup>3</sup>/ч;  $W_n$ —производительность флотационной машины по пульпе, м<sup>3</sup>/ч;  $K=1-\alpha=0,65 \div 0,7$ —коэффициент, учитывающий аэрацию пульпы;  $n$ —число камер флотационной машины;  $V$ —вместимость одной камеры, м<sup>3</sup>;  $t$ —время флотации, мин;  $\delta_m$ —плотность шлама, т/м<sup>3</sup>;  $p_n$ —отношение Ж:Т в пульпе;  $\sigma$ —удельная поверхностная энергия, кДж/см;  $\delta$  и  $\delta_w$ —плотность частицы и воды, кг/м<sup>3</sup>;  $g=9,81$  м/с<sup>2</sup>—ускорение свободного падения.

**Задача 123.** 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 плотность  $\delta=1500$  кг/м<sup>3</sup>.

**Задача 124.** 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/м<sup>3</sup>.

**Задача 125.** Определить, удержится ли частица угля диаметром  $d=0,5$  мм на пузырьке воздуха диаметром  $D=0,4$  мм, если плотность частицы  $\delta=1450$  кг/м<sup>3</sup> и краевой угол смачивания  $\theta=6^\circ$ .

**Задача 126.** 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/м<sup>3</sup>.

**Указание.** Всплывание комплекса произойдет при условии  $G_0 < G_n$ , где  $G_0$ —сила тяжести частицы в воде и  $G_n$ —масса вытесненной пузырьком воды.

**Задача 127.** Определить минимальный размер пузырька воздуха, который способен вынести на поверхность пульпы частицу угля диаметром  $d=0,3$  мм и плотностью  $\delta=1500$  кг/м<sup>3</sup>.

**Указание.**  $G_0 = G_n$  (см. задачу 126).

**Задача 128.** Определить коэффициент скорости флотации, если время флотации  $t=8$  мин, извлечение концентрата  $\epsilon_k=92\%$ .

**Задача 129.** Определить извлечение концентрата, если коэффициент скорости флотации  $k_c=0,4$  мин<sup>-1</sup>, время флотации  $t=7,5$  мин.

## 16. КРИВЫЕ ФЛОТИРУЕМОСТИ

**Задача 130.** По результатам дробной флотации угля класса 0—0,5 мм (табл. 56) построить кривые флотиремости и составить теоретический баланс продуктов флотации при заданной зольности флотоконцентрата  $A_k^d=7\%$ .

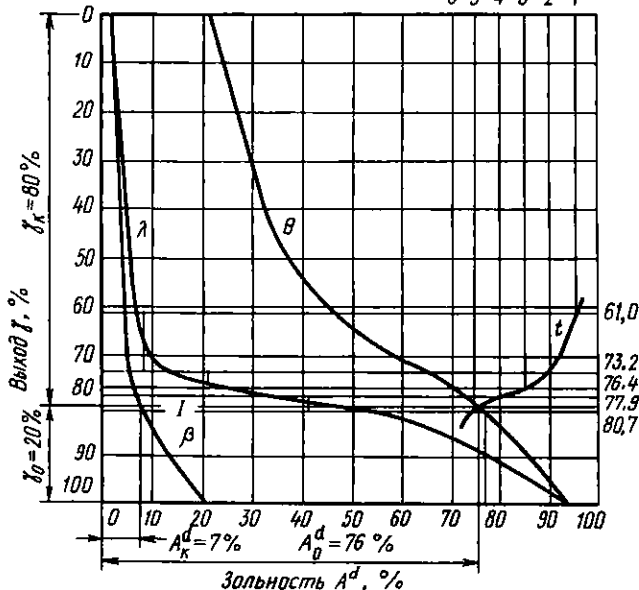
Таблица 56

Данные для построения кривых флотиремости угля класса 0—0,5 мм (к задаче 130)

Время флотации, мин	γ, %	A <sup>d</sup> , %	Суммарно, %			
			Концентрат		Отходы	
			сверху γ	A <sup>d</sup>	снизу γ	A <sup>d</sup>
1	2	3	4	5	6	7
1	61,0	4,5	61,0	4,5	100,0	20,8
2	12,2	8,0	73,2	5,1	39,0	46,3
3	3,2	20,3	76,4	5,8	26,8	63,8
4	1,5	29,4	77,9	6,2	23,6	69,7
5	2,8	41,4	80,7	7,4	22,1	72,4
6	19,3	76,9	100,0	20,8	19,3	76,9
	100,0	20,8	—	—	—	—

Продолжительность флотации  $t$ , мин  
6 5 4 3 2 1

19. Кривые флотуемости угля класса 0—0,5 мм (к задаче 130)



Решение. 1. Заполняем графы 4, 5, 6 и 7 табл. 56.  
Суммарный выход концентрата (графа 4):

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

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

и т. д.

Средняя зольность концентрата (графа 5):

$$(61,0 \cdot 4,5 + 12,2 \cdot 8,0) / 73,2 = 5,1\%;$$

$$(73,2 \cdot 5,1 + 3,2 \cdot 20,3) / 76,4 = 5,8\%$$

и т. д.

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

2. Кривые флотуемости строим аналогично кривым обогатимости (см. задачу 47).

3. Определяем выход и зольность продуктов флотации по кривым флотуемости (рис. 19).

На оси абсцисс откладываем в масштабе зольность концентрата  $A_k^d = 7\%$  и проводим линию, параллельную оси ординат до пересечения с кривой  $\beta$ . Через точку пересечения проводим разделительную линию и находим выход концентрата  $\gamma_k = 80\%$ . Выход отходов  $\gamma_0 = 100 - 80 = 20\%$ .

Зольность отходов определяем проецированием на ось абсцисс точки пересечения разделительной линии с кривой  $\theta$ :  $A_0^d = 76\%$ . Зольность отходов проверяем по формуле (47):

$$A_0^d = (100 \cdot 20,8 - 80 \cdot 7) / 20 = 76\%.$$

Полученные данные заносим в табл. 57.

Таблица 57

Теоретический баланс продуктов обогащения угля класса 0—0,5 мм (к задаче 130)

Продукт	$\gamma$ , %	$A^d$ , %
Концентрат	80,0	7,0
Отходы	20,0	76,0
Исходный	100,0	20,8

## 17. ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ФЛОТАЦИИ УГЛЕЙ

**Задача 131.** Определить коэффициент аэрации пульпы во флотационной машине, если расход засасываемого воздуха в машину  $V_1 = 200 \text{ м}^3/\text{ч}$ , производительность машины по пульпе  $W_n = 450 \text{ м}^3/\text{ч}$ .

**Задача 132.** Определить расход засасываемого воздуха во флотационную машину, если ее производительность по пульпе  $W_n = 400 \text{ м}^3/\text{ч}$ , коэффициент аэрации пульпы  $\alpha = 0,35$ .

**Задача 133.** Определить время флотации в шестикамерной флотационной машине МФУ6, если ее производительность по пульпе  $W_n = 250 \text{ м}^3/\text{ч}$ .

**Задача 134.** Определить производительность по пульпе шестикамерной флотационной машины МФУ6, если время флотации  $t = 7 \text{ мин}$ .

**Задача 135.** Определить производительность шестикамерной флотационной машины МФУ6, если плотность шлама  $\delta_{\text{ш}} = 1400 \text{ кг/м}^3$ ; отношение Ж:Т в пульпе  $p_n = 6$ ; время флотации  $t = 6 \text{ мин}$ ; коэффициент, учитывающий аэрацию пульпы,  $K = 0,7$ .

**Задача 136.** Рассчитать число шестикамерных флотационных машин МФУ12 для флотации шлама при расходе  $Q = 200 \text{ т/ч}$ , если плотность твердого  $\delta = 1500 \text{ кг/м}^3$ ; отношение Ж:Т в пульпе  $p = 8$ ; время флотации  $t = 6 \text{ мин}$ ; коэффициент, учитывающий аэрацию пульпы,  $K = 0,7$ .

**Задача 137.** На флотацию поступает пульпа при расходе  $W = 1000 \text{ м}^3/\text{ч}$  с отношением Ж:Т = 7. Определить содержание твердого в пульпе, если его плотность  $\delta = 1400 \text{ кг/м}^3$ .

**Задача 138.** Определить выход продуктов флотации, если зольность флотоконцентрата  $A_x^d = 8,5\%$ , отходов  $A_0^d = 76,2\%$  и исходного шлама  $A_n^d = 22,0\%$ .

Указание. См. задачу 106.

**Задача 139.** Определить максимальный размер частицы угля, которая еще может флотироваться, если ее плотность  $\delta = 1400 \text{ кг/м}^3$ , удельная поверхностная энергия на разделе фаз  $\sigma = 72,8 \cdot 10^{-3} \text{ Н/м}$ , равновесный краевой угол  $\theta = 60^\circ$ .

18. ДРЕНИРОВАНИЕ

Основные формулы для расчета показателей процесса дренирования приведены в табл. 58.

Таблица 58

Основные формулы для расчета показателей процесса дренирования

Определяемый показатель	Формулы	№ формулы
Эффективность обезвоживания продуктов обогащения в различных аппаратах, %	$\eta_0 = (W - W_x) 100 / W$	(123)
Продолжительность цикла обезвоживания шлама на дренажных площадках, ч	$T = t_1 + t_2 + t_3 + t_4$	(124)
Общая площадь дренирования, м <sup>2</sup>	$S = V_1 / h$	(125)
Площадь сита предварительного обезвоживания, м <sup>2</sup>	$F = BL = W_1 / q_1$	(126)
Производительность дуговых сит по пульпе, м <sup>3</sup> /ч	$W_x = q_1 S$	(127)
Число конических грохотов: по пульпе	$i_1 = k W_x / (q_1 F)$	(128)
по твердому	$i_2 = k Q_1 / (qF)$	(129)
Объем удаляемой воды под сито грохота, м <sup>3</sup>	$W_1 = i q_1 F$	(130)
Производительность обезвоживающего элеватора, т/ч	$Q_3 = 3,6 \frac{V_2}{a} v \delta_0 \varphi$	(131)
Потребная вместимость обезвоживающих бункеров, т	$Q_v = Q_2 (t_3 + T_1 + t_n)$	(132)
Время загрузки одного бункера, ч	$t_3 = Q_n / Q_2$	(133)
Число бункеров	$i = Q_v / Q_n$	(134)
Вместимость обезвоживающего бункера, м <sup>3</sup>	$V = Q_2 / (\delta_0 \varphi)$	(135)

Примечание.  $W, W_x$  — влажность продукта соответственно начальная и конечная, %;  $t_1, t_2, t_3, t_4$  — время соответственно загрузки одной дренажной площадки, обезвоживания, разгрузки одной площадки и промывки дренажных решеток, ч;  $V_1$  — объем стущаемого продукта, м<sup>3</sup>;  $h$  — допустимая высота слоя, м;  $B$  и  $L$  — ширина и длина сита, м;  $W_1$  — расход воды, удаляемой под сито, м<sup>3</sup>/ч;  $q_1$  — удельная производительность по пульпе, м<sup>3</sup>/(ч·м<sup>2</sup>) (прил. 7);  $W_x$  — расход пульпы, поступающей на грохот, м<sup>3</sup>/ч;  $F$  — рабочая площадь сита одного грохота, м<sup>2</sup>;  $Q_1$  — содержание твердого в пульпе, т/ч;  $q$  — удельная производительность грохота по твердому, т/(ч·м<sup>2</sup>) (по прил. 8);  $V_2$  — вместимость ковша, м<sup>3</sup>;  $a$  — шаг ковшей, м;  $v$  — скорость движения цепи элеватора, м/с (для крупного 0,25÷0,27 м/с, для мелкого 0,15÷0,17 м/с);  $\delta_0$  — насыпная плотность продукта, кг/м<sup>3</sup>;  $\varphi = 0,5$  — коэффициент заполнения ковша;  $Q_2$  — расход материала, поступающего на обезвоживание, т/ч;  $t_3$  и  $t_n$  — время загрузки и выгрузки одного бункера, ч;  $Q_n$  — вместимость одного бункера, т (80—150 т);  $T_1$  — время обезвоживания, ч (от 2 до 8 ч);  $k$  — коэффициент неравномерности загрузки.



**Задача 140.** Определить эффективность обезвоживания отходов флотации, если их начальная влажность равна 45%, а после дренирования — 20%.

**Задача 141.** Определить время обезвоживания шлама на дренажной площадке, если время загрузки, обезвоживания, выгрузки и очистки площадки равны соответственно  $t_1 = 30$  ч;  $t_2 = 360$  ч;  $t_3 = 24$  ч;  $t_4 = 2$  ч.

**Задача 142.** Определить площадь дренирования шлама, если объем сгущаемого шлама  $V_1 = 1000$  м<sup>3</sup>, допускаемая высота слоя  $h = 0,3$  м.

**Задача 143.** Определить площадь сит предварительного обезвоживания с целью размером 1 мм для удаления из концентрата отсадочных машин воды 100 м<sup>3</sup>/ч.

**Задача 144.** Определить число сит предварительного обезвоживания с целью размером 1 мм для удаления воды из концентрата отсадочных машин при ее расходе 170 м<sup>3</sup>/ч. Ширина желоба  $B = 800$  мм.

**Задача 145.** На предварительное обезвоживание поступает пульпа с содержанием твердого 50 т/ч и воды 220 м<sup>3</sup>/ч. Рассчитать число дуговых сит СД-1. Плотность твердого в пульпе  $\delta = 1,5$  т/м<sup>3</sup>.

**Решение.** 1. Определяем расход пульпы, поступающей на сита:

$$W_n = V_1/\delta + W_1 = 50/1,5 + 220 = 253,4 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

2. Определяем число дуговых сит. Площадь одного сита  $F = 0,95$  м<sup>2</sup>,  $q = 150$  м<sup>3</sup>/(ч·м<sup>2</sup>), тогда  $i = 1,15 \cdot 253,4 / (150 \cdot 0,95) = 2,04$ . Принимаем два сита СД-1.

**Задача 146.** Рассчитать число грохотов ГИСЛ-62 для обезвоживания мелкого концентрата при расходе 350 т/ч и определить расход воды, удаляемой под сито.

**Задача 147.** Определить производительность обезвоживающего элеватора отходов ЭО-10, если вместимость ковша  $i = 0,125$  м<sup>3</sup>, шаг ковшей  $a = 800$  мм, скорость движения цепи  $v = 0,17$  м/с, насыпная плотность отходов  $\delta_0 = 1400$  кг/м<sup>3</sup>.

**Задача 148.** Определить производительность багер-элеватора ЭОСБ-12, если вместимость ковша  $i = 0,2$  м<sup>3</sup>, шаг ковша  $a = 500$  мм, скорость движения цепи  $v = 0,25$  м/с, насыпная плотность концентрата  $\delta_0 = 900$  кг/м<sup>3</sup>.

**Задача 149.** На обезвоживание поступает класс 50—100 мм при расходе  $Q_2 = 100$  т/ч. Рассчитать необходимую вместимость обезвоживающих бункеров, если время загрузки одного бункера 1 ч.

**Задача 150.** На обезвоживание поступает класс 13—25 мм при расходе  $Q_2 = 80$  т/ч. Рассчитать число бункеров, если вместимость одного бункера  $Q_b = 100$  т.

**Задача 151.** Определить объем обезвоживающего бункера вместимостью  $Q_b = 150$  т, если насыпная плотность обезвоживаемого материала  $\delta_0 = 0,9$  т/м<sup>3</sup>, коэффициент заполнения бункера  $\varphi = 0,8$ .

**Задача 152.** Составить график обезвоживания крупного угля при его расходе  $Q_2 = 80$  т/ч, если число бункеров  $i = 5$ , вместимость одного бункера  $Q_b = 80$  т, время работы фабрики 15 ч.



20. График обезвоживания угля в бункерах (к задаче 152):  
1—загрузка; 2—выгрузка; 3—обезвоживание

Решение. 1. Находим время загрузки одного бункера по формуле (133):

$$t_1 = 80/80 = 1 \text{ ч.}$$

Принимаем  $t_2 = t_1 = 1 \text{ ч.}$

2. Определяем общую вместимость бункеров  $Q_v = 80 \cdot 5 = 400 \text{ т.}$

3. Определяем время обезвоживания  $T = 400/80 - (1 + 1) = 3 \text{ ч.}$

4. Составляем график обезвоживания (рис. 20).

## 19. ОБЕЗВОЖИВАНИЕ В ЦЕНТРИФУГАХ

Основные формулы для расчета показателей обезвоживания в центрифугах приведены в табл. 59.

Таблица 59

Формулы для расчета обезвоживания в центрифугах

Определяемый показатель	Формулы	№ формулы
Фактор разделения центрифуги	$\Phi_p = a_n/g \approx 112 \cdot 10^{-5} n^2 R$	(136)
Влажность обезвоженного продукта в зависимости от содержания в питании класса менее 0,5 мм для фильтрующих центрифуг, %:		
со шнековой выгрузкой	$W_{oc} = 7,5 + 0,1\gamma_{-0,5}$	(137)
с вибрационной выгрузкой	$W_{oc} = 7,9 + 0,163\gamma_{-0,5}$	(138)
производительностью до 100 т/ч		
с вибрационной выгрузкой производительностью до 250 т/ч	$W_{oc} = 6,9 + 0,163\gamma_{-0,5}$	(139)
Влажность обезвоженного продукта в зависимости от содержания класса менее 0,074 мм в питании осадительных центрифуг, %:		
для углей марок А, К, Т, Ж	$W_{oc} = (5,3 + 0,42\gamma_{-0,074}) \pm 2$	(140)
» Г, Д	$W_{oc} = (9,5 + 0,42\gamma_{-0,074}) \pm 2$	(141)

Определяемый показатель	Формулы	№ формулы
Производительность осадительной центрифуги по пульпе, $\text{м}^3/\text{ч}$	$W_1 = 3600\pi L(R + r_0)v_n$	(142)
Число центрифуг: по твердому	$i = kQ/Q_1$	(143)
по пульпе (для осадительных)	$i = kW/W_1$	(144)
Эффективность работы шнековых осадительных центрифуг, %	$\eta = 100(C_1 - C_2)/C_1$	(145)

Примечание.  $R$ —радиус вращения, м;  $a_n$ —ускорение центробежной силы,  $\text{м}/\text{с}^2$ ;  $n$ —частота вращения ротора,  $\text{мин}^{-1}$ ;  $g=9,81 \text{ м}/\text{с}^2$ —ускорение свободного падения;  $L$ —длина зоны обезвоживания, м;  $r_0$ —радиус свободной поверхности пульпы в роторе, м;  $v_n$ —скорость осаждения частиц в центробежном поле,  $\text{м}/\text{с}$ ;  $Q$ —расход материала, поступающего на центрифуги,  $\text{т}/\text{ч}$ ;  $Q_1$ —производительность одной центрифуги,  $\text{т}/\text{ч}$ ;  $W$ —расход пульпы, поступающей в центрифугу,  $\text{м}^3/\text{ч}$ ;  $W_1$ —производительность одной центрифуги по пульпе,  $\text{м}^3/\text{ч}$ ;  $C_1$  и  $C_2$ —содержание твердого соответственно в питании и фугате, %.

**Задача 153.** Определить фактор разделения фильтрующей центрифуги ФВИ-100, если частота вращения ротора  $n=450 \text{ мин}^{-1}$ .

Решение. 1. Определяем радиус ротора центрифуги

$$R = 1000/2 = 500 \text{ мм},$$

где 1000—диаметр ротора центрифуги (из технической характеристики).

2. Фактор разделения определяем по формуле (136)

$$\Phi_p = 112 \cdot 10^{-5} \cdot 450^2 \cdot 0,5 = 113,4.$$

**Задача 154.** Определить фактор разделения осадительной центрифуги НОГШ-1320, если частота вращения ротора  $n=800 \text{ мин}^{-1}$ , диаметр свободной поверхности пульпы в роторе  $d_0=1060 \text{ мм}$ .

Решение. 1. Определяем средний радиус вращения

$$R = (1/2)(D + d_0)/2 = (1320 + 1060)/4 = 595 \text{ мм}.$$

2. Определяем фактор разделения

$$\Phi_p = 112 \cdot 10^{-5} \cdot 800^2 \cdot 0,595 = 425,6.$$

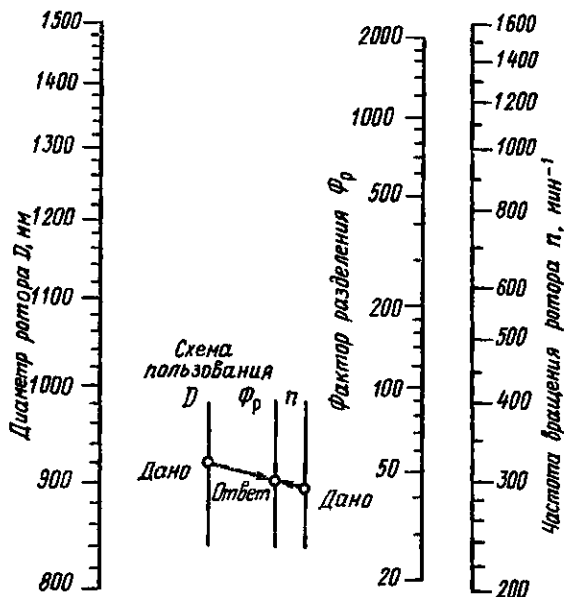
**Задача 155.** Определить фактор разделения для центрифуги с диаметром ротора  $D=1000 \text{ мм}$  и частотой его вращения  $n=420 \text{ мин}^{-1}$  при помощи номограммы (рис. 21).

**Задача 156.** Определить влажность обезвоженного мелкого концентрата, если содержание класса 0—0,5 мм в исходном питании центрифуги ФВШ-950  $\gamma_{-0,5}=7\%$ .

**Задача 157.** Определить влажность обезвоженного мелкого концентрата, если содержание класса 0—0,5 мм в исходном питании центрифуги ФГВ-100  $\gamma_{-0,5}=10\%$ .

**Задача 158.** Определить влажность обезвоженного шлама углей марки К, если содержание класса 0—0,074 мм в исходном питании центрифуги НОГШ-1320Ф  $\gamma_{-0,074}=20\%$ .

21. Номограмма для определения фактора разделения центрифуги (к задаче 155)



**Задача 159.** Определить производительность по пульпе осадительной центрифуги НОГШ-1350, если диаметр свободной поверхности пульпы в роторе  $d_0 = 1050$  мм, длина зоны осаждения  $L = 600$  мм, скорость осадительного центрифугирования  $v_{\alpha} = 0,025$  м/с.

**Задача 160.** Рассчитать число фильтрующих центрифуг ФВШ-950 для обезвоживания мелкого концентрата при его расходе 650 т/ч.

**Задача 161.** Рассчитать число осадительных центрифуг НОГШ-1350 для обезвоживания шлама при его расходе  $Q = 90$  т/ч, если отношение Ж:Т в исходном питании  $p = 5$ , плотность шлама  $\delta = 1500$  кг/м<sup>3</sup>.

**Решение.** 1. Определяем число центрифуг по твердому ( $Q_1 = 50$  т/ч):

$$i_1 = 1,15 \cdot 90 / 50 = 2,07.$$

2. Определяем расход поступающей пульпы

$$W = Q(1 + p\delta) / \delta = 90(1000 + 5 \cdot 1500) / 1500 = 510 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

3. Рассчитываем число центрифуг по пульпе

$$i_2 = 1,15 \cdot 510 / 300 = 1,9.$$

**Задача 162.** Определить эффективность работы центрифуги НОГШ-1320Ф, если содержание твердого в питании 17%, а в фугате 5%.

**Задача 163.** Определить производительность центрифуги по сливу, если известно: частота вращения ротора  $n = 700$  мин<sup>-1</sup>, диаметр ротора  $D_p = 1,35$  м; диаметр сливного цилиндра  $D_c = 0,94$  м; расстояние от сливного патрубка до точки контакта жидкости с поверхностью

ротора  $L=1$  м; отношение Ж:Т в питании  $p=2,8$ ; удельная поверхность твердых частиц  $s=140\,000$  м<sup>-1</sup>; плотности твердой фазы  $\delta=1350$  кг/м<sup>3</sup>, жидкой фазы  $\Delta=1000$  кг/м<sup>3</sup>.

Решение. 1. Определяем коэффициент разрыхленности

$$K_p = p\delta / (\Delta + p\delta) = 2,8 \cdot 1350 / (1000 + 2,8 \cdot 1350) = 0,79.$$

2. Определяем угловую частоту вращения ротора

$$\omega = 2\pi n / 60 = 2 \cdot 3,14 \cdot 700 / 60 = 73,26 \text{ с}^{-1}.$$

3. Определяем средний радиус вращения суспензии

$$R_{cp} = (1/2) [(D_p + D_c) / 2] = (1/2) [(1,35 + 0,94) / 2] = 0,57 \text{ м}.$$

4. Определяем скорость осаждения частиц в центробежном поле ( $\mu=0,001$  Па·с — динамический коэффициент вязкости воды)

$$\begin{aligned} v_{ц} &= 2K_p^3 (\delta - \Delta) \omega^2 r / (s\mu) = \\ &= 2 \cdot 0,79^3 (1350 - 1000) \cdot 73,26^2 \cdot 0,57 / (140\,000^2 \cdot 0,001) = 0,053 \text{ м/с}. \end{aligned}$$

5. Находим площадь осаждения

$$S_0 = \pi D L = 3,14 \cdot 0,94 \cdot 1 = 2,92 \text{ м}^2.$$

6. Определяем производительность центрифуги по сливу

$$Q_c = 0,5 S_0 v_{ц} = 0,5 \cdot 2,92 \cdot 0,053 = 0,08 \text{ м}^3/\text{с} \text{ или } 0,053 \cdot 3600 = 288 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

**Задача 164.** Определить максимальную производительность центрифуги НОГШ-1350 для обезвоживания угольного концентрата, если известны: диаметр сливного цилиндра  $D_c=94$  см; угол конусности ротора  $\alpha_x=15^\circ$ ; длина шага шнека в зоне обезвоживания  $L_{ш}=35$  см; относительная частота вращения шнека  $n_{отн}=18,5$  мин<sup>-1</sup>; плотность осадка  $\delta_{oc}=13\,500$  кг/м<sup>2</sup>; угол откоса поверхности осадка  $\beta=20^\circ$ .

Решение:  $G = 10^{-5} L_{ш}^2 \delta_{oc} n_{отн} \sqrt{(\pi D_c)^2 + L_{ш}^2} \operatorname{tg}(\beta - \alpha_x) = 10^{-5} \cdot 35^2 \times$   
 $\times 1,35 \cdot 18,5 \sqrt{(3,14 \cdot 94)^2 + 35^2} \operatorname{tg}(20 - 15) = 64 \text{ т/ч},$   
 где  $10^{-5}$  — коэффициент перевода к необходимой размерности.

## 20. ФИЛЬТРОВАНИЕ ПРОДУКТОВ ФЛОТАЦИИ И ШЛАМОВ

Основные формулы для расчета показателей фильтрования продуктов флотации и шлама приведены в табл. 60.

**Задача 165.** Определить скорость фильтрования флотационного концентрата на вакуум-филт্রে, если насыпная плотность концентрата  $\delta_0=800$  кг/м<sup>3</sup> и плотность частиц  $\delta=1350$  кг/м<sup>3</sup>, толщина слоя осадка  $h=40$  мм, разность давлений  $p=60$  кПа; коэффициент формы частиц  $f=0,4$ .

Гранулометрический состав флотационного концентрата следующий:

Класс, мм .....	0,5—1	0,2—0,5	0,1—0,2	0,06—0,1	0—0,06
Выход, % .....	10	17,4	14,1	19,3	39,2

## Основные формулы для расчета показателей фильтрования

Определяемый показатель	Формулы	№ формулы
Скорость фильтрования, м/с: при $Re < 1$	$w_{\phi} = K_{\phi} P/h$	(146)
при $Re > 1$	$w_{\phi} = \varepsilon_0 v_0 \sqrt{\frac{1}{(1-\varepsilon_0)(\delta_{cp} - \Delta)} \frac{\rho}{h}}$	(147)
Коэффициент фильтрования, $m^2/(Pa \cdot c)$	$K_{\phi} = \frac{0,2\varepsilon_0^3}{s^2(1-\varepsilon_0)^2 \mu}$	(148)
Производительность фильтра по фильтрату, $m^3/ч$	$W = 3600 F w_{\phi}$	(149)
Число вакуум-фильтров	$i = kQ/(qF)$	(150)
Расход воздуха при обезвоживании на вакуум-фильтрах, $m^3/мин$	$V = F_0 q_1$	(151)

Примечание.  $\mu = 0,001$  Па·с — динамический коэффициент вязкости воды;  $s$  — удельная поверхность частиц,  $m^{-1}$ ;  $p = p_1 - p_2$  — разность давлений, Па;  $h$  — толщина слоя осадка, м;  $\varepsilon_0$  — коэффициент пористости осадка (кека);  $v_0$  — конечная скорость свободного падения в воде частиц диаметром  $d_{cp}$ , определяемая по числу Рейнольдса, м/с;  $\delta_{cp}$  — среднелинейная плотность осадка,  $kg/m^3$ ;  $F, F_0$  — поверхность фильтрования одного фильтра,  $m^2$ ;  $Q$  — расход твердого, поступающего на вакуум-фильтры, т/ч;  $q = 0,2 \div 0,4$  т/(ч· $m^2$ ) — удельная производительность вакуум-фильтра;  $k$  — коэффициент неравномерности загрузки;  $F_0$  — общая поверхность фильтрования вакуум-фильтров,  $m^2$ ;  $q_1$  — удельный расход воздуха,  $m^3/(мин \cdot m^2)$ , для вакуум-насосов  $q_1 = 0,6 \div 0,8$ ; для воздуходувки  $q_1 = 0,2 \div 0,4$ .

Решение. 1. Определяем коэффициент пористости осадка:

$$\varepsilon_0 = 1 - 800/1350 = 0,41.$$

2. Определяем удельную поверхность материала:

$$s = \frac{6}{0,4 \cdot 100 \cdot 10^{-3}} \left( \frac{10,0}{0,75} + \frac{17,4}{0,35} + \frac{14,1}{0,15} + \frac{19,3}{0,08} + \frac{39,2}{0,03} \right) = 255780 \text{ м}^{-1}.$$

3. Определяем коэффициент фильтрования по формуле (148):

$$K_{\phi} = 0,2 \cdot 0,41^3 / [255780^2 (1 - 0,41)^2 10^{-3}] = 0,6 \cdot 10^{-9} \text{ м}^2 / (\text{Па} \cdot \text{с}).$$

4. Скорость фильтрования определяем по формуле (146):

$$w_{\phi} = 0,6 \cdot 10^{-9} \cdot 60000 / 0,04 = 0,0009 \text{ м/с}.$$

Задача 166. Определить скорость фильтрования на вакуум-фильтре, если расход полученного фильтрата  $W = 270$   $m^3/ч$ , поверхность фильтрования  $F = 50$   $m^2$ .

Задача 167. Определить производительность вакуум-фильтра ДУ80-2,7 по фильтрату, если скорость фильтрования  $w_{\phi} = 0,0016$  м/с.

Задача 168. Рассчитать число вакуум-фильтров ДУ80-2,7 «Украина» для обезвоживания флотационного концентрата при его расходе  $Q = 85$  т/ч.

**Задача 169.** Рассчитать число ленточных вакуум-фильтров Лсх15·1,5у для обезвоживания шлама при его расходе  $Q=120$  т/ч, если удельная производительность  $q=2,0$  т/(м<sup>2</sup>·ч).

**Задача 170.** Определить расход воздуха при работе вакуум-фильтра ДУ80-2,7 для создания вакуума и отдувки.

**Задача 171.** Определить удельную производительность дискового вакуум-фильтра при обезвоживании угольного флотоконцентрата, если известно: концентрация твердого в питании  $C=200$  кг/м<sup>3</sup>, создаваемый вакуум  $p=40$  кПа, частота вращения диска  $n=15$  ч<sup>-1</sup>, доля частиц менее 0,06 мм  $\beta=20\%$ , зольность частиц  $A^d=6\%$ , коэффициент, учитывающий размерность величин,  $k=41,2$ .

$$\text{Решение: } q = \frac{kC(pn)^{0,4}}{\beta^{1,5}(A^d)^{0,5}} = \frac{41,2 \cdot 200(40 \cdot 15)^{0,4}}{20^{1,5} \cdot 6^{0,5}} = 486 \text{ кг/(м}^2 \cdot \text{ч)}.$$

**Задача 172.** Определить производительность вакуум-фильтра ДУ250 по твердому, используя данные задачи 171.

**Задача 173.** Определить число фильтр-прессов ФОВ-600 для обработки отходов флотации, если время их работы  $t=20$  ч/сут, массовый выход отходов флотации  $Q=27$  т/ч, удельная производительность фильтр-пресса  $q=15$  кг/(м<sup>2</sup>·ч), поверхность фильтрования одного фильтр-пресса  $F=600$  м<sup>2</sup>, коэффициент запаса оборудования  $k_3=1,5$ .

**Решение.** 1. Определяем расход отходов флотации, подлежащих обезвоживанию на фильтр-прессах,

$$Q_2 = Qt/24 = 27 \ 000 \cdot 20/24 = 22 \ 500 \text{ кг/ч.}$$

2. Определяем производительность одного фильтр-пресса

$$Q_1 = qF = 15 \cdot 600 = 9000 \text{ кг.}$$

3. Определяем необходимое число фильтр-прессов

$$i = kQ_2/Q_1 = 1,5 \cdot 22 \ 500/9000 = 3,75.$$

Принимаем к установке четыре фильтр-пресса ФОВ-600.

## ГЛАВА VI

### СГУЩЕНИЕ ШЛАМОВ И ОСВЕТЛЕНИЕ ОБОРОТНЫХ ВОД

---

Основные формулы для расчета сгущения шлама и осветления оборотных вод приведены в табл. 61.

**Задача 174.** Определить отношение Ж:Т в пульпе, если содержание твердого  $T=100$  г/л, плотность твердого  $\delta=1400$  кг/м<sup>3</sup>.

**Задача 175.** Определить содержание твердого в пульпе, если отношение Ж:Т=5, плотность твердого  $\delta=1500$  кг/м<sup>3</sup>.

**Основные формулы для расчета сгущения шлама и осветления оборотных вод**

Определяемый показатель	Формулы	№ формулы
Отношение жидкого к твердому Ж:Т по массе	$p = (1000\delta - T) / (\delta T)$	(152)
Содержание твердого в 1 л пульпы, г/л	$T = 1000\delta / (1 + p\delta)$	(153)
Плотность пульпы, г/см <sup>3</sup>	$\delta_a = 1 + \frac{\delta - 1}{\delta} \frac{T}{1000}$	(154)
Коэффициент пористости	$\epsilon = 1 - \frac{T}{1000\delta}$	(155)
Скорость, м/с:		
стесненного осаждения частиц граничной крупности под действием силы тяжести при массовом осаждении частиц	$v_{cr} = \frac{0,545\epsilon^3 k_c d_a^2 (\delta - \delta_a)}{\mu}$	(156)
осаждения шлама под действием центробежной силы осаждения шлама при эксперименте в мерном цилиндре	$v_{cr} = \frac{2\epsilon^3 (\delta_{cp} - \delta_a) g}{s^2 \mu}$	(157)
	$v_u = \frac{2\epsilon^3 (\delta_{cp} - \delta_a) w^2}{s^2 \mu} \frac{R}{R}$	(158)
	$v_{cr} = 4V / (\pi d^2 t)$	(159)
Потребная площадь сгустителя, м <sup>2</sup> : по удельной производительности	$F = kW / q_1$	(160)
по скорости осаждения шлама	$F = \frac{Q(p_1 - p_2)}{3600k_1 v_{cr}}$	(161)
Диаметр сгустителя, м	$D = \sqrt{4F / \pi} = 1,13 \sqrt{F}$	(162)
Эффективность работы сгустителей, %	$E = \frac{(T_1 - T_3) T_2}{(T_2 - T_3) T_1} 100$	(163)
Показатель циркуляции, оценивающий осветление воды по обогащательной фабрике	$K_u = \frac{Q_p + Q_a}{Q_p + Q_a + Q_o + Q_c}$	(164)
Масса исходного флокулянта, кг	$G = 1000V_1 \frac{C_p}{C_u}$	(165)
Расход рабочего раствора флокулянта, л/мин	$Q_2 = q_2 Q_3 / (60s_1)$	(166)

Примечание.  $\delta$  — плотность твердого в пульпе, г/см<sup>3</sup>;  $k_c$  — поправочный коэффициент на форму частиц;  $d_a$  — диаметр частиц граничной крупности, м;  $\mu = 0,001$  Па·с — динамический коэффициент вязкости воды;  $\delta_{cp}$  — среднединамическая плотность частиц, кг/м<sup>3</sup>;  $s$  — удельная поверхность частиц материала, м<sup>-1</sup>;  $w$  — окружная скорость вращения жидкости, м/с;  $R$  — радиус вращения жидкости, м;  $V$  — объем осветляемой воды, м<sup>3</sup>;  $d$  — диаметр мерного цилиндра, м;  $t$  — продолжительность опыта, с;  $W$  — расход исходной пульпы, поступающей на сгущение, м<sup>3</sup>/ч;  $q_1$  — удельная производительность сгустителя, т/(м<sup>2</sup>·ч);  $Q$  — расход твердого, поступающего на сгущение, т/ч;  $p_1$  и  $p_2$  — отношение Ж:Т в исходном шламе и сгущенном продукте;  $k_1 = 1,3$  — коэффициент запаса;  $K_1 = 0,7 \div 0,8$  — коэффициент эффективного использования поверхности осаждения;  $T_1, T_2, T_3$  — содержание твердого соответственно в исходной пульпе, сгущенном продукте и сливе, г/л;  $\delta_c = 1,025 \div 1,03$  т/м<sup>3</sup> — плотность слива;  $Q_p, Q_a, Q_o, Q_c$  — расход шлама соответственно поступающего с рядовым углем, дополнительно образующегося в процессе обогащения, содержащийся в оборотной воде, теряемый со сбросом, т/ч;  $V_1$  — объем требуемого водного раствора флокулянта, м<sup>3</sup>;  $C_p$  и  $C_u$  — концентрация соответственно требуемого раствора и исходного флокулянта, %;  $q_2$  — удельный расход флокулянта, г/т;  $Q_3$  — расход флокулируемого шлама, т/ч;  $s_1$  — содержание 100%-го полимера в рабочем растворе, г/л (для 0,05%-го раствора  $s_1 = 0,5$  г/л; для 0,1%-го  $s_1 = 1$  г/л).



**Задача 176.** Определить плотность пульпы, если содержание твердого  $T=200$  г/л, плотность твердого  $\delta=1600$  кг/м<sup>3</sup>.

**Задача 177.** Определить скорость осаждения частицы граничной крупности  $d_q=0,1$  мм, если отношение Ж:Т в исходной пульпе  $p=5$ , плотность частицы  $\delta=1500$  кг/м<sup>3</sup>, коэффициент формы частицы  $f=0,55$ .

**Задача 178.** Определить скорость осаждения шлама в гидроциклоне, если содержание твердого в пульпе  $T=200$  г/л, плотность шлама  $\delta=1550$  кг/м<sup>3</sup>, удельная поверхность частиц шлама  $s=90\,000$  м<sup>-1</sup>, окружная скорость движения пульпы в гидроциклоне  $\omega=2,8$  м/с, радиус гидроциклона  $R=450$  мм.

**Задача 179.** При исследовании осаждения шлама в мерном цилиндре диаметром  $d=50$  мм установлен объем осветленной воды  $V=300$  см<sup>3</sup>. Определить скорость осаждения шлама, если длительность опыта  $t=5$  мин.

**Задача 180.** Рассчитать цилиндрический сгуститель для сгущения шлама при его расходе  $W=900$  м<sup>3</sup>/ч, если отношение Ж:Т в сгущенном продукте  $p=5$ .

**Задача 181.** Рассчитать цилиндрический сгуститель для сгущения шлама при его расходе  $Q=100$  т/ч, если отношение Ж:Т в исходной пульпе  $p_1=7,5$  и в сгущенном продукте  $p_2=5$ , диаметр частицы граничной крупности, удаляемой в слив,  $d_q=0,05$  мм, плотность частицы  $\delta_{cp}=1500$  кг/м<sup>3</sup>, коэффициент формы частицы  $f=0,65$ .

**Решение. 1.** Определяем скорость осаждения шлама по формуле (156). Принимаем  $k_c=0,81$ ;  $\epsilon$  — рассчитываем:

$$\epsilon = \frac{p_1 \delta_{cp}}{1000 + p_1 \delta_{cp}} = \frac{7,5 \cdot 1500}{1000 + 7,5 \cdot 1500} = 0,92;$$

$$v_{cr} = \frac{0,545 \cdot 0,92^3 \cdot 0,81 (0,05 \cdot 10^{-3})^2 (1500 - 1000)}{10^{-3}} = 0,00043 \text{ м/с.}$$

**2.** Потребную площадь сгущения определяем по формуле (161):

$$F = \frac{100(7,5 - 5)}{3600 \cdot 0,7 \cdot 0,00043} = 230,7 \text{ м}^2.$$

**3.** Диаметр сгустителя определяем по формуле (162):

$$D = 1,13 \sqrt{230,7} = 17,1 \text{ м.}$$

Принимаем сгуститель Ц-18.

**Задача 182.** Рассчитать число цилиндрических сгустителей с осадкоуплотнителем С-10УР для сгущения с флокуляцией отходов флотации при их расходе  $W=325$  м<sup>3</sup>/ч, если отношение Т:Ж в сгущенном продукте  $p=2$ .

**Задача 183.** Рассчитать сгустительную воронку для сгущения шлама при его расходе  $W=13 \text{ м}^3/\text{ч}$ , если отношение Ж:Т в сгущенном продукте  $p=2,8$ .

**Задача 184.** Рассчитать число гидроциклонов ГЦ-630 для сгущения шлама при его расходе  $W=1000 \text{ м}^3/\text{ч}$ ; давление пульпы на входе в гидроциклон  $p=100 \text{ кПа}$ .

**Задача 185.** Определить эффективность сгущения шлама в цилиндрическом сгустителе, если содержание твердого в исходной пульпе  $T_1=110 \text{ г/л}$ , в сгущенном продукте  $T_2=180 \text{ г/л}$  и сливе  $T_3=80 \text{ г/л}$ .

**Задача 186.** Дать оценку эффективности осветления оборотной воды на обогатительной фабрике при обогащении коксующихся углей, если с рядовым углем поступает шлама  $Q_p=120 \text{ т/ч}$ , в процессе обогащения образуется шлама  $Q_n=40 \text{ т/ч}$ , расход шлама в оборотной воде  $Q_o=150 \text{ т/ч}$  и его сброс  $Q_c=20 \text{ т/ч}$ .

**Решение.** 1. Определяем показатель циркуляции  $K_{ц}$ :

$$K_{ц} = (120 + 40) / (120 + 40 + 150 + 20) = 0,48.$$

2. Сравниваем  $K_{ц}$  с нормативным коэффициентом  $K_{н}=0,45$ . При  $0,45 < 0,48$  — процесс идет нормально. При  $K_{ц} < K_{н}$  — процесс идет неудовлетворительно.

**Задача 187.** Рассчитать необходимый расход флокулянта для приготовления раствора объемом  $V=10 \text{ м}^3$ , если концентрация требуемого раствора должна быть  $C_p=0,05\%$ , концентрация исходного флокулянта  $C_n=60\%$ .

**Задача 188.** Определить расход 0,05%-го раствора флокулянта для обработки шлама  $Q_3=120 \text{ т/ч}$ , если удельный расход флокулянта  $q=70 \text{ г/т}$ , а содержание 100%-го полимера в рабочем растворе  $s_1=0,5 \text{ г/л}$ .

**Задача 189.** Определить размеры горизонтального отстойника для очистки отходов флотации, если расход осветленной гидросмеси  $W=360 \text{ м}^3/\text{ч}$  ( $0,1 \text{ м}^3/\text{с}$ ), скорость осаждения взвеси  $u=0,001 \text{ м/с}$ , скорость горизонтального потока  $v=0,01 \text{ м/с}$ , коэффициент, учитывающий турбулентность потока,  $\alpha$  принят 1,75; глубина отстойника  $H=4 \text{ м}$ , в том числе высота осевшей твердой фазы равна 1 м.

**Решение.** 1. Определяем длину отстойника:

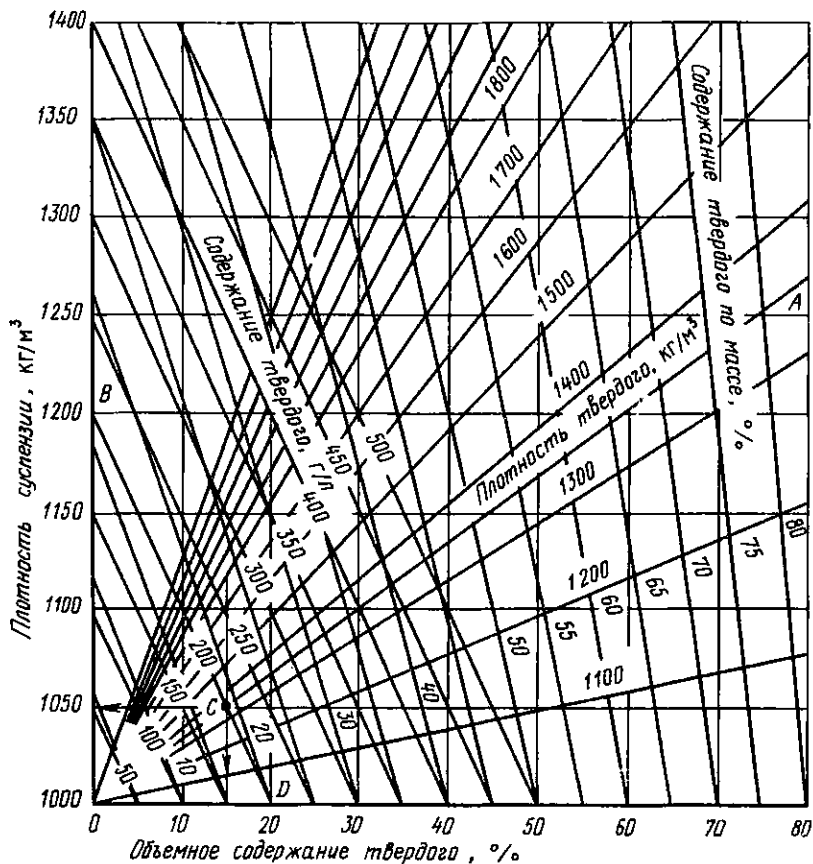
$$L = \alpha H v / u = 1,75(4 - 1) 0,01 / 0,001 = 52,5 \text{ м}.$$

2. Определяем ширину отстойника

$$B = W / (vH) = 0,1 / [0,01(4 - 1)] = 3,3 \text{ м}.$$

**Задача 190.** Определить по диаграмме (рис. 22)\* плотность пульпы, массовое и объемное содержание твердого (%), если содержание твердого в пульпе  $200 \text{ г/л}$  и плотность твердого  $1350 \text{ кг/м}^3$ .

\* По диаграмме водоугольных пульп по известным двум параметрам можно определить еще три.



22. Диаграмма для определения параметров водоугольных пульп (к задаче 190)

**Решение.** На пересечении луча  $OA$ , соответствующего плотности твердой фазы  $1350 \text{ кг/м}^3$ , и линии  $BD$ , соответствующей содержанию твердого  $200 \text{ г/л}$ , находим точку  $C$ . Ордината этой точки показывает значение плотности пульпы  $1050 \text{ кг/м}^3$ , а абсцисса — объемное содержание твердого  $15\%$ . Точка  $C$  занимает положение между косыми линиями содержания твердого по массе, соответствующее содержанию твердого по массе  $19\%$ .

**Задача 191.** Определить основные размеры вертикального отстойника для очистки отходов флотации, если расход осветляемой гидросмеси равен  $360 \text{ м}^3/\text{ч}$  ( $0,1 \text{ м}^3/\text{с}$ ), скорость осаждения взвеси равна  $0,001 \text{ м/с}$ , коэффициент, учитывающий турбулентность потока,  $\alpha = 1,75$ .

**Решение.** 1. Определяем скорость восходящего потока воды

$$v = u/\alpha = 0,001/1,75 = 0,00057 \text{ м/с.}$$

2. Определяем необходимую площадь поперечного сечения отстойника

$$s_{от} = Q/v = 0,1/0,00057 = 175 \text{ м}^2.$$

3. Определяем число отстойников. Так как промышленные вертикальные отстойники имеют площадь освещения не более  $100 \text{ м}^2$ , то принимаем два отстойника площадью  $175:2 = 87,5 \text{ м}^2$ .

4. Находим диаметр отстойника

$$D_{от} = \sqrt{4s_{от}/\pi} = \sqrt{4 \cdot 87,5/3,14} = 10,6 \text{ м}.$$

5. Определяем высоту цилиндрической части отстойника  $H$  исходя из соотношения  $D_{от}/H = 1,4$ , тогда  $H = 10,6/1,4 = 7,5 \text{ м}$ .

*Задача 192.* Определить диаметр радиального сгустителя, если должно осветляться  $360 \text{ м}^3/\text{ч}$  ( $0,1 \text{ м}^3/\text{с}$ ) отходов флотации. Скорость осаждения сфлукулированной взвеси равна  $0,001 \text{ м/с}$ , коэффициент, учитывающий неполноту заполнения отстойника (доля выпускаемой пульпы)  $\beta = 1,75$ .

*Задача 193.* Рассчитать объем илонакопителя, обеспечивающий работу фабрики в течение  $T = 10$  лет, если масса твердого в сточных водах  $Q = 120$  тыс. т в год; плотность твердой фазы  $\delta = 1,6 \text{ т/м}^3$ ; пористость осадка  $m = 0,5$ ; коэффициент заполнения илонакопителя  $k = 0,8$ .

Решение. 1. Определяем объемную массу осадка в  $1 \text{ м}^3$

$$Q_{об} = \delta(1 - m) = 1,6(1 - 0,5) = 0,8 \text{ т/м}^3.$$

2. Определяем объем илонакопителя

$$V = QT/(kQ_{об}) = 120000 \cdot 10/(0,8 \cdot 0,8) = 1875000 \text{ м}^3.$$

*Задача 194.* Определить влажность  $W$  сгущенного продукта, если содержание твердого в сгущенном осадке  $T = 350 \text{ кг/м}^3$ , плотность твердой фазы  $\delta = 2300 \text{ кг/м}^3$ .

Решение. 1. Влажность продукта определяем через массовое отношение

$$n = 1000 \left( \frac{V_c}{T} - \frac{1}{\delta} \right) = 1000 \left( \frac{1}{350} - \frac{1}{2300} \right) = 2,4;$$

$$W = 100 \frac{n}{n+1} = 100 \frac{2,4}{2,4+1} = 70,6\%.$$

2. Влажность продукта определяем через плотность твердой и жидкой фаз

$$W = \frac{(\delta - T) 100}{\delta - \delta_{ж} T} = \frac{(2300 - 350) 100}{2300 + \frac{1000}{350}} = 70,8\%.$$

**ОБЕСПЫЛИВАНИЕ, ОБЕСШЛАМЛИВАНИЕ И ПЫЛЕУЛАВЛИВАНИЕ**

Основные формулы для расчета процессов обеспыливания, обесшламливания и пылеулавливания приведены в табл. 62.

Таблица 62

Основные формулы для расчета процессов обеспыливания, обесшламливания и пылеулавливания

Определяемый показатель	Формулы	№ формулы
Скорость потока воздуха в обесшламливателе, м/с	$v = \rho_n v_0$	(167)
Эффективность, %:		
обеспыливания (извлечение пыли)	$\epsilon = \frac{\beta(\alpha - \theta)}{\alpha(\beta - \theta)} 100$	(168)
обесшламливания	$\eta = \frac{100(\beta_1 - \alpha_1)(\alpha_1 - \theta_1)}{\alpha_1(100 - \alpha_1)(\beta_1 - \theta_1)} 100$	(169)
обесшламливания на грохотах и дуго- вых ситах	$\eta_r = \frac{100(\alpha_1 - \theta_1)}{\alpha_1(100 - \theta_1)} 100$	(170)
общая пылеулавливания	$\eta_n = \frac{a - C}{a} 100$	(171)
Скорость осаждения пыли в циклоне под действием центробежной силы, м/с	$v_u = \frac{k_c d_r \delta w^2}{18\mu R}$	(172)
Производительность циклона, м <sup>3</sup> /с	$V_1 = 3600bh\omega$	(173)
Аэродинамическое сопротивление цикло- на, Па	$H = \varphi \Delta w^2 / 2$	(174)
Число пылеуловителей	$i = kV/V_1$	(175)

Примечание.  $\rho_n = 1,25 \div 1,30$  — коэффициент, учитывающий концентрацию пыли в воздухе;  $v_0$  — конечная скорость свободного падения в воздухе частицы граничной крупности классификации  $d_r$ , м/с;  $\alpha, \beta, \theta$  — содержание тонкой пыли соответственно в исходном питании, пылевом и обеспыленном продуктах, %;  $\alpha_1, \beta_1, \theta_1$  — содержание частиц менее 0,5 мм соответственно в исходном питании, сливе и обесшламленном продуктах, %;  $a, C$  — концентрация пыли в исходном и очищенном воздухе или газе, г/м<sup>3</sup>;  $m_1, m$  — масса пыли соответственно уловленной и в исходном газе;  $k_c$  — поправочный коэффициент на форму частицы;  $d_r$  — граничная крупность классификации, м;  $\delta$  — плотность частицы, кг/м<sup>3</sup>;  $\mu$  — коэффициент вязкости воздуха (газа), Па·с;  $w = 15 \div 25$  — входная скорость воздуха (газа), м/с;  $R$  — радиус циклона, м;  $b, h$  — ширина и высота входного патрубка, м;  $\varphi = 2,2 \div 2,8$  — коэффициент сопротивления циклона;  $\Delta$  — плотность воздуха или газа, кг/м<sup>3</sup>;  $V$  — объем воздуха или газа, поступающего в пылеуловитель в единицу времени, м<sup>3</sup>/ч;  $k$  — коэффициент запаса.

**Задача 195.** Определить скорость потока воздуха в пылеуловителе для отделения от угля пыли крупностью 0—1 мм, если плотность частиц  $\delta = 1400$  кг/м<sup>3</sup>, коэффициент формы частицы  $f = 0,5$  м.

**Задача 196.** Содержание пыли в исходном питании  $\alpha = 26,5\%$ , пылевом продукте  $\beta = 90\%$  и обеспыленном —  $\theta = 11\%$ . Определить эффективность обеспыливания.

**Задача 197.** Содержание частиц крупностью менее 0,5 мм в исходном питании отстойного классификатора КО  $\alpha_1=23\%$ , в сливе  $\beta_1=92\%$  и обесшламленном продукте  $\theta=7\%$ . Определить эффективность работы классификатора.

**Задача 198.** Содержание угля класса менее 0,5 мм в исходном питании обесшламливающего грохота  $\alpha_1=20\%$  и обесшламленном продукте  $\theta_1=6\%$ . Определить эффективность обесшламливания на грохоте.

**Задача 199.** На обесшламливание поступает уголь класса 0—13 мм при расходе  $Q=75$  т/ч с водой  $W_v=250$  м<sup>3</sup>/ч. Рассчитать число дуговых сит СД-2А, если плотность угля  $\delta=1,5$  т/м<sup>3</sup>.

Решение. 1. Определяем расход поступающей пульпы

$$V_1 = (75/1,5) + 250 = 300 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

2. Число дуговых сит определяем по формуле (128)

$$i = 1,15 \cdot 300 / (200 \cdot 1,9) = 0,9.$$

Принимаем одно дуговое сито.

**Задача 200.** На обесшламливание поступает уголь класса 0—13 мм при расходе  $Q=300$  т/ч. Рассчитать число обесшламливающих грохотов ГИСЛ72.

**Задача 201.** Определить производительность багер-зумпфа с площадью зеркала  $F=36$  м<sup>2</sup> для обесшламливания угля класса 0—13 мм.

**Задача 202.** Концентрация пыли в исходном газе  $a=80$  г/м<sup>3</sup> и в очищенном  $C=1$  г/м<sup>3</sup>. Определить общую эффективность пылеулавливания.

**Задача 203.** Запыленный газ при расходе  $V=60\,000$  м<sup>3</sup>/ч с концентрацией пыли 200 г/м<sup>3</sup> поступает в пылеуловитель. Определить количество улавливаемой пыли, если общая эффективность пылеулавливания  $\eta=95\%$ .

**Задача 204.** Определить скорость осаждения пыли в циклоне диаметром  $D=3000$  мм, если граничная крупность частицы  $d_r=0,01$  мм, плотность частицы  $\delta=1400$  кг/м<sup>3</sup>, коэффициент формы частицы  $f=0,55$ , входная скорость газа  $w=20$  м/с.

**Задача 205.** Определить производительность циклона диаметром  $D=3000$  мм, если входная скорость газа  $w=20$  м/с.

**Задача 206.** Скорость газа при входе в циклон  $w=25$  м/с, плотность газа  $\Delta=0,8$  кг/м<sup>3</sup>. Определить аэродинамическое сопротивление циклона.

**Задача 207.** Рассчитать число батарейных пылеуловителей БПР-100А для второй ступени пылеулавливания на сушильной установке, если расход исходного газа  $V=100\,000$  м<sup>3</sup>/ч.

**Задача 208.** Выбрать батарейный циклон для очистки отходящих газов сушилки и определить его гидравлическое сопротивление, если известно: расход газа  $V_0=100\,000$  м<sup>3</sup>/ч, плотность газа  $\rho_0=1,31$  кг/м<sup>3</sup>; температура газа  $T=120$  °С; барометрическое давление  $p_{бар}=101,3$  кПа; разрежение в циклоне  $p_n=8$  кПа.

Решение. 1. Принимаем циклонные элементы диаметром 250 мм, исходя из их конструкции.

2. Определяем плотность газа при рабочих условиях:

$$\rho_r = \frac{273 \rho_0 (p_{\text{бар}} \pm p_n)}{(273 + T) p_{\text{бар}}} = \frac{273 \cdot 1,31 (101,3 - 8)}{(273 + 120) 101,3} = 0,84 \text{ кг/м}^3.$$

Знак ( $\pm$ ) в выражении  $p_{\text{бар}} \pm p_n$  зависит от разрежения или избытка давления.

3. Определяем расход газа при рабочих условиях

$$V_r = V_0 \rho / (3600 \rho_r) = 100 \cdot 10^3 \cdot 1,31 / (3600 \cdot 0,84) = 43 \text{ м}^3/\text{с}.$$

4. Определяем расход газа через циклонный элемент диаметром  $D=0,25$  м при оптимальной скорости  $v_{\text{онт}}=4,5$  м/с (из технических характеристик)

$$V_1 = v_{\text{онт}} \pi D^2 / 4 = 4,5 \cdot 3,14 \cdot 0,25^2 / 4 = 0,22 \text{ м}^3/\text{с}.$$

5. Определяем число циклонных элементов

$$n = V_r / V_1 = 43 / 0,22 = 196.$$

Принимаем к установке батарейный циклон БЦ-254Р с числом элементов  $n=200$  при компоновке из четырех групп по 50 элементов в каждой. Элементы располагают по 10 в каждом ряду.

6. Определяем скорость движения газа в циклонном элементе при принятой компоновке

$$v_n = V_r / (0,785 D^2 n) = 43 / (0,785 \cdot 0,25^2 \cdot 200) = 4,38 \text{ м/с}.$$

7. Гидравлическое сопротивление батарейного циклона при эффективности улавливания  $\varepsilon=90\%$ .

$$\Delta p = \varepsilon v_n^2 \rho_r / 2 = 90 \cdot 4,38^2 \cdot 0,84 / 2 = 725 \text{ Па}.$$

## ГЛАВА VIII

### СУШКА И ТЕРМОАЭРОКЛАССИФИКАЦИЯ УГЛЕЙ

Основные формулы для расчета труб-сушилок и термоаэроклассификатора приведены в табл. 63.

*Задача 209.* Определить технологические и конструктивные параметры трубы-сушилки при следующих исходных данных.

Температура газов на входе в трубу-сушилку  $t_1=900^\circ\text{C}$ , на выходе —  $t_2=100^\circ\text{C}$ . Производительность трубы-сушилки по исходному материалу:  $G_1=17$  т/ч. Влажность материала: исходного  $W'_{t_1}=17\%$ ; высушенного  $W'_{t_2}=6\%$ . Температура материала: исходного  $u_1=10^\circ\text{C}$ ; высушенного  $u_2=70^\circ\text{C}$ . Элементный состав топлива (%):  $C=79,1$ ;  $H=4,45$ ;  $O=2,7$ ;  $N=2,4$ ;  $S=0,35$ ;  $A^d=8,0$ ;  $W'_t=3,0$ . Низшая теплота сгорания топлива  $Q'_n=31\,077$  кДж/кг.

## Основные формулы для расчета трубы-сушилки и термоаэроклассификатора

Определяемые показатели	Формулы	№ формулы
1	2	3
<i>Материальный баланс сушилки</i>		
Производительность, т/ч: по испаренной влаге	$W_1 = G_1 \frac{W'_{t_1} - W''_{t_1}}{100 - W'_{t_1}}$	(176)
по высушенному материалу	$G_2 = G_1 - W_1$	(177)
<i>Расчет процесса горения</i>		
Высшая теплота сгорания топлива, кДж/кг	$Q'_s = Q''_s + 25,14(9H + W_1)$	(178)
Теоретическая масса сухого воздуха, необходимая для сжигания 1 кг топлива, кг	$L_0 = 0,115C + 0,375S - 0,0431 \cdot 2,7O + 0,342H;$	(179)
Теоретический объем сухого воздуха, необходимый для сжигания 1 кг топлива, м <sup>3</sup>	$V_0 = 0,0899C + 0,375S + 0,265H - 0,0333O$	(180)
Энтальпия пара на входе в трубу сушилку, кДж/кг	$i_n = 2493 + C_{n,n} t_1$	(181)
Теплоемкость сухих газов на входе в трубу-сушилку, кДж/(кг·°C)	$C_{c,r} = \frac{4,19(0,314 + 0,00003 t_1)}{1,32}$	(182)
Коэффициент избытка воздуха в газах на входе в трубу-сушилку	$\alpha = \frac{Q'_s \eta_r \left( 1 - \frac{9H + W'_1 + A^d}{100} \right) C_{c,r} t_1 - \frac{9H + W'_1}{100} i_n}{L_0 \left( C_{c,r} t_1 + \frac{i_n}{10000} \cdot d_0 - I_0 \right)}$	(183)
Масса, кг: водяных паров на входе в трубу-сушилку, получаемых в результате сжигания 1 кг топлива	$G_{n,n} = \alpha L_0 \frac{\alpha_0}{100} + \frac{9H + W'_1}{100}$	(184)
сухих газов на входе в трубу-сушилку, получаемых в результате сжигания 1 кг топлива	$G_{c,r} = 1 - \frac{9H + W'_1 + A^d}{100} + dL_0$	(185)
Влагосодержание газов на входе в трубу-сушилку, кг/кг	$d_1 = \frac{G_{n,n}}{G_{c,n}} 1000$	(186)
<i>Статьи расходов тепла на сушку</i>		
Расход тепла на испарение 1 кг влаги из материала, кДж	$q_0 = 2493 + C_{n,n} t_2 - u_1$ $C_{n,n} - \text{теплоемкость водяного пара при } t_2, \text{ кДж/(кг} \cdot \text{°C)}$	(187)



Определяемые показатели	Формулы	№ формулы
1	2	3
на нагрев материала, кДж/кг	$q_m = \frac{G_2}{W_1} C_m (u_2 - u_1)$	(188)
Потери тепла в окружающую среду, кДж/кг	$C_m = C_m^c \frac{100 - W_{t_2}}{100} + 4,19 \frac{W_{t_2}}{100}, \text{ кДж}/(\text{кг} \cdot ^\circ\text{C})$	(189)
Расход сухих газов, отнесенных к 1 кг испаренной влаги, кг	$q_n = 0,05 (q_0 + q_m)$	(189)
Теплоемкость влажных газов; кДж/(кг · °С)	$l = \frac{q_0 + q_m + q_n}{C'_{\text{вл.г}} t_1 - C''_{\text{вл.г}} t_2}$	(190)
на входе в трубу-сушилку	$C'_{\text{вл.г}} = \frac{4,19(0,314 + 0,00003)t_1}{1,32} + C_{\text{в.в}} \frac{d_1}{1000}$	
на выходе из трубы-сушилки	$C''_{\text{вл.г}} = \frac{4,19(0,314 + 0,00003)t_2}{1,32} + C_{\text{в.в}} \frac{d_1}{1000}$	
Потери тепла с отработанными газами, кДж/кг	$q_2 = l [C''_{\text{вл.г}} t_2 - C_{\text{в}} t_0]$	(191)
Суммарные затраты тепла, отнесенные к 1 кг испаренной влаги, кДж	$\Sigma q = q_0 + q_m + q_n + q_2$	(192)
Суммарные затраты тепла, отнесенные к 1 кг испаренной влаги, с учетом КПД топки, кДж	$q_{\text{ос}} = \Sigma q / \eta_T$	(193)
Часовой расход топлива, кг/г	$B = \Sigma q W_i / (Q_{\text{в}} \eta_T)$	(194)
Влагосодержание газов на выходе из сушилки, г/кг	$d_2 = d_1 + 1000/l$	(195)

*Определение конструктивных параметров  
трубы-сушилки*

Средняя разность температур между газовым потоком и материалом, °С	$\Delta t_{\text{cp}} = \frac{(t_1 - u_1) - (t_2 - u_2)}{2,31 \lg \frac{t_1 - u_1}{t_2 - u_2}}$	(196)
Средняя температура газового потока, °С	$t_{\text{cp}} = \frac{u_1 + u_2}{2} + \Delta t_{\text{cp}}$	(197)
Среднее влагосодержание газов, г/кг	$d_{\text{cp}} = (d_1 + d_2) / 2$	(198)
Средний удельный объем газов, отнесенный к 1 кг сухих газов, м <sup>3</sup> /кг	$V_{\text{о.ср}} = 4,64 \cdot 10^{-6} (622 + d_{\text{cp}}) \cdot (273 + t_{\text{cp}})$	(199)

Определяемые показатели	Формулы	№ формулы
1	2	3
Расход газов, кг/г: на входе в трубу-сушилку	$L_1 = W_t \left( 1 + \frac{d_1}{1000} \right)$	(200)
на выходе из трубы-сушилки	$L_2 = W_t \left( 1 + \frac{d_2}{1000} \right)$	(201)
средний в трубе-сушилке	$L_{cp} = (L_1 + L_2) / 2$	(202)
Средний объемный расход газов в трубе-сушилке, м <sup>3</sup> /ч	$V_{г. cp} = L_{cp} V_{о. cp}$	(203)
Плотность газов при средних параметрах газового потока ( $t_{cp}$ ; $d_{cp}$ ), кг/м <sup>3</sup>	$\gamma_{г. cp} = 1 / v_{с. cp}$	(204)
Скорость питания для частицы материала максимального размера, м/с	$v_{внт. м} = 5,22 \sqrt{\gamma_m d_m 10^{-3} / \gamma_{г. cp}}$	(205)
Средняя скорость газов в трубе-сушилке, м/с	$v_t = 1,25 v_{внт. м}$	(206)
Площадь сечения трубы сушилки, м <sup>2</sup>	$F_{тр} = V_{г. cp} / (3600 v_t)$	(207)
Диаметр трубы-сушилки, м	$D_{тр} = \sqrt{4 F_{тр} / \pi}$	(208)
Объем трубы-сушилки, м <sup>3</sup>	$V_{тр} = W_t / A$ , A — влагонапряжение трубы-сушилки $A = 800 \div 1000$ кг/(м <sup>3</sup> ·ч)	(209)
Высота трубы-сушилки, м	$l_{тр} = V_{тр} / F_{тр}$	(210)

*Дополнительные зависимости к расчету термоаэроклассификатора*

Расход газов в термоаэроклассификаторе при $t_{cp}$ ; $d_{cp}$ , м <sup>3</sup> /ч	$V_g = (1 + \alpha_{тр}) l W v_{с. cp}$	(211)
Плотность газов при средних параметрах в термоаэроклассификаторе, кг/м <sup>3</sup>	$\gamma_{г. cp} = \frac{1 + 0,001 d_{cp}}{v_{о. cp}}$	(212)
Средний объемный расход газов в термоаэроклассификаторе, м <sup>3</sup> /ч	$V_{г. cp} = \frac{l W \left( 1 + \frac{d_{cp}}{1000} \right)}{\gamma_{г. cp}}$	(213)
Активная скорость газов, м/с	$v_{акт} = 3,0 v_{внт}$	(214)
Плотность газов на входе в термоаэроклассификатор, кг/м <sup>3</sup>	$\gamma_{t_1} = 1,3 \cdot 273 / (273 + t_1)$	(215)
Объемный расход газов на входе в термоаэроклассификатор, м <sup>3</sup> /ч	$V_{t_1} = l W_t \left( 1 + \frac{d_1}{1000} \right) / \gamma_{t_1}$	(216)

Определяемые показатели	Формулы	№ формулы
1	2	3
Площадь, м <sup>2</sup> : живого сечения газораспределительной решетки термоаэроклассификатора газораспределительной решетки	$F = V_{r1} / (3600 v_{акт})$	(217)
Диаметр прутка газораспределительной решетки, м	$F_p = F / \omega_p,$ $\omega_p = 0,12 \div 0,16$ — живое сечение термоаэроклассификатора	(218)
Объем термоаэроклассификатора (от газораспределительной решетки до выходного окна), м <sup>3</sup>	$d_{np} = h_3 (1 - \omega_p) / \omega_p,$ $h_3$ — зазор между прутками, равный 3,0 мм.	(219)
Высота термоаэроклассификатора (от газораспределительной решетки до выходного окна), м	$A$ — влагонапряжение объема камеры термоаэроклассификатора, равное $500 \div 550$ кг/(м <sup>3</sup> · ч)	(220)
	$H_{хам} = V_{хам} / F_p$	(221)

Примечание.  $G_1$  — производительность по испаренному материалу, т/ч;  $t_1, t_2$  — температура газов соответственно на входе в сушилку и выходе из нее, °C;  $u_1, u_2$  — температура материала соответственно до и после сушки, °C;  $W'_1, W'_2$  — влажность материала до и после сушки, %; C; H; O; N; S; A;  $W'$  — элементарный состав топлива, содержащий соответственно, углерод, водород, кислород, азот, серу, минеральные примеси, влагу, %;  $C_{в.п}$  — теплоемкость водяного пара при соответствующей температуре;  $Q'_*$  — низшая теплота сгорания топлива, кДж/кг;  $\eta_t$  — КПД топки, %;  $d_{max}$  — максимальный размер зерна материала, поступающего на сушку, мм;  $t_0$  — температура окружающего воздуха, °C;  $d_0$  — влагосодержание окружающего воздуха, г/кг;  $I_0$  — энтальпия окружающего воздуха, кДж/(кг · °C);  $C_{в.п}$  — теплоемкость окружающего воздуха, кДж/(кг · °C);  $\gamma_m$  — плотность материала, подвергаемого сушке, кг/м<sup>3</sup>.

КПД топки  $\eta_t = 0,90$ . Максимальный размер зерна материала, поступающего на сушку  $d_{max} = 13$  мм.

Параметры окружающего воздуха: температура  $t_0 = 20^\circ$  C; влагосодержание  $d_0 = 8,9$  г/кг; энтальпия  $I_0 = 32,4$  кДж/(кг · °C); теплоемкость  $C_{в.п} = 1,0$  кДж/(кг · °C). Теплоемкость: сухого материала  $C_m^* = 1,1$  кДж/(кг · °C); сухих газов при температуре на входе в сушилку  $C_{с.г} = 1,082$  кДж/(кг · °C). Плотность материала, подвергаемого сушке,  $\gamma_m = 1300$  кг/м<sup>3</sup>.

Решение. I. Материальный баланс сушилки.

1. Производительность по испаренной влаге определяем по формуле (176):

$$W_t = 170(17 - 6)/(100 - 6) = 20 \text{ т/ч.}$$

2. Производительность по высушенному материалу определяем по формуле (177):

$$G_2 = 170 - 20 = 150 \text{ т/ч.}$$

## II. Расчет процесса горения топлива

1. Высшую теплоту сгорания топлива рассчитываем по формуле (178):

$$Q_b^* = 31077 + 25,14(9 \cdot 4,45 + 3,0) = 32158,3 \text{ кДж/кг.}$$

2. Теоретические массу и объем сухого воздуха, необходимые для сжигания 1 кг топлива, подсчитываем по формулам (179) и (180):

$$L_0 = 0,115 \cdot 79,1 + 0,375 \cdot 0,35 - 0,0431 \cdot 2,7 + 0,342 \cdot 4,45 = 10,5 \text{ кг;}$$

$$V_0 = 0,0899 \cdot 79,1 + 0,375 \cdot 0,35 + 0,265 \cdot 4,45 - 0,0333 \cdot 2,7 = 8,3 \text{ м}^3.$$

3. Теплосодержание водяного пара на входе в сушилку находим по формуле (181):

$$i_n = 2493 + 2,11 \cdot 900 = 4392,8 \text{ кДж/кг.}$$

4. Коэффициент избытка воздуха в газах на входе в трубу-сушилку рассчитываем по формуле (183):

$$\alpha = \frac{32158,6 \cdot 0,90 - \left(1 - \frac{9 \cdot 4,45 + 3 + 8}{100}\right) 1,082 \cdot 900 - \frac{9 \cdot 4,45 + 3}{100} 4392,8}{10,5 \left(1,082 \cdot 900 + \frac{4392,8}{1000} 8,9 - 32,4\right)} = 2,58.$$

5. Массу водяных паров на входе в трубу-сушилку, получаемых в результате сжигания 1 кг топлива, находим по формуле (184):

$$G_{n,n} = 2,58 \cdot 10,5 \cdot \frac{8,9}{100} + \frac{9 \cdot 4,45 + 3,0}{100} = 0,671 \text{ кг/кг.}$$

6. Массу сухих газов на входе в сушилку, получаемых в результате сжигания 1 кг топлива, определяем по формуле (185):

$$G_{c,r} = 1 + 2,58 \cdot 10,5 - \frac{9 \cdot 4,45 + 3,0 + 8,0}{100} = 27,58 \text{ кг/кг.}$$

7. Влажосодержание газов на входе в трубу-сушилку рассчитывали по формуле (186):

$$d_1 = \frac{0,671}{27,58} 1000 = 24,3 \text{ кг/кг.}$$

## III. Расход тепла на сушку.

1. Расход тепла на испарение 1 кг влаги из материала определяем по формуле (187):

$$q_0 = 2493 + 1,874 \cdot 100 - 10 = 2670,4 \text{ кДж/кг.}$$

2. Расход тепла на нагрев материала рассчитываем по формуле (188):

$$q_m = \frac{150}{20} 1,19(70 - 10) = 535,5 \text{ кДж/кг};$$

$$C_m = 1,0 \frac{100 - 6}{100} + 4,19 \frac{6}{100} = 1,19 \text{ кДж/(кг} \cdot \text{°C)}.$$

3. Потери тепла в окружающую среду определяем по формуле (189):

$$q_n = 0,05(2670,4 + 535,5) = 160,3 \text{ кДж/кг}.$$

4. Расход сухих газов, отнесенных к 1 кг испаренной влаги. Используем формулу (190):

$$l = \frac{2670,4 + 535,5 + 160,3}{1,1336 \cdot 900 - 1,052 \cdot 100} = 3,68 \text{ кг/кг};$$

$$C'_{\text{вл.г}} = \frac{4,19(0,314 + 0,00003 \cdot 900)}{1,32} + \frac{24,3}{1000} 2,11 = 1,1336 \text{ кДж/(кг} \cdot \text{°C)};$$

$$C''_{\text{вл.г}} = \frac{4,19(0,314 + 0,00003 \cdot 100)}{1,32} + \frac{24,3}{1000} 1,874 = 1,052 \text{ кДж/(кг} \cdot \text{°C)}.$$

5. Потери тепла с отработанными газами рассчитываем по формуле (191):

$$q_2 = 3,68(1,052 \cdot 100 - 1,018 \cdot 20) = 312 \text{ кДж/кг}.$$

6. Суммарный расход тепла, отнесенный к 1 кг испаренной влаги, определяем по формуле (192):

$$\Sigma_q = 2670,4 + 535,5 + 160,3 + 312 = 3678,2 \text{ кДж}.$$

7. Часовой расход топлива рассчитываем по формуле (194):

$$B = 3678,2 \cdot 20000 / (0,9 \cdot 31077) = 2630,2 \text{ кг/г}.$$

8. Влагосодержание газов на выходе из сушилки рассчитываем по формуле (195):

$$d_2 = 24,3 + 1000/3,68 = 296,0 \text{ г/кг}.$$

9. Расход тепла на 1 кг испаренной влаги с учетом кпд топки (193):

$$q = 3678,2/0,9 = 4087 \text{ кДж}.$$

IV. *Определение конструктивных параметров трубы-сушилки.*

1. Среднюю разность температур между газовым потоком и материалом в трубе-сушилке рассчитываем по формуле (196):

$$\Delta t_{\text{ср}} = \frac{(900 - 10) - (100 - 70)}{2,3 \lg \frac{900 - 10}{100 - 70}} = 254^\circ \text{C}.$$

2. Среднюю температуру газового потока в трубе-сушилке определяем по формуле (197):

$$t_{\text{ср}} = \frac{70 + 10}{2} + 254 = 294^\circ \text{С.}$$

3. Среднее влагосодержание газов в трубе-сушилке рассчитываем по формуле (198):

$$d_{\text{ср}} = (24,3 + 296)/2 = 160 \text{ г/кг.}$$

4. Средний удельный объем газов, отнесенный к 1 кг сухих газов, определяем по формуле (199):

$$V_{\text{о.ср}} = 4,64 \cdot 10^{-6} (622 + 160)(273 + 294) = 2,05 \text{ м}^3/\text{кг.}$$

5. Расход газов на входе в трубу-сушилку определяем по формуле (200):

$$L_1 = 3,68 \cdot 20\,000 \left( 1 + \frac{24,3}{1000} \right) = 74\,979 \text{ кг/г.}$$

6. Расход газов на выходе из трубы-сушилки определяем по формуле (201):

$$L_2 = 3,68 \cdot 20\,000 \left( 1 + \frac{296}{1000} \right) = 94\,867 \text{ кг/г.}$$

7. Среднюю массу газов в трубе-сушилке рассчитываем по формуле (202):

$$L_{\text{ср}} = \frac{74\,979 + 94\,867}{2} = 84\,923 \text{ кг/г.}$$

8. Средний расход газов в трубе-сушилке рассчитываем по формуле (203):

$$V_{\text{г.ср}} = 84\,923 \cdot 2,05 = 174\,092 \text{ м}^3/\text{ч.}$$

9. Плотность газов при средних параметрах газового потока ( $t_{\text{ср}}$  и  $d_{\text{ср}}$ ) определяем по формуле (204):

$$\gamma_{\text{г.ср}} = 1/2,05 = 0,488 \text{ кг/м}^3.$$

10. Скорость витания для частицы материала максимального размера ( $d_{\text{н}} = 13 \text{ мм}$ ) определяем по формуле (205):

$$v_{\text{внт.м}} = 5,22 \sqrt{1300 \cdot 13 \cdot 10^{-3} / 0,488} = 30,72 \text{ м/с.}$$

11. Среднюю скорость газов в трубе-сушилке определяем по формуле (206):

$$v_{\text{г}} = 1,25 \cdot 30,72 = 38,40 \text{ м/с.}$$

12. Диаметр и площадь сечения трубы-сушилки определяем по формулам (207) и (208):

$$F_{\text{тр}} = 174\,092 / (38,4 \cdot 3600) = 1,26 \text{ м}^2;$$

$$D_{\text{тр}} = 4 \cdot 1,26 / 3,14 = 1,27 \text{ м.}$$

13. Объем трубы-сушилки рассчитываем по формуле (209):

$$V_{\text{тр}} = 20\,000 / 900 = 22 \text{ м}^3.$$

$A = 900 \text{ кг}/(\text{м}^3 \cdot \text{ч})$  — выбираем согласно инструкции по эксплуатации труб-сушилок.

14. Высоту трубы-сушилки рассчитываем по формуле (210):

$$l_{\text{тр}} = 22,0 / 1,26 = 17,3 \text{ м.}$$

**Задача 210.** Определить технологические и конструктивные параметры аппарата для процесса термоаэроклассификации при следующих исходных данных.

Производительность термоаэроклассификатора по исходному материалу  $G_1 = 60 \text{ т/ч}$ .

Температура газов на входе в термоаэроклассификатор  $t_1 = 500^\circ\text{C}$ ; на выходе из термоаэроклассификатора  $t_2 = 90^\circ\text{C}$ . Температура материала перед термоаэроклассификацией  $u_1 = 10^\circ\text{C}$ ; на выходе из термоаэроклассификатора  $u_2 = 55^\circ\text{C}$ .

Влажность материала: исходного  $W'_{i1} = 17,0\%$ ; высушенного  $W'_{i2} = 7,0\%$ .

Параметры окружающего воздуха: температура  $t_0 = 10^\circ\text{C}$ ; влагосодержание  $d_0 = 8,9 \text{ г/кг}$ ; энтальпия  $I_0 = 42,7 \text{ кДж/кг}$ .

Элементный состав топлива; %. С = 79,1; Н = 4,45; О = 2,7; N = 2,4; S = 0,35;  $A^d = 8,0$ ;  $W'_i = 3,0$ . Низшая теплота сгорания  $Q'_n = 31\,077 \text{ кДж/кг}$ . Кпд топки  $\eta_{\text{т}} = 0,90$ .

Теплоемкость,  $\text{кДж}/(\text{кг} \cdot ^\circ\text{C})$ : сухих газов при температуре на входе в термоаэроклассификатор  $C_{\text{с,г}} = 1,060$ ; сухого материала, поступающего на термоаэроклассификацию:  $C_{\text{м}} = 1,1$ ; теплоемкость воздуха  $C_{\text{в}} = 1,0$ .

Плотность материала, подвергаемого сушке  $\gamma_{\text{м}} = 1300 \text{ кг/м}^3$ .

Размер частиц материала: максимальный,  $d_{\text{max}} = 25 \text{ мм}$ ; граничного зерна  $d_{\text{г,р}} = 6 \text{ мм}$ .

**Решение. I. Материальный баланс термоаэроклассификатора.**

1. Производительность по испаренной влаге определяем по формуле (176):  $W_i = 60(17 - 7) / (100 - 7) = 6,45 \text{ т/с}$ .

2. Производительность по высушенному углю рассчитываем по формуле (177):  $G_2 = 60 - 6,45 = 53,55 \text{ т/ч}$ .

**II. Расчет процесса горения топлива.**

1. Высшую теплоту сгорания топлива рассчитываем по формуле (178):  $Q'_s = 31\,077 + 25,14(9 \cdot 4,45 + 3,0) = 32158,3 \text{ кДж/кг}$ .

2. Теоретическую массу и объем сухого воздуха, необходимого для сжигания 1 кг топлива определяем по формулам (179) и (180):

$$L_0 = 0,115 \cdot 79,1 + 0,375 \cdot 0,35 - 0,0431 \cdot 2,7 + 0,342 \cdot 4,45 = 10,5 \text{ кг};$$

$$V_0 = 0,0899 \cdot 79,1 + 0,375 \cdot 0,35 + 0,265 \cdot 4,45 - 0,0333 \cdot 2,7 = 8,3 \text{ м}^3.$$

3. Энтальпию водяного пара в газах на входе в термоаэроклассификатор рассчитываем по формуле (181):  $i_n = 2493 + 1,98 \times \times 500 = 3482,7 \text{ кДж/кг}$ .

4. Коэффициент избытка воздуха в газах на входе в термоаэроклассификатор определяем по формуле (183):

$$\alpha = \frac{32158,3 \cdot 0,90 - \left(1 - \frac{9 \cdot 4,45 + 3 + 8}{100}\right) 1,052 \cdot 500 - \frac{9 \cdot 4,45 + 3}{100} 3482,7}{10,5 \left(1,052 \cdot 500 + \frac{3482,7}{1000} 8,9 - 32,4\right)} = 4,935.$$

5. Массу водяных паров на входе в термоаэроклассификатор, получаемых в результате сжигания 1 кг топлива, рассчитываем по формуле (184):

$$G_{в.п} = 4,935 \cdot 10,5 \frac{8,9}{100} + \frac{9 \cdot 4,45 + 3,0}{100} = 0,892 \text{ кг}.$$

6. Массу сухих газов на входе в термоаэроклассификатор, получаемых в результате сжигания 1 кг топлива, определяем по формуле (185):

$$G_{с.г} = 1 - \frac{9 \cdot 4,45 + 3,0 + 8,0}{100} 4,935 \cdot 10,5 = 52,33 \text{ кг}.$$

7. Влажосодержание газов на входе в термоаэроклассификатор определяем по формуле (186):

$$d_1 = 0,892 \cdot 1000 / 52,33 = 17,0 \text{ г/кг}.$$

### III. Тепловой баланс термоаэроклассификатора.

1. Расход тепла на испарение из угля 1 кг влаги определяем по формуле (187):

$$q_0 = 2493 + 1,87 \cdot 90 - 10 = 2651,6 \text{ кДж/кг}.$$

2. Расход тепла на нагрев угля определяем по формуле (188):

$$q_m = \frac{53,55}{6,45} 1,22 (55 - 10) = 455,8 \text{ кДж/кг};$$

$$G_m = 1,0 \frac{100 - 7}{100} + 4,19 \frac{7}{100} = 1,22 \text{ кДж/кг}.$$

3. Потери тепла в окружающую среду рассчитываем по формуле (189):

$$q_n = 0,05 (2651,6 + 455,8) = 155,4 \text{ кДж/кг}.$$



4. Расход сухих газов на 1 кг испаренной влаги рассчитываем по формуле (190):

$$l = \frac{2651,6 + 455,8 + 155,4}{1,094 \cdot 500 - 1,053 \cdot 90} = 7,21 \text{ кг/г};$$

$$C'_{\text{вл.г}} = \frac{4,19(0,314 + 0,00003 \cdot 500)}{1,32} + \frac{17}{1000} 1,98 = 1,094 \text{ кДж/(кг} \cdot \text{°C)};$$

$$C''_{\text{вл.г}} = \frac{4,19(0,314 + 0,00003 \cdot 90)}{1,32} + \frac{17}{1000} 1,87 = 1,053 \text{ кДж/(кг} \cdot \text{°C)}.$$

5. Потери тепла с отходящими газами определяем по формуле (191):

$$q_2 = 7,21 [(1,053 \cdot 90 - 1,0 \cdot 10)] = 610,8 \text{ кДж/кг}.$$

6. Суммарные затраты тепла на испарение 1 кг влаги определяем по формуле (192):

$$\Sigma q = 2651,6 + 455,8 + 155,4 + 610,8 = 3873,6 \text{ кДж/кг}.$$

7. Часовой расход топлива рассчитываем по формуле (194):

$$B = 3873,6 \cdot 6450 / (31077 \cdot 0,9) = 893,3 \text{ кг/ч}.$$

8. Влагосодержание газов на выходе из термоаэроклассификатора определяем по формуле (195):

$$d_2 = 17 + \frac{1000}{7,21} = 156 \text{ г/кг}.$$

9. Среднее влагосодержание газов рассчитываем по формуле (198):

$$d_{\text{ср}} = (156 + 17) / 2 = 86,5 \text{ г/кг}.$$

10. Среднюю разность температур между газом и материалом определяем по формуле (196):

$$\Delta t_{\text{ср}} = \frac{(500 - 10) - (90 - 55)}{2,3 \lg \frac{500 - 10}{90 - 55}} = 172,0^\circ \text{ C}.$$

11. Средняя температура газов в термоаэроклассификаторе (197):

$$t_{\text{ср}} = \frac{10 + 55}{2} + 172 = 205^\circ \text{ C};$$

12. Расход смеси сухих газов и водяного пара, отнесенный к 1 кг сухих газов (при  $t_{\text{ср}}$  и  $d_{\text{ср}}$ ) (199):

$$V_{o.c.p.} = 4,64 \cdot 10^{-6} (622 + 86,5)(273 + 205) = 1,57 \text{ м}^3/\text{кг}.$$

13. Расход газов в термоаэроклассификаторе при  $t_{cp}$  и  $d_{cp}$  (211)

$$V_r = (1 + 0,2) 7,21 \cdot 6450 \cdot 1,57 = 87 614 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

14. Плотность газов при средних параметрах ( $t_{cp}$  и  $d_{cp}$ ) в термоаэроклассификаторе (212)

$$\gamma_{r.c.p.} = (1 + 0,001 \cdot 86,5)/1,57 = 0,692 \text{ кг/м}^3.$$

15. Средний объемный расход газов в термоаэроклассификаторе (213)

$$V_{r.c.p.} = \frac{7,21 \cdot 6450 \left(1 + \frac{86,5}{1000}\right)}{0,692} = 73 016 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

#### IV. Определение габаритных размеров термоаэроклассификатора.

1. Скорость витания частиц материала максимальных размеров (25 мм) (205)

$$v_{вт.м} = 5,22 \sqrt{1300 \cdot 25 \cdot 10^{-3}/0,692} = 35,8 \text{ м/с}.$$

2. Скорость витания частиц граничного размера (6 мм) (205)

$$v_{вт.г} = 5,22 \sqrt{1300 \cdot 6 \cdot 10^{-3}/0,692} = 17,5 \text{ м/с}.$$

3. Активная скорость газов (214)

$$v_{акт} = 3,0 \cdot 35,8 = 107,4 \text{ м/с}.$$

4. Плотность газов на входе в термоаэроклассификатор (215)

$$\gamma_{r1} = 1,3 \cdot 273/(273 + 500) = 0,460 \text{ кг/м}^3.$$

5. Объем газов на входе в термоаэроклассификатор (216)

$$V_{r1} = \frac{7,21 \cdot 6450 \left(1 + \frac{17}{1000}\right)}{0,460} = 102 815 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

6. Площадь живого сечения газораспределительной решетки термоаэроклассификатора (217)

$$F = 102 815 / (107,4 \cdot 3600) = 0,266 \text{ м}^2.$$

7. Площадь газораспределительной решетки (218)

$$F_p = 0,266 / 0,14 = 1,9 \text{ м}^2;$$

$\omega_p$  — принимаем равным 0,14.

8. Диаметр прутка газораспределительной решетки (219)

$$d_{np} = 3,0(1 - 0,14)/0,14 = 19 \text{ мм.}$$

$h_3$  — зазор между прутками выбираем 3 мм.

9. Объем термоаэроклассификатора (от газораспределительной решетки до выхода термоаэроклассификатора) (220)

$$V_{кам} = 6450/550 = 11,7 \text{ м}^3,$$

$A$  — влагонапряжение объема камеры термоаэроклассификатора принимаем равным 550 кг/(м<sup>3</sup> · ч).

10. Высота термоаэроклассификатора (от газораспределительной решетки до выходного окна) (221)

$$H_{кам} = 11,7/1,9 = 6,2 \text{ м.}$$

## ГЛАВА IX

### КОНТРОЛЬ И НОРМИРОВАНИЕ КАЧЕСТВА НА УГЛЕБОГАТИТЕЛЬНЫХ ФАБРИКАХ

Основные формулы для расчета качества продуктов на углебогатительных фабриках приведены в табл. 64.

Таблица 64

Основные формулы для расчета качества продуктов

Определяемые показатели	Формулы	№ формулы
Выход продуктов грохочения, %:		
надрешетного	$\gamma_n = \gamma_{>s} + (1 - \eta) \cdot \gamma_{0-s}$	(222)
подрешетного	$\gamma_n = \gamma_{0-s} \eta$	(223)
Производительность ленточного конвейера, т/ч	$Q = 3,6qv$	(224)
Расход пульпы через треугольный водослив расходомера, м <sup>3</sup> /ч	$W = 4835 H^{2,47}$	(225)
Норма подачи реагента при флотации, см <sup>3</sup> /мин	$V = Qr/(60 \cdot \Delta)$	(226)
Масса товарного флокулянта (ПАА) для приготовления рабочего раствора, кг	$q_r = V_1 C_2 / C_1$	(227)
Объемный расход рабочего раствора флокулянта, л/мин	$V_2 = W_1 r_1 / (600 C_2)$	(228)
Засорение класса нижним смежным классом, %	$B_n = \frac{100\alpha(100 - E)}{100^2 - E\alpha}$	(229)
Массовая доля внешней влаги, %	$W_t^* = W_t' - W_t''$	(230)
Выход верхнего класса с учетом допустимого содержания мелочи в верхнем классе, %	$\gamma_n \leq \frac{100\gamma_{r,n}}{100 - B_n}$	(231)
Практический выход нижних классов, %	$\gamma = (\gamma_r - B_n \gamma_n / 100) \frac{100}{100 - B_n}$	(232)

Определяемые показатели	Формулы	№ формулы
Средняя норма зольности каждого класса, скорректированная на засоренность мелочью, %	$A^d = \frac{A_r^d(100 - B_n) + A_{r.n}^d B_n}{100}$	(233)
Скидка с массы горной массы при превышении нормы зольности, %	$Q_c = \frac{Q_{r.m}^d(A_{r.m}^d - A_n^d)}{A_n^d - A_u^d}$	(234)
Масса продукта обогащения, приведенная к влаге рядового угля, т	$Q_n = Q_n \frac{100 - W_n - W_p}{100}$	(235)

Примечание.  $s$ —размер отверстий сита на грохоте, мм;  $\gamma_{>s}$ ;  $\gamma_{0-s}$ —выход классов  $>s$ ;  $0-s$  мм по ситовому анализу, %;  $\eta$ —эффективность грохочения, доли ед.;  $q$ —масса пробы на 1 м длины ленты, кг;  $v$ —скорость ленты, м/с;  $H$ —высота потока пульпы над водосливом, м;  $Q_1$ —производительность флотационной машины, т/ч;  $r$ —заданный расход реагентов, г/т;  $\Delta$ —плотность реагента, г/см<sup>3</sup>;  $V_1$ —объем рабочего раствора, л;  $C_1, C_2$ —концентрация ПАА в товарном флокулянте и растворе, %;  $W_1$ —расход пульпы, поступающей на флокуляцию, м<sup>3</sup>/ч;  $r_1$ —расход флокулянта, г/м<sup>3</sup>;  $\alpha$ —содержание в исходном угле подрешетного продукта, %;  $E$ —эффективность грохочения, %;  $W'_r, W'_t$ —доля влаги соответственно рабочей и гигроскопической, %;  $\gamma_{v.n}, \gamma_r$ —выход класса по теоретическому балансу соответственно верхнего и данного, %;  $B_n$ —допустимое засорение данного класса, %;  $A_r^d, A_{r.n}^d$ —зольность класса по теоретическому балансу соответственно данного и нижнего, %;  $Q_{r.m}$ —масса горной массы, т;  $A_{r.m}^d, A_n^d$ —зольность соответственно горной массы и породы по шахте, %;  $A^d$ —норма зольности, установленная по шахте, %;  $Q_n$ —масса продукта влажностью  $W'_p$ , т;  $W_n, W_p$ —массовая доля влаги соответственно продукта и рядового угля, %.

**Задача 211.** В табл. 65 приведены результаты опробования исходного питания и надрешетного продукта грохота с отверстиями сита 25 мм. Определить эффективность грохочения.

**Решение.** 1. Определяем содержание подрешетного продукта (класс 0—25 мм) в исходном питании по табл. 65:  $b = 37,1 \cdot 100/90 = 41,2\%$ .

2. Определяем содержание подрешетного продукта в надрешетном  $c = 4,9 \cdot 100/70 = 7\%$ .

Таблица 65

Таблица 66

Результаты опробования исходного питания и продуктов грохочения грохота (к задаче 211)

Результаты опробования исходного питания и продуктов классификации баяг-зумпфа (к задаче 212)

Класс, мм	Выход, кг		Класс, мм	Выход, кг		
	исходного питания	надрешетного продукта		исходного питания	слива	осадка
25—100	52,9	65,1	0,5	41,4	1,1	45,9
0—25	37,1	4,9	0—0,5	18,6	8,9	4,1
Исходный	90	70	Исходный	60,0	10,0	50,0

Гранулометрический состав исходного питания  
и слива классификатора (к задаче 213)

Класс, мм	$d_{cp}$ , мм	Выход, %		Извлечение $\epsilon_{сл}$ , %
		исходного питания $\gamma_n$	слива $\gamma_{сл}$	
1	2	3	4	5
0,5—1,0	0,750	9,5	0,09	1,0
0,25—0,5	0,375	11,9	8,96	62,5
0,125—0,25	0,188	12,4	13,15	88,0
0,063—0,125	0,194	12,9	14,80	95,0
0—0,063	0,032	53,3	63,00	98,0
Исходный	—	100,0	100,0	—

3. Эффективность грохочения определяем по формуле (28):

$$\eta = \frac{100(41,2 - 7)}{41,2(100 - 7)} 100 = 89,2\%$$

**Задача 212.** В табл. 66 приведены результаты опробования исходного питания и продуктов гидравлической классификации в багер-зумпфе. Определить эффективность гидравлической классификации на классы более 0,5 мм и менее 0,5 мм.

**Решение.** 1. Определяем содержание класса 0—0,5 мм:

в исходном питании  $\alpha = 18,6 \cdot 100/60 = 31\%$ ;

в сливе  $\beta = 8,9 \cdot 100/10 = 89\%$ ;

в осадке  $\theta = 4,1 \cdot 100/50 = 8,2\%$ .

2. Эффективность гидравлической классификации определяем по формуле (169):

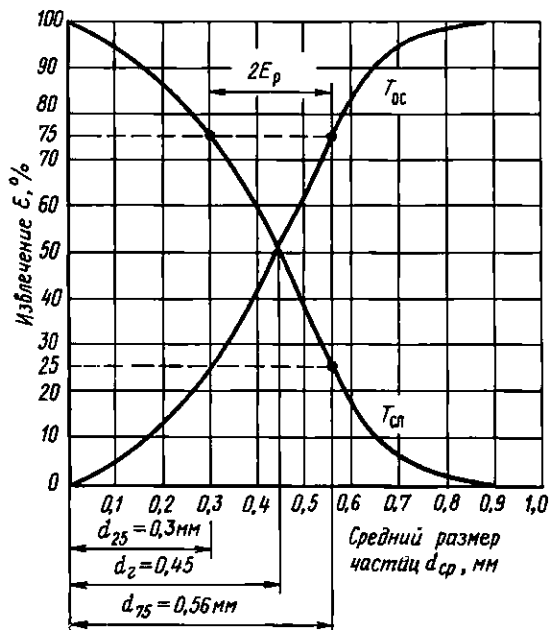
$$\eta = \frac{100(89 - 31)(31 - 8,2)}{31(100 - 31)(89 - 8,2)} 100 = 76,9\%$$

**Задача 213.** В табл. 67 (графы 1, 3 и 4) приведен гранулометрический состав исходного питания и слива гидравлического классификатора. Определить граничную крупность классификации и среднее вероятное отклонение  $E_p$  от граничной крупности, если выход твердого в слив  $\gamma_1 = 83\%$ .

**Решение.** 1. Определяем средний диаметр классов (графа 2, табл. 67):  $d_{cp} = (0,5 + 1,0)/2 = 0,75$  мм и т. д.

2. Определяем извлечение классов в слив (графа 5) по формуле (2)  $\epsilon_{сл} = \gamma_{сл} \gamma_1 / \gamma_n = 0,09 \cdot 83/95 = 1,0\%$  и т. д.

3. По данным табл. 67 строим кривую разделения  $T_{сл}$ . На оси абсцисс (рис. 23) откладываем значения  $d_{cp}$  (см. данные графы 2) и на оси ординат —  $\epsilon_{сл}$  (см. данные графы 5). Полученные точки



соединяем плавной кривой  $T_{сн}$ . Кривая разделения для осадка  $T_{ос}$  симметрична кривой  $T_{сн}$ , так как  $\epsilon_{сн} + \epsilon_{ос} = 100\%$ .

4. Граничную крупность классификации определяем по кривой  $T_{сн}$  при извлечении 50% находим  $d_q = 0,45$  мм.

5. Определяем крупность частиц при извлечении 75 и 25%:  $d_{75} = 0,56$  мм и  $d_{25} = 0,30$  мм.

Среднее вероятное отклонение  $E_p = (d_{75} - d_{25})/2 = (0,56 - 0,30)/2 = 0,13$  мм.

**Задача 214.** За смену выработано 2100 т концентрата с массовой долей влаги  $W_x^r = 9,8\%$ . Определить выработку концентрата, приведенного к массовой доли влаги рядовых углей  $W_p^r = 6\%$ .

**Задача 215.** Определить выход надрешетного и подрешетного продуктов при грохочении угля на классы 13—100 и 0—13 мм, если выход класса 13—100 мм по ситовому анализу равен 22%, эффективность грохочения  $\eta = 85\%$ .

**Задача 216.** Определить производительность сепаратора СКВ-20 для крупного угля и отсадочных машин для мелкого угля, если производительность фабрики  $Q = 500$  т/ч, эффективность грохочения  $\eta = 90\%$  и обесшламливания на дуговом сите  $\eta_0 = 75\%$ , выход классов по результатам ситового анализа: 13—100 мм 23%; 0,5—13 мм 64% и 0—0,5 мм 13%.

Решение. 1. Определяем выход класса 13—100 мм с учетом эффективности грохочения:  $\gamma_{13-100} = 23 + (1 - 0,9)77 = 30,7\%$ .

2. Определяем производительность сепаратора СКВП-20:

$$Q_1 = 500 \cdot 30,7/100 = 154 \text{ т/ч.}$$

3. Определяем выход класса 0,5—13 мм:

выход класса 0—13 мм  $\gamma_{0-13} = 100 - \gamma_{13-100} = 100 - 30,7 = 69,3\%$ ;

выход класса 0—0,5 мм после обесшламливания  $\gamma'_{0-0,5} = \gamma_{0-0,5}$

$$\eta_0 = 13 \cdot 0,75 = 9,8\%;$$

выход класса 0,5—13 мм после грохочения и обесшламливания

$$\gamma_{0,5-13} = \gamma_{0-13} - \gamma_{0-0,5} = 69,3 - 9,8 = 59,5\%.$$

4. Определяем производительность отсадочных машин  $Q_2 = 500 \times 59,5/100 = 298$  т/ч.

*Задача 217.* Определить производительность ленточного конвейера для концентрата, если масса пробы по провеске  $q = 35$  кг/м, скорость ленты  $v = 2,5$  м/с.

*Задача 218.* Определить производительность флотационной машины МФУ-6 по исходному шламу, если за 7 ч работы четырех машин получено 980 т концентрата зольностью  $A_{\kappa}^d = 8\%$  и массовой долей влаги  $W_r^r = 21\%$ ; зольность отходов флотации  $A_0^d = 78\%$  и исходного шлама  $A_n^d = 20\%$ ; массовая доля влаги рядового угля  $W_p^r = 6\%$ .

**Решение.** 1. Определяем выработку флотационного концентрата, приведенного к влажности рядового угля, по формуле (235):

$$Q_{\kappa} = 980[100 - (21 - 6)]/100 = 833 \text{ т.}$$

2. Определяем выход концентрата:

$$\gamma_{\kappa} = 100 \frac{A_0^d - A_n^d}{A_0^d - A_{\kappa}^d} = 100 \frac{78 - 20}{78 - 8} = 82,9\%.$$

3. Определяем расход шлама:

$$Q_{\text{ш}} = \frac{Q_{\kappa}}{\gamma_{\kappa}} 100 = \frac{833}{82,9} 100 = 1000 \text{ т/ч.}$$

4. Определяем производительность одной машины:  $Q_1 = 1000/4 \cdot 7 = 35,7$  т/ч.

*Задача 219.* Определить расход пульпы, протекающей через треугольный водослив расходомера, если уровень пульпы над водосливом  $H = 0,239$  м.

*Задача 220.* Производительность флотационной машины МФУ2-63  $Q = 45$  т/ч. Определить объемный расход реагента АФ-2, если заданный расход реагента  $r = 800$  г/т и плотность  $\Delta = 0,82$  г/см<sup>3</sup>.

*Задача 221.* Определить массу товарного ПАА для приготовления рабочего раствора объемом  $V_1 = 100$  л, если концентрация ПАА в товарном флокулянте  $c_1 = 8\%$  и в растворе  $c_2 = 0,1\%$ .

*Задача 222.* Определить объемный расход раствора ПАА для флокуляции отходов флотации в количестве  $W_1 = 400$  м<sup>3</sup>/ч, если концентрация раствора  $c_2 = 0,12\%$  и заданный расход ПАА  $r = 0,7$  г/м<sup>3</sup>.

*Задача 223.* Составить месячный баланс продуктов обогащения и отчет о работе углеобогащительной фабрики, если зольность и массовая доля рядовых углей, поступивших на фабрику, соответ-

ственно  $A_p^d=21,5\%$  и  $W_p^r=4,8\%$ ; зольность и массовая доля влаги отгруженных продуктов; концентрата  $A_p^d=7,2\%$  и  $W_k^r=9,5\%$ ; промпродукта  $A_{пп}^d=44,5\%$  и  $W_{пп}^r=9\%$ ; отходов  $A_o^d=76,3\%$  и  $W_o^r=10,2\%$ ; потери составили 0,2% к рядовому углю.

Данные о поступлении рядовых углей и отгрузке продуктов обогащения, а также результаты измерения остатков угля и продуктов обогащения к началу и концу месяца приведены в табл. 68.

Таблица 68

**Результаты измерения массы остатков угля продуктов по фабрике (к задаче 223)**

Продукт	Масса остатка, т		Всего
	к началу месяца	к концу месяца	
Рядовые угли:			
в вагонах	120	180	—
на складе	2120	950	—
в бункерах	1500	2000	—
поступило	—	—	142 205
Концентрат:			
в вагонах	—	—	—
на складе	2450	1100	—
в бункерах	600	600	—
отгружено	—	—	113 666
Промпродукт:			
в вагонах	—	—	—
на складе	700	290	—
в бункерах	180	180	—
отгружено	—	—	13 902

Решение. 1. Определяем переработку рядовых углей с учетом остатков (табл. 68):

$$120 + 2120 + 1500 + 142\ 205 - (180 + 950 + 2000) = 142\ 815 \text{ т.}$$

2. Определяем выработку концентрата:  
в натуре

$$1100 + 600 + 113\ 666 - (2450 + 600) = 112\ 312 \text{ т.}$$

приведенного к массовой доле влаги рядовых углей

$$112\ 312 \frac{100 - (9,5 - 4,8)}{100} = 107\ 034 \text{ т.}$$

3. Определяем выработку промпродукта:  
в натуре

$$290 + 180 + 13\ 902 - (700 + 180) = 13\ 492 \text{ т.}$$

приведенного к массовой доле влаги рядовых углей

$$13\ 492 [100 - (9 - 4,8)] / 100 = 12\ 925 \text{ т.}$$



4. Определяем потери  $142\ 815 \cdot 0,002 = 286$  т.

5. Определяем выход отходов, приведенных к массовой доле влаги рядовых углей:

$$142\ 815 - 107\ 034 - 12\ 925 - 286 = 22\ 570 \text{ т};$$

в натуре

$$22\ 570 \frac{100}{100 - (10,2 - 4,8)} = 23\ 858 \text{ т.}$$

6. Определяем выход продуктов обогащения в процентах к рядовому углю: концентрата  $107\ 034 \cdot 100 / 142\ 815 = 74,9\%$  и т.д. для других продуктов. Полученные данные заносим в табл. 69.

Таблица 69

Месячный баланс переработки углей (к задаче 223)

Продукт	Масса, т		Выход $\gamma$ , %	Зольность $A^d$ , %	Массовая доля влаги, $W$ , %
	приведенная	в фактической натуре			
Рядовой уголь	142 815	142 815	100,0	21,5	4,8
Концентрат	107 034	112 312	74,9	7,2	9,5
Промпродукт	12 925	13 492	9,1	44,5	9,0
Отходы	22 570	23 858	15,8	76,3	10,2
Потери	286	286	0,2	21,5	4,8

**Задача 224.** Рассчитать учетную массу угля, передаваемого шахтой на ОФ, если масса горной массы  $Q_{г.м} = 632$  т, ее зольность  $A_{г.м}^d = 37,0\%$ , норма зольности рядового угля по шахте  $A_n^d = 23,2\%$ , а зольность породы  $A_n^d = 75,0\%$ .

Решение. 1. Определяем скидку с массы  $Q_c$  по формуле (234):

$$Q_c = 632 (37,0 - 23,2) / (75 - 23,2) = 168,4 \text{ т.}$$

2. Учетная масса  $632 - 168,4 = 463,6$  т.

Таблица 70

Теоретические показатели продуктов рассортировки (к задаче 225)

Класс, мм	Выход $\gamma$ , %	Зольность $A^d$ , %	Массовая доля влаги $W$ , %	
			рабочая	внешняя
100—25	24,01	11,2	4,2	3,2
25—13	22,96	13,7	4,5	3,6
13—6	16,18	11,9	5,0	4,0
6—0	36,85	11,0	6,0	5,0
Исходный	100,0	11,8	5,1	

**Задача 225.** Рассчитать среднюю и предельную нормы зольности и массовые доли рабочей влаги продуктов рассортировки углей марки Т Донецкого бассейна по данным табл. 70, если при внешней доле влаги угля 3% для всех сит эффективность грохочения  $E = 92\%$ ,

обеспечивающую переработку угля с допускаемыми удельными производительностями, определяемыми по прил. 8.

Решение. 1. Определяем эффективность грохочения в зависимости от массовой доли влаги классов углей ( $k_w$ ). Коэффициент  $k_w$  принимаем по прил. 14, тогда  $E_{25} = Ek_{w_1} = 92 \cdot 1 = 92\%$ ;  $E_{13} = Ek_{w_2} = 92 \cdot 0,95 = 87,4\%$ ;  $E_6 = Ek_{w_3} = 92 \cdot 0,75 = 69\%$ .

2. Рассчитываем допустимые засорения мелочью [по формуле (229)], % от верхнего продукта:

$$B_{25} = \frac{100 \cdot 75,99(100 - 92)}{100^2 - (92 \cdot 75,99)} = 20,2\%.$$

Засорение класса 25—100 мм мелочью, равное 20,2%, превышает допустимую норму по ГОСТ 8188—87 и потому требует снижения удельной производительности. Принимаем удельную производительность грохота 20 т/(ч·м<sup>2</sup>) вместо 24 т/(ч·м<sup>2</sup>) и  $E = 96\%$ . В этом случае

$$B_{<25} = \frac{100 \cdot 75,99(100 - 96)}{(100 - 96)75,99} = 11,5\%;$$

$$B_{<13} = \frac{100(16,18 + 36,85)(100 - 87,4)}{(100 - 87,4)(16,18 + 36,85)} = 12,4\%;$$

$$B_{<6} = \frac{(100 \cdot 36,85)(100 - 69)}{100 - (69 \cdot 36,85)} = 15,3\%.$$

Полученные значения засорений удовлетворяют требованию ГОСТ 8188—87.

3. Рассчитываем практический выход классов при допустимых засорениях:

$$\gamma_{25-100} = \frac{100 \cdot 24,01}{100 - 11,5} = 27,13\%;$$

$$\gamma_{13-25} = \frac{22,96 - 11,5 \cdot 27,13}{100} \frac{100}{100 - 12,4} = 22,62\%;$$

$$\gamma_{6-13} = 16,18 - \frac{12,4 \cdot 22,62}{100} \frac{100}{100 - 15,3} = 15,79\%;$$

$$\gamma_{0-6} = 100 - (27,13 + 22,62 + 15,79) = 34,46\%.$$

4. Рассчитываем среднюю норму зольности по формуле (233):

$$A_{25-100}^d = \frac{11,2(100 - 11,5) + (11,5 \cdot 13,7)}{100} = 11,5\%;$$

$$A_{13-25}^d = \frac{13,7(100 - 12,4) + (12,4 \cdot 11,9)}{100} = 13,5\%;$$

$$A_{6-13}^d = \frac{11,9(100 - 15,3) + (15,3 \cdot 11,0)}{100} = 11,8\%.$$

Аналогично рассчитываются средние нормы массовой доли рабочей влаги.

5. Рассчитываем предельные нормы качества по золе и влаге:

$$A_{\text{пр}}^d = A_{\text{ср}}^d + a,$$

где  $a$  — разность между максимальным и средним значениями колебаний зольности за истекший период.

$$W_{\text{пр}} = W_{\text{ср}} + b,$$

где  $b$  — разность между максимальным и средним значениями колебаний влажности за истекший период.

При этом допустимые значения относительных поправок  $\Delta X/X_{\text{ср}}$  не должны превышать приведенных в прил. 9.

$$A_{\text{пр}25-100}^d = 11,5 + 2,5 = 14,0\%; \quad \frac{2,5}{11,5} = 0,22 < 0,25;$$

$$A_{\text{пр}13-25}^d = 13,5 + 3,0 = 16,5\%; \quad \frac{3,0}{13,5} = 0,22 < 0,25;$$

$$A_{\text{пр}6-13}^d = 11,8 + 2,8 = 14,6\%; \quad \frac{2,8}{11,8} = 0,24 < 0,25;$$

$$A_{\text{пр}0-6}^d = 11,0 + 1,6 = 12,6\%; \quad \frac{1,6}{11,0} = 0,14 < 0,15;$$

$$W_{\text{пр}25-100}^r = 42 + 0,7 = 4,9\%; \quad \frac{0,7}{4,2} = 0,166 < 0,17;$$

$$W_{\text{пр}13-25}^r = 4,5 + 0,7 = 5,2\%; \quad \frac{0,7}{4,5} = 0,16 < 0,17;$$

$$W_{\text{пр}6-13}^r = 5,0 + 0,8 = 5,8\%; \quad \frac{0,8}{5,0} = 0,16 < 0,17;$$

$$W_{\text{пр}0-6}^d = 6,0 + 0,85 = 6,8\%; \quad \frac{0,8}{6,0} = 0,13 < 0,15.$$

Результаты расчета заносим в табл. 71.

Таблица 71

**Практический баланс продуктов рессортировки**

Класс, мм	Выход $\gamma$ , %	Зольность $A^d$ , %		Массовая доля рабочей влаги $W^r$ , %	
		средняя	предельная	средняя	предельная
100—25	27,13	11,5	14,0	4,2	4,9
25—13	22,62	13,5	16,5	4,5	5,2
13—6	15,79	11,8	14,6	5,0	5,8
6—0	34,46	11,0	12,6	6,0	6,8
Исходный	100,0	11,8	—	5,0	—

**Задача 226.** Уголь шахты пласта I характеризуется показателями: отражение ветринита  $R_0 = 1,48\%$ , содержание фюзенизированных

компонентов  $\Sigma \text{OK} = 43\%$ , выход летучих веществ  $V^{daf} = 18,3\%$ , толщина пластического слоя  $y = 10$  мм.

Определить кодовый номер этого угля, его марку, группу, подгруппу по ГОСТ 25543—88.

Решение. 1. Определяем класс угля. По показателю  $R_0 = 1,48\%$  в табл. 2 ГОСТ 25543—88 находим значение класса 14.

2. Определяем категорию угля. По показателю  $\Sigma \text{OK} = 43\%$  в табл. 3 ГОСТ 25543—88 находим значение категории угля 4.

3. Определяем тип угля. По показателю  $V^{daf} = 18,3\%$  в табл. 5 ГОСТ 25543—88 находим значение типа 18.

4. Определяем подтип угля. По показателю  $y = 10$  мм в табл. 8 ГОСТ 25543—88 находим значение подтипа 10. Записываем кодовый номер угля 1441810.

5. По табл. 10 ГОСТ 25543—88, сопоставив значения класса, категории, тип и подтип угля, находим уголь: относится к марке ОС (отощенный спекающийся), группе 1ОС (первый отощенный спекающийся), подгруппе 1ОСФ (первый отощенный спекающийся фюзинитовый).

**Задача 227.** Дан класс угля 1113218. Определить по ГОСТ 25543—88 марку, группу, подгруппу угля и его характеристики.

Решение. 1. Определяем характеристики угля. Расчлняем класс на соответствующие значения 1113218: это соответствует 11—1—32—18. По табл. 2, 3, 5, 8 ГОСТ 25543—88 находим: 11 соответствует  $R_0 = 1,00—1,19\%$ ; 1 соответствует  $\Sigma \text{OK} = 10—19\%$ ; 32 соответствует  $V^{daf} = 32 \div 34\%$ ; 18 соответствует  $y = 18$  мм.

2. Определяем по табл. 10 ГОСТ 25543—88 марку и группу угля: марка Ж, группа 1Ж.

## ГЛАВА X

### РАСЧЕТ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СХЕМ

#### 21. РАСЧЕТ КАЧЕСТВЕННО-КОЛИЧЕСТВЕННЫХ СХЕМ ОБОГАЩЕНИЯ УГЛЕЙ

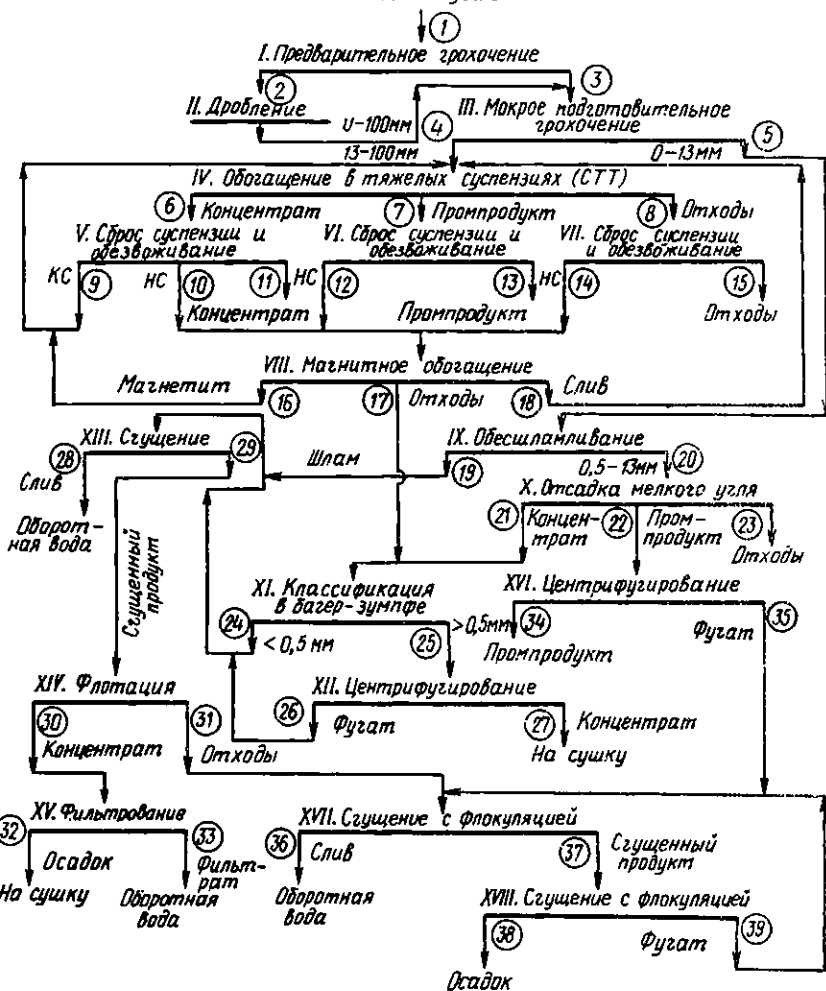
Расчитать качественно-количественную схему обогащения углей, приведенную на рис. 24, решая последовательно отдельные технологические операции как самостоятельные задачи.

**Задача 228.** На предварительное грохочение поступает рядовой уголь  $\gamma_1 = 100\%$ ,  $A_1^d = 25,8\%$  (см. рис. 24, операции I и II). Расчитать операции грохочения и дробления класса  $> 100$  мм, если эффективность грохочения на сите с отверстиями размером 100 мм  $\eta_1 = 0,97$ , гранулометрический состав рядового угля приведен в табл. 11 (графы 8 и 9).

Решение. 1. Определяем выход надрешетного продукта

$$\gamma_2 = \gamma_{>100} + (1 - \eta_1) \gamma_{-100} \%$$

Рядовой уголь



24. Технологическая схема обогащения коксующихся углей:  
КС — кондиционная суспензия; НС — некондиционная суспензия

где  $\gamma_{>100} = 10\%$  (см. табл. 11);

$$\gamma_{0-100} = 100 - \gamma_{>100} = 100 - 10 = 90\%;$$

$$\gamma_2 = 10 + (1 - 0,97)90 = 12,7\%.$$

2. Общий выход и зольность класса  $0-100\text{ мм}$  определяем из уравнений баланса:  $\gamma_3 \cdot \gamma_1 = 100\%$  и  $A_3^d = A_1^d = 25,8\%$ .

**Задача 229.** На грохочение поступает уголь класса 0—100 мм  $\gamma_3 = 100\%$ ,  $A_3^d = 25,8\%$  (рис. 24, операция III). Рассчитать операцию мокрого подготовительного грохочения на классы 13—100 и 0—13 мм. Гранулометрический состав шихты после дробления крупного класса приведен в табл. 12.

**Решение.** 1. Определяем выход и зольность класса 13—100 мм

$$\gamma_4 = \gamma_{13-100} + (1 - \eta_2) \gamma_{0-13},$$

где  $\gamma_{13-100} = 38,7\%$ ;  $A_{13-100}^d = 31,1\%$ ;

$$\gamma_{0-13} = 61,3\%; A_{0-13}^d = 22,5\% \text{ (табл. 10).}$$

Определяем эффективность грохочения на сите с отверстиями размером 13×13 мм по формуле

$$\eta_2 = 100(b - c)/(100 - c),$$

где  $c = 7\%$  (прил. 6);  $b = \gamma_{0-13} = 61,3\%$ .

$$\eta_2 = \frac{100(61,3 - 7)}{61,3(100 - 7)} = 0,95;$$

$$\gamma_4 = 38,7 + (1 - 0,95) 61,3 = 41,7\%.$$

$$A_4^d = \frac{\gamma_{13-100} A_{13-100}^d + (1 - \eta_2) \gamma_{0-13} A_{0-13}^d}{\gamma_4}$$

$$A_4^d = \frac{38,7 \cdot 31,1 + (1 - 0,95) 61,3 \cdot 22,5}{41,7} = 30,5\%.$$

2. Определяем выход и зольность класса 0—13 мм:

$$\gamma_5 = \gamma_{0-13} \eta_2 = 61,3 \cdot 0,95 = 58,3\%;$$

$$A_5^d = A_{0-13}^d = 22,5\%.$$

3. Проверочный расчет:

$$\gamma_3 = \gamma_4 + \gamma_5 = 41,7 + 58,3 = 100\%;$$

$$A_3^d = \frac{41,7 \cdot 30,5 + 58,3 \cdot 22,5}{100} = 25,8\%.$$

**Задача 230.** На обогащение в тяжелых суспензиях поступает класс 13—100 мм,  $\gamma_4 = 41,7\%$ ,  $A_4^d = 30,5\%$  (рис. 24, операция IV). Рассчитать операцию обогащения в тяжелых суспензиях в сепараторе СТТ. Гранулометрический и фракционный составы машинного класса 13—100 мм приведены в табл. 13 и 32.

**Решение.** 1. Рассчитываем шламообразование. Содержание класса 0—0,5 мм в исходном питании

$$x_1 = \gamma_{0-0,5} (1 - \eta) \%,$$

где  $\gamma_{0-0,5} = 14,9\%$ ;  $A_{0-0,5}^d = 21,1\%$  (табл. 13);

$\eta_2 = 0,95$  — эффективность грохочения на сите с отверстиями размером  $13 \times 13$  мм:

$$x_1 = 14,9(1 - 0,95) = 0,7\%;$$

$$A_x^d = A_{0-0,5}^d = 21,1\%.$$

Дополнительный выход шлама принимаем 1% (см. прил. 10):

$$x_2 = \gamma_4 \cdot 0,01 = 41,7 \cdot 0,01 = 0,4\%;$$

$$A_{x_2}^d = A_4^d = 30,5\%.$$

Общий выход шлама

$$x_3 = x_1 + x_2 = 0,7 + 0,4 = 1,1\%;$$

$$A_{x_3}^d = \frac{0,7 \cdot 21,1 + 0,4 \cdot 30,5}{1,1} = 24,5\%.$$

2. Определяем выход и зольность исходного питания без шлама:

$$\gamma'_4 = \gamma_4 - x_3 = 41,7 - 1,1 = 40,6\%;$$

$$A_4^d = \frac{41,7 \cdot 30,5 - 1,1 \cdot 24,5}{40,6} = 30,7\%.$$

3. Производим корректировку фракционного состава класса 13—100 мм (табл. 32) к  $A_4^d = 30,7\%$ . Составляем уравнения баланса.

$$x + 15,8 + 3,5 + 2,2 + 2,7 + y = 100\%;$$

$$3,6x + 15,8 \cdot 9,2 + 3,5 \cdot 17,3 + 2,2 \cdot 23,9 + 2,7 \cdot 36,4 + 81,5y = 100 \cdot 30,7,$$

откуда  $x = 44,5\%$ ,  $y = 31,3\%$ .

Скорректированный фракционный состав заносим в табл. 72.

4. Составляем табл. 72.

Таблица 72

Результаты обогащения угля класса 13—100 мм в тяжелых суспензиях (к задаче 230)

Плотность фракции, кг/м <sup>3</sup>	Исходное питание				Концентрат при $E_p = 0,043$ ; $\delta_p = 1540$ кг/м <sup>3</sup>		
	$\gamma$ , %	$A^d$ , %	$\gamma A$	$\delta_{cp}$ , кг/м <sup>3</sup>	$x$	$\epsilon$ , %	$\gamma$ , %
1	2	3	4	5	6	7	8
1200—1300	44,5	3,6	160,20	1250	4,55	100,0	44,50
1300—1400	15,8	9,2	145,36	1350	2,98	99,86	15,78
1400—1500	3,5	17,3	60,55	1450	1,41	92,07	3,22
1500—1600	2,2	23,9	52,58	1550	-0,16	43,64	0,96
1600—1800	2,7	36,4	98,28	1700	-2,52	0,59	0,02
1800—2600	31,3	81,5	2550,95	2200	-10,40	—	—
Исходная	100,0	30,7	3067,92	—	—	—	64,48

Плотность фракции, кг/м <sup>3</sup>	Концентрат при $E_p=0,043$ ; $\delta_p=1,540$	Отходы при $E_p=0,046$ ; $\delta_p=1720$ кг/м <sup>3</sup>				Промпродукт	
		$x'$	$\varepsilon, \%$	$\gamma_0, \%$	$\gamma_0 A^d$	$\gamma_{пр}, \%$	$\gamma_{пр} A^d$
	$\gamma_k \cdot A^d$						
1	9	10	11	12	13	14	15
1200—1300	160,20	-7,04	—	—	—	—	—
1300—1400	145,18	-5,43	—	—	—	0,02	0,18
1400—1500	55,71	-3,52	—	—	—	0,28	4,84
1500—1600	22,94	-2,50	0,62	0,01	0,24	1,23	29,40
1600—1800	0,73	-0,29	38,59	1,04	37,86	1,64	59,69
1800—2600	—	7,05	100,0	31,30	2550,95	—	—
Исходная	384,76	—	—	32,35	2589,05	3,17	94,11

*Исходное питание.* Графы 2 и 3 табл. 72 заполняем данными скорректированного фракционного состава класса 13—100 мм. Заполняем графу 4  $\gamma_k A^d = 44,5 \cdot 3,6 = 160,20$  и т. д.

Определяем среднюю плотность фракций (графа 5)

$$\delta_{cp} = (1200 + 1300)/2 = 1250 \text{ кг/м}^3 \text{ и т. д.}$$

*Концентрат.* Плотность разделения для концентрата принимаем  $\delta_p = 1540$  кг/м<sup>3</sup> по кривым обогатимости класса 13—100 мм (рис. 25).

Определяем среднее вероятное отклонение

$$E_p = 0,015\delta_p + 0,02 = 0,015 \cdot 1,54 + 0,02 = 0,043.$$

Отклонение средней плотности фракций от плотности разделения определяем по формуле (50) (графа 6)

$$x = \frac{\delta_p' - \delta_{cp}}{E_p} 0,675 = \frac{1540 - 1250}{0,043} 0,675 = 4,55$$

и т. д. для других фракций.

По прил. 3 находим  $F(x) = 1$  при  $x = 4,55$  и определяем извлечение (графа 7)

$$\varepsilon = F(x) 100 = 1 \cdot 100 = 100\%.$$

Определяем выход концентрата (графа 8)

$$\gamma_k = \gamma \cdot \varepsilon / 100 = 44,5 \cdot 100 / 100 = 44,5\%$$

и т. д.

Заполняем графу 9

$$\gamma_k A^d = 44,5 \cdot 3,6 = 160,20$$

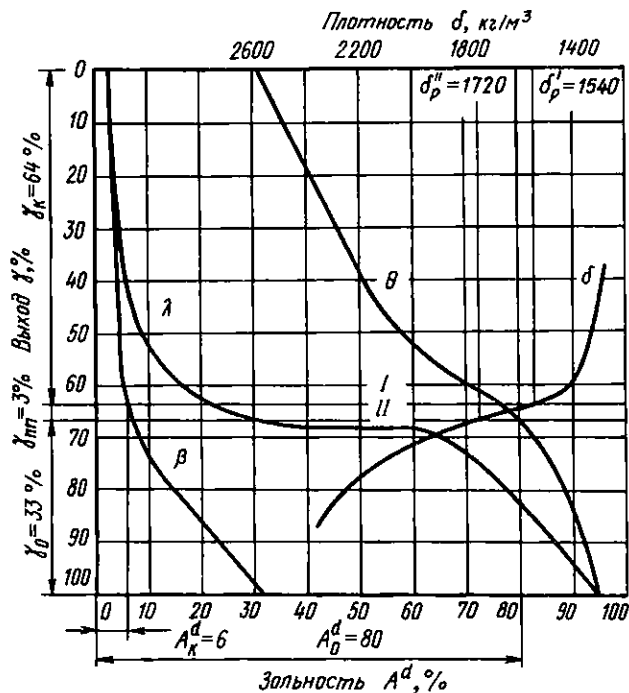
и т. д.

*Отходы.* Плотность разделения для отходов принимаем  $\delta_p'' = 1,72$  г/см<sup>3</sup> по кривым обогатимости класса 13—100 мм (см. рис. 25). Определяем среднее вероятное отклонение

$$E_p = 0,015 \cdot 1,720 + 0,02 = 0,046.$$



25. Кривые обога-  
тимости угля клас-  
са 13—100 мм (к  
задаче 230)



Отклонение средней плотности фракции от плотности разделения (табл. 72, графа 10) определяем по формуле (50)

$$x' = \frac{\delta'' - \delta'}{E_p} 0,675 = -\frac{1,72 - 1,25}{0,046} 0,675 = -7,04.$$

и т. д. для других фракций.

По прил. 3 находим  $F_x = 0$  при  $x = -7,04$  и определяем извлечение (графа 11)

$$\epsilon = F(x) 100 = 0 \cdot 100 = 0$$

и т. д.

Определяем выход отходов (графа 12)

$$\gamma_0 = \gamma \epsilon / 100 = 44,5 \cdot 0 / 100 = 0$$

и т. д.

Заполняем графу 13

$$\gamma_0 A^d = 0 \cdot 3,6 = 0$$

и т. д.

*Промпродукт.* Определяем выход промпродукта (графа 14)

$$\gamma_{пн} = \gamma - \gamma_k - \gamma_0 = 44,5 - 44,5 - 0 = 0$$

и т. д.

Заполняем графу 15

$$\gamma_{mn} A^d = 0 \cdot 3,6 = 0$$

и т. д.

Проверяем правильность составления табл. 72 (последняя строка):

$$\Sigma \gamma = \Sigma \gamma_x + \Sigma \gamma_{mn} + \Sigma \gamma_o = 64,48 + 3,17 + 32,35 = 100\%;$$

$$\Sigma \gamma A^d = \Sigma \gamma_x A^d + \Sigma \gamma_{mn} A^d + \Sigma \gamma_o A^d = 384,76 + 94,11 + 2589,05 = 3067,92.$$

5. Определяем выход и зольность продуктов обогащения по табл. 72: концентрат без шлама

$$\gamma'_6 = \frac{\gamma'_4}{100} \Sigma \gamma_x = \frac{40,6}{100} 64,48 = 26,2\%;$$

$$A^d_6 = \frac{\Sigma \gamma_x A^d}{\Sigma \gamma_x} = \frac{384,76}{64,48} = 6\%;$$

концентрат со шламом

$$\gamma_6 = \gamma'_6 + x_3 = 26,2 + 1,1 = 27,3\%;$$

$$A^d_6 = \frac{\gamma'_6 A^d_6 + x_3 A^d_{x_3}}{\gamma_6} = \frac{26,2 \cdot 6 + 1,1 \cdot 24,5}{27,3} = 6,8\%;$$

промпродукт

$$\gamma_7 = \frac{\gamma'_4}{100} \Sigma \gamma_{mn} = \frac{40,6}{100} 3,17 = 1,3\%;$$

$$A^d_7 = \frac{\Sigma \gamma_{mn} A^d}{\Sigma \gamma_{mn}} = \frac{94,11}{3,17} = 29,7\%;$$

отходы

$$\gamma_8 = \frac{\gamma'_4}{100} \Sigma \gamma_o = \frac{40,6}{100} 32,35 = 13,1\%;$$

$$A^d_8 = \frac{\Sigma \gamma_o A^d}{\Sigma \gamma_o} = \frac{2589,05}{32,35} = 80\%.$$

6. Проверочный расчет:

$$\gamma_4 = \gamma_6 + \gamma_7 + \gamma_8 = 27,3 + 1,3 + 13,1 = 41,7\%;$$

$$A^d_4 = \frac{27,3 \cdot 6,8 + 1,3 \cdot 29,7 + 13,1 \cdot 80}{41,7} = 30,5\%.$$

**Задача 231.** На отсадку поступает класс 0,5—13 мм  $\gamma_{20} = 49,8\%$ ;  $A^d_{20} = 22,7\%$  (см. рис. 24, операция X). Рассчитать операцию отсадки мелкого угля. Содержание класса 0—0,05 мм в исходном питании  $\gamma_{0-0,5} = 5,7\%$ ,  $A^d_{0-0,5} = 21,1\%$ . Фракционный состав машинного класса 0,5—13 мм приведен в табл. 32.

**Решение.** 1. Рассчитываем шламообразование. По прил. 10 находим дополнительный выход шлама в процессе отсадки  $a = 10\%$  при  $\gamma_{0-0,5} = 14,9\%$  (табл. 13), тогда

$$x_1 = (\gamma_{20} - \gamma_{0-0,5}) \frac{a}{100} = (49,8 - 5,7) 0,1 = 4,4\%;$$

$$A_{x_1}^d = A_{20}^d = 22,7\%.$$

Общий выход шлама

$$x_2 = x_1 + \gamma_{0-0,5} = 4,4 + 5,7 = 10,1\%;$$

$$A_{x_2}^d = \frac{4,4 \cdot 22,7 + 5,7 \cdot 21,1}{10,1} = 21,8\%.$$

2. Определяем выход и зольность исходного питания без шлама:

$$\gamma'_{20} = \gamma_{20} - x_2 = 49,8 - 10,1 = 39,7\%;$$

$$A_{20}^{d'} = \frac{49,8 \cdot 22,7 - 10,1 \cdot 21,8}{39,7} = 22,9\%.$$

Так как  $A_{20}^{d'}$  совпадает с зольностью класса 0,5—13 мм в табл. 32, то корректировку фракционного состава машинного класса не проводим.

3. Составляем табл. 73.

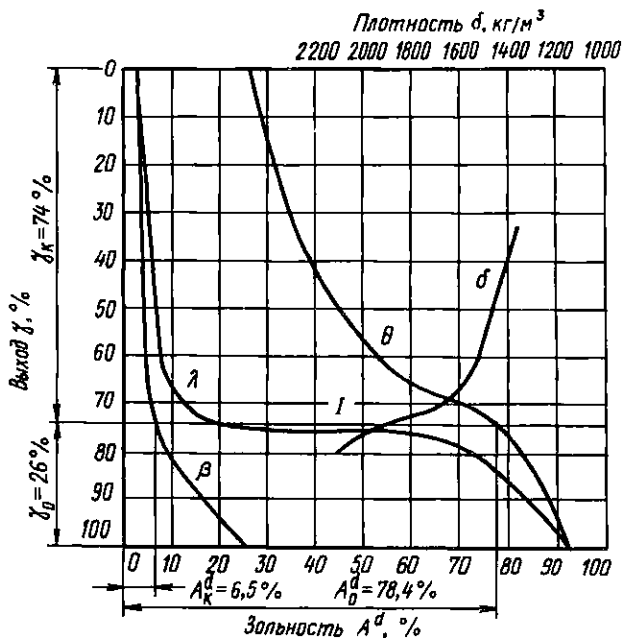
Таблица 73

Результаты отсадки угля класса 0,5—13 мм (к задаче 231)

Плотность фракции, кг/м <sup>3</sup>	Исходное питание				Концентрат при $\delta'_p = 1580$ кг/дм <sup>3</sup> и $I = 0,17$		
	$\gamma$ , %	$A^d$ , %	$\gamma A^d$ , %	$\delta_{сп}$ , кг/м <sup>3</sup>	$x$	$\epsilon$ , %	$\gamma_{\epsilon}$ , %
1	2	3	4	5	6	7	8
1200—1300	49,1	2,8	137,48	1250	3,42	99,97	49,09
1300—1400	15,7	7,1	111,47	1350	2,06	98,03	15,39
1400—1500	6,4	16,3	104,32	1450	1,04	85,08	5,45
1500—1600	2,4	25,0	60,00	1550	0,20	57,93	1,39
1600—1800	3,7	37,7	139,49	1700	-0,89	18,67	0,69
1800—2600	22,7	76,7	1741,09	2200	-2,96	0,15	0,03
Исходная	100,0	22,9	2293,85	—	—	—	72,04

Продолжение табл. 73

Плотность фракции, кг/м <sup>3</sup>	Концентрат при $I = 0,17$	Отходы при $\delta''_p = 1790$ кг/м <sup>3</sup> и $I = 0,17$				Промпродукт	
		$x'$	$\epsilon$ , %	$\gamma_{\epsilon}$ , %	$\gamma_{\epsilon} A^d$	$\gamma_{\text{пр}}$ , %	$\gamma_{\text{пр}} A^d$
1	9	10	11	12	13	14	15
1200—1300	137,45	-4,69	—	—	—	0,01	0,03
1300—1400	109,27	-3,32	0,04	0,01	0,07	0,30	2,13
1400—1500	88,84	-2,30	1,07	0,07	1,14	0,88	14,34
1500—1600	34,75	-1,59	5,59	0,13	3,25	0,88	22,00
1600—1800	26,01	-0,50	30,85	1,14	42,98	1,87	70,50
1800—2600	2,30	1,71	95,64	21,71	1665,16	0,96	73,63
Исходная	398,62	—	—	23,06	1712,60	4,90	182,63



26. Кривые обогатимости угля класса 0,5—13 мм (к задаче 231)

По кривым обогатимости класса 0,5—13 мм (рис. 26) принимаем плотность разделения: для концентрата  $\delta'_p = 1580$  кг/м<sup>3</sup> и отходов  $\delta''_p = 1790$  кг/м<sup>3</sup>. Погрешность разделения для отсадочной машины мелкого угля принимаем  $I = 0,17$  (прил. 11).

*Исходное питание.* Графы 2 и 3 табл. 73 заполняем данными табл. 32.

Заполняем графу 4  $\gamma A^d = 49,1 \cdot 2,8 = 137,48$  и т. д.

Заполняем графу 5  $\delta_{cp} = (1200 - 1300)/2 = 1250$  кг/м<sup>3</sup> и т. д.

*Концентрат.* Отклонение средней плотности фракций от плотности разделения  $\delta''_p = 1580$  кг/м<sup>3</sup> (табл. 70, графа 6) определяем по формуле (51)

$$x = \lg \frac{1580 - 1000}{1250 - 11000} \left[ \frac{0,675}{\lg(0,17 + \sqrt{0,17^2 + 1})} \right] = \lg 2,32 (9,38) = 3,42$$

и т. д.

По прил. 3 находим  $F_x = 0,9997$  при  $x = 3,42$  и определяем извлечение (графа 7)  $\varepsilon = F_x \cdot 100 = 0,9997 \cdot 100 = 99,97\%$  и т. д.

Определим выход концентрата (графа 8):  $\gamma_k = 49,1 \times 99,97/100 = 49,09\%$  и т. д.

Заполняем графу 9  $\gamma_k A^d = 49,09 \cdot 2,8 = 137,45$  и т. д.

*Отходы.* Отклонение средней плотности фракций от плотности разделения  $\delta''_p = 1790$  кг/м<sup>3</sup> (табл. 73, графа 10) определяем по формуле (51)

$$x' = -\lg \frac{1790 - 1000}{1250 - 1000} \left[ \frac{0,675}{\lg(0,17 + \sqrt{0,17^2 + 1})} \right];$$

$$x' = -\lg 3,16(9,38) = -4,69 \text{ и т. д.}$$

При прил. 3 находим  $F(x) = 0$  при  $x = -4,69$  и извлечение (графа 11)  $\varepsilon = F(x) 100 = 0 \cdot 100 = 0$  и т. д.

Определяем выход отходов (графа 12)  $\gamma_o = 49,1 \cdot 0 / 100 = 0$  и т. д.

Заполняем графу 13:  $\gamma_o A^d = 0 \cdot 2,8 = 0$  и т. д.

*Промпродукт.* Определяем выход промпродукта (табл. 73, графа (14)  $\gamma_{\text{пн}} = \gamma - \gamma_{\text{к}} - \gamma_o = 49,1 - 49,09 - 0 = 0,01\%$  и т. д.

Заполняем графу 15  $\gamma_{\text{пн}} A^d = 0,01 \cdot 2,8 = 0,03$  и т. д.

Проверяем правильность составления табл. 73 (последняя строка):

$$\Sigma \gamma = \Sigma \gamma_{\text{к}} + \Sigma \gamma_{\text{пн}} + \Sigma \gamma_o = 72,04 + 4,90 + 23,06 = 100\%;$$

$$\Sigma \gamma A^d = \Sigma \gamma_{\text{к}} A^d + \Sigma \gamma_{\text{пн}} A^d + \Sigma \gamma_o A^d = 398,62 + 182,63 + 1712,60 = 2293,85.$$

4. Определяем выход и зольность продуктов обогащения по табл. 73:

концентрат без шлама

$$\gamma'_{21} = \frac{\gamma'_{20}}{100} \Sigma \gamma_{\text{к}} = \frac{39,7}{100} 72,04 = 28,6\%;$$

$$A^d_{21} = \frac{\Sigma \gamma_{\text{к}} A^d}{\Sigma \gamma_{\text{к}}} = \frac{398,62}{72,04} = 5,5\%;$$

концентрат со шламом

$$\gamma_{21} = \gamma'_{21} + x = 28,6 + 10,1 = 38,7\%;$$

$$A^d_{21} = \frac{\gamma'_{21} A^d_{21} + x_2 A^d_{x_2}}{\gamma_{21}} = \frac{28,6 \cdot 5,5 + 10,1 \cdot 21,8}{38,7} = 9,8\%;$$

промпродукт

$$\gamma_{22} = \frac{\gamma'_{20}}{100} \Sigma \gamma_{\text{пн}} = \frac{39,7}{100} 4,90 = 2,0\%;$$

$$A^d_{22} = \frac{\Sigma \gamma_{\text{пн}} A^d}{\Sigma \gamma_{\text{пн}}} = \frac{182,63}{4,90} = 37,3\%;$$

отходы

$$\gamma_{23} = \frac{\gamma'_{20}}{100} \Sigma \gamma_o = \frac{39,7}{100} 23,06 = 9,1\%;$$

$$A^d_{23} = \frac{\Sigma \gamma_o A^d}{\Sigma \gamma_o} = \frac{1712,60}{23,06} = 74,3\%.$$

5. Проверочный расчет:

$$\gamma_{20} = \gamma_{21} + \gamma_{22} + \gamma_{23} = 38,7 + 2,0 + 9,1 = 49,8\%;$$

$$A^d_{20} = \frac{38,7 \cdot 9,8 + 2,0 \cdot 37,3 + 9,1 \cdot 74,3}{49,8} = 22,7\%.$$

**Задача 232.** На обезвоживающий грохот поступает концентрат  $\gamma_6 = 27,3\%$ ,  $A_6^d = 6,8\%$  (рис. 24, операция V). Рассчитать операцию сброса суспензии и обезвоживания концентрата, если содержание шлама в исходном питании  $\gamma_{0-0,5} = 1,1\%$ ,  $A_{0-0,5}^d = 24,5\%$ ; эффективность обезвоживания грохота  $\eta = 0,9$ .

**Решение.** 1. Содержание шлама в кондиционной суспензии (КС) принимаем  $\gamma_9 = 0$ .

2. Определяем содержание и зольность шлама в некондиционной суспензии (НС)

$$\gamma_{10} = \gamma_{0-0,5} \eta = 1,1 \cdot 0,9 = 1\%;$$

$$A_{10}^d = A_{0-0,5}^d = 24,5\%.$$

3. Определяем выход и зольность обезвоженного концентрата по балансу

$$\gamma_{11} = \gamma_6 - \gamma_{10} = 27,3 - 1,0 = 26,3\%;$$

$$A_{11}^d = \frac{27,3 \cdot 6,8 - 1,0 \cdot 24,5}{26,3} = 6,1\%.$$

**Задача 233.** На обезвоживающий грохот поступает концентрат  $\gamma_6 = 25,8\%$ ,  $A_6^d = 7\%$  (рис. 24, операция V). Рассчитать операцию сброса суспензии и обезвоживания концентрата, если содержание шлама в исходном питании  $\gamma_{0-0,5} = 0,9\%$ ,  $A_{0-0,5}^d = 26,3\%$ ; эффективность обезвоживания  $\eta = 0,9$ .

**Ответ:**  $\gamma_9 = 0$ ;  $\gamma_{10} = 0,8\%$  и  $A_{10}^d = 26,3\%$ ;  $\gamma_{11} = 25,0\%$  и  $A_{11}^d = 6,4\%$ .

**Задача 234.** На обезвоживающий грохот поступает промпродукт  $\gamma_7 = 1,3\%$ ,  $A_7^d = 29,7\%$  (рис. 24, операция VI). Рассчитать операцию сброса суспензии и обезвоживание промпродукта.

**Ответ:**  $\gamma_{12} = 0$ ;  $\gamma_{13} = \gamma_7 = 1,3\%$ ;  $A_{13}^d = A_7^d = 29,7\%$ .

**Задача 235.** На магнитное обогащение поступает некондиционная суспензия:  $\gamma_{10} = 1,0\%$ ;  $A_{10}^d = 24,5\%$ ;  $\gamma_{12} = 0$ ;  $\gamma_{14} = 0$  (рис. 24, операция VIII). Рассчитать операцию магнитного обогащения.

**Решение.** 1. Принимаем содержание шлама в магнетите и сливе  $\gamma_{16} = \gamma_{18} = 0$ .

2. Содержание шлама в НС  $\gamma_{17} = \gamma_{10} + \gamma_{12} + \gamma_{14} = 1\%$ ;  $A_{17}^d = 24,5\%$ .

**Задача 236.** На гидравлическую классификацию и обезвоживание в багер-зумпфе поступает концентрат  $\gamma_{21} = 38,7\%$ ,  $A_{21}^d = 9,8\%$  и отходы  $\gamma_{17} = 1,0\%$ ;  $A_{17}^d = 24,5\%$  (рис 24, операция XI). Рассчитать операцию классификации и обезвоживания в багер-зумпфе, если содержание шлама в концентрате  $x_2 = 10,1\%$ ,  $A_{x_2}^d = 21,8\%$ , эффективность классификации  $\eta = 0,9$ .

**Решение.** 1. Определяем массовую долю и зольность исходного питания:

$$\gamma = \gamma_{21} + \gamma_{17} = 38,7 + 1,0 = 39,7\%;$$

$$A^d = \frac{38,7 \cdot 9,8 + 1,0 \cdot 24,5}{39,7} = 10,2\%.$$

2. Определяем содержание и зольность шлама в исходном питании:

$$x_3 = x_2 + \gamma_{17} = 10,1 + 1,0 = 11,1\%;$$
$$A_{x_3}^d = \frac{10,1 \cdot 21,8 + 1,0 \cdot 24,5}{11,1} = 22,0\%.$$

3. Определяем выход и зольность класса крупностью менее 0,5 мм:

$$\gamma_{24} = x_3 \eta = 11,1 \cdot 0,9 = 10\%;$$
$$A_{24}^d = A_{x_3}^d = 22\%.$$

4. Определяем выход и зольность обезвоженного концентрата по балансу:

$$\gamma_{25} = \gamma - \gamma_{24} = 39,7 - 10 = 29,7\%;$$
$$A_{25}^d = \frac{39,7 \cdot 10,2 - 10 \cdot 22}{29,7} = 6,2\%.$$

*Задача 237.* На центрифугирование поступает мелкий концентрат  $\gamma_{25} = 29,7\%$ ,  $A_{25}^d = 6,2\%$  (рис. 24, операция XII). Рассчитать операцию центрифугирования концентрата, если доля шлама, уделяемого с фугатом, составляет 3% исходного питания.

*Решение.* 1. Определяем долю и зольность шлама, уделяемого с фугатом:

$$\gamma_{26} = \gamma_{25} \cdot 0,03 = 29,7 \cdot 0,03 = 0,9\%;$$
$$A_{26}^d = A_{25}^d + 2 = 6,2 + 2 = 8,2\%.$$

2. Определяем выход и зольность обезвоженного продукта по балансу:

$$\gamma_{27} = \gamma_{25} - \gamma_{26} = 29,7 - 0,9 = 28,8\%;$$
$$A_{27}^d = \frac{29,7 \cdot 6,2 - 0,9 \cdot 8,2}{28,8} = 6,1\%.$$

*Задача 238.* На сгущение поступают шлам  $\gamma_{19} = 8,5\%$ ,  $A_{19}^d = 21,1\%$ ; класс  $< 0,5$  мм;  $\gamma_{24} = 10\%$ ,  $A_{24}^d = 22\%$  и фугат  $\gamma_{26} = 0,9\%$ ,  $A_{26}^d = 8,2\%$  (рис. 24, операция XIII). Рассчитать операцию сгущения шлама.

*Решение.* 1. Определяем массовую долю и зольность исходного питания:

$$\gamma_0 = \gamma_{19} + \gamma_{24} + \gamma_{26} = 8,5 + 10,0 + 0,9 = 19,4\%;$$
$$A_0^d = \frac{8,5 \cdot 21,1 + 10 \cdot 22 + 0,9 \cdot 8,2}{19,4} = 21,0\%.$$

2. Содержание твердого в сливе принимаем равным нулю, тогда  $\gamma_{29} = \gamma_0 = 19,4\%$ ,  $A_{29}^d = A_0^d = 21,0\%$ .

*Задача 239.* На флотацию поступает шлам  $\gamma_{29} = 19,4\%$ ,  $A_{29}^d = 21\%$  (рис. 24, операция XIV). Рассчитать операцию флотации, если зольность концентрата  $A_{30}^d = 9\%$  и отходов  $A_{31}^d = 75\%$ .

Решение. 1. Выход продуктов флотации определяем из уравнений баланса:

$$\gamma_{30} = \gamma_{29} \frac{A_{31}^d - A_{29}^d}{A_{31}^d - A_{30}^d} = 19,4 \frac{75 - 21}{75 - 9} = 15,9\%;$$

$$\gamma_{31} = \gamma_{29} \frac{A_{29}^d - A_{30}^d}{A_{31}^d - A_{30}^d} = 19,4 \frac{21 - 9}{75 - 9} = 3,5\%.$$

**Задача 240.** На фильтрование поступает флотационный концентрат  $\gamma_{30} = 15,9\%$ ,  $A_{30}^d = 9\%$  (рис. 24, операция XV). Рассчитать операцию фильтрования, если содержание твердого в фильтрате  $\gamma_{33} = 0$ .

Ответ  $\gamma_{32} = 15,9\%$ ;  $A_{32}^d = 9\%$ .

**Задача 241.** На центрифугирование поступает промпродукт  $\gamma_{22} = 2,0\%$ ,  $A_{22}^d = 37,3\%$  (рис. 24, операция XVI). Рассчитать операцию центрифугирования промпродукта, если унос твердого фугатом составляет 3% исходного питания.

Решение. 1. Определяем выход твердого с фугатом и его зольность:

$$\gamma_{35} = \gamma_{22} \cdot 0,03 = 2,0 \cdot 0,03 = 0,1\%;$$

$$A_{35}^d = A_{22}^d + 3 = 37,3 + 3 = 40,3\%.$$

2. Определяем выход и зольность промпродукта по балансу:

$$\gamma_{34} = \gamma_{22} - \gamma_{35} = 2 - 0,1 = 1,9\%;$$

$$A_{34}^d = \frac{2,0 \cdot 37,3 - 0,1 \cdot 40,3}{1,9} = 37,1\%.$$

**Задача 242.** На операции сгущения и центрифугирования отходов флотации поступают отходы  $\gamma_{31} = 3,5\%$ ,  $A_{13}^d = 75\%$  и фугат  $\gamma_{35} = 0,1$ ,  $A_{35}^d = 40,3\%$  (рис. 24, операции XVII и XVIII). Рассчитать операцию сгущения и центрифугирования отходов флотации.

Решение. 1. Определяем массовую долю и зольность исходного питания:

$$\gamma_0 = \gamma_{31} + \gamma_{35} = 3,5 + 0,1 = 3,6\%;$$

$$A_0^d = \frac{3,5 \cdot 75 + 0,1 \cdot 40,3}{3,6} = 74\%.$$

2. Содержание твердого в сливе принимаем  $\gamma_{36} = 0$ , тогда

$$\gamma_{37} = \gamma_0 = 3,6\%; \quad A_{37}^d = A_0^d = 74\%.$$

3. Содержание твердого в фугате принимаем  $\gamma_{39} = 0$ , тогда

$$\gamma_{38} = \gamma_{37} = 3,6\%; \quad A_{38}^d = A_{37}^d = 74,0\%.$$

**Задача 243.** Составить практический баланс продуктов обогащения по данным расчета качественно-количественной схемы обогащения (рис. 24): концентрат класса 13—100 мм  $\gamma_{11} = 26,3\%$ ;  $A_{11}^d = 6,1\%$ ; концентрат класса 0,5—13 мм  $\gamma_{27} = 28,8\%$ ,  $A_{27}^d = 6,1\%$ ; флотационный концентрат  $\gamma_{32} = 15,9\%$ ,  $A_{32}^d = 9,0\%$ ;



промпродукт класса 13—100 мм  $\gamma_{14}=1,3\%$ ,  $A_{14}^d=29,7\%$ ;  
 промпродукт класса 0,5—13 мм  $\gamma_{34}=1,9\%$ ;  $A_{34}^d=37,1\%$ ;  
 отходы: класса 13—100 мм  $\gamma_{16}=13,1\%$ ,  $A_{16}^d=80,0\%$ ; класса 0,5—13 мм  
 $\gamma_{23}=9,1\%$ ,  $A_{23}^d=74,3\%$ ; флотации  $\gamma_{38}=3,6\%$ ,  $A_{38}^d=74\%$ .

Потери в процессе обогащения составили 0,2%. Зольность шихты  $A_{ш}^d=25,8\%$ .

Суммируя одноименные продукты, получаем их общий выход, а зольность определяем из уравнения баланса. Результаты подсчета заносим в табл. 74.

Таблица 74

**Практический баланс продуктов обогащения**

Продукт	№ продукта	$\gamma$ , %	$A^d$ , %
Концентрат класса, мм:			
13—100	11	26,3	6,1
0,5—13	27	28,7	6,1
Флотационный концентрат	32	15,8	9,0
Итого концентрата	—	70,8	6,8
Промпродукт класса, мм:			
13—100 мм	14	1,3	29,7
0,5—13	34	1,9	37,1
Итого промпродукта	—	3,2	34,0
Отходы класса, мм			
13—100	16	13,1	80,0
0,5—13	23	9,1	74,3
Отходы флотации	38	3,6	74,0
Итого отходов	—	25,8	77,5
Потери	—	0,2	25,8
Всего	—	100,0	25,8

**22. РАСЧЕТ ВОДНО-ШЛАМОВЫХ СХЕМ И СХЕМ РЕГЕНЕРАЦИИ СУСПЕНЗИИ**

Рассчитать водно-шламовую схему и схему регенерации суспензии, решая последовательно отдельные технологические операции как самостоятельные задачи (прил. 12—14).

*Задача 244.* На предварительное грохочение поступает рядовой уголь  $Q_p=450$  т/ч,  $W_i^r=7,1\%$  (рис. 24, операции I и II). Определить расход воды, удаляемой с продуктами грохочения, если расход надрешетного продукта  $Q_2=60,6$  т/ч.

*Решение.* 1. Определяем производительность фабрики по сухому углю

$$Q_1 = 450(100 - 7,1)/100 = 418 \text{ т/ч.}$$

2. Определяем расход воды, поступающей с рядовым углем,

$$W = Q_i n_i,$$

где  $n_i = W_i^r / (100 - W_i^r)$ ;  $n_1 = 7,1 / (100 - 7,1) = 0,077$ ;

$$W_1 = 418 \cdot 0,077 = 32,0 \text{ м}^3/\text{ч.}$$

3. Определяем расход воды, удаляемой с надрешетным продуктом ( $n_2 = n_1$ ),

$$W_2 = Q_2 n_2 = 60,6 \cdot 0,077 = 4,7 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

**Задача 245.** На мокрое подготовительное грохочение поступает продукт  $Q_3 = 418 \text{ т/ч}$ ,  $W = 32 \text{ м}^3/\text{ч}$  (рис. 24, операция III). Определить расход воды, удаляемой с продуктами грохочения. Расход надрешетного продукта  $Q_4 = 174,3 \text{ т/ч}$ .

**Решение.** 1. Определяем расход оборотной воды, необходимой для мокрого грохочения. По прил. 12 принимаем  $n_3 = 1,2$ :

$$W_3 = Q_3 n_3 = 418 \cdot 1,2 = 501,6 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Расход оборотной воды

$$W_{об} = W_3 - W_1 = 501,6 - 32 = 469,6 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

2. Определяем расход воды, удаляемой с надрешетным продуктом. По прил. 13 находим влажность надрешетного продукта  $W = 9\%$ , тогда

$$n'_4 = 9/(100 - 9) = 0,1;$$

$$W'_4 = Q_4 n_4 = 174,3 \cdot 0,1 = 17,4 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

3. Определяем расход воды, удаляемой с подрешетным продуктом, по балансу

$$W_5 = W_3 - W'_4 = 501,6 - 17,4 = 484,2 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

**Задача 246.** На обогащение в тяжелых суспензиях в СТТ поступает класс +13—100 мм; в  $Q_4 = 174,3 \text{ т/ч}$ ,  $W'_4 = 17,4 \text{ м}^3/\text{ч}$  (рис. 24, операция IV). Определить расход воды, удаляемой с продуктами грохочения. Плотность разделения для концентрата  $\delta'_p = 1540 \text{ кг/м}^3$  и отходов  $\delta''_p = 1720 \text{ кг/м}^3$ .

**Решение.** 1. Определяем объем циркулирующей суспензии плотностью  $\Delta_1 = \delta''_p = 1720 \text{ кг/м}^3$  по формуле  $B = Q_4/q$ , где  $q = 80 \text{ т/(м} \cdot \text{ч)}$  — удельная производительность на 1 м ширины ванны:

$$B = 174,3/80 = 2,18 \text{ м}^3.$$

Принимаем сепаратор СТТ = 20,  $B = 2 \text{ м}$ .

Расход циркулирующей суспензии принимаем  $[g_c = 80 \text{ м}^3/(\text{м} \cdot \text{ч})]$

$$W_{\Delta_1} = B g_c = 2 \cdot 80 = 160 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Объем воды в суспензии определяем по формуле

$$W = W_c (1 - c), \text{ м}^3.$$

Концентрацию магнетита в суспензии определяем по формуле (55):

$$c_1 = (1720 - 1000)/(4600 - 1000) = 0,2,$$

где  $4600 \text{ т/м}^3$  — плотность магнетита.

$$W_4 = 160(1 - 0,2) = 128 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Расход оборотной воды для приготовления суспензии

$$W'_{об} = W_4 - W'_4 = 128 - 17,4 = 110,6 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

2. Определяем расходы суспензии и воды, удаляемых с отходами (принимая 10% циркулирующей суспензии):

$$W_o = 0,1 W_{\Delta} = 0,1 \cdot 160 = 16 \text{ м}^3/\text{ч};$$

$$W_8 = 16(1 - 0,2) = 12,8 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

3. Определяем расход суспензии, поступающей во вторую ванну сепаратора,

$$W'_{\Delta} = W_{\Delta} - W_o = 160 - 16 = 144 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Концентрация магнетита в суспензии плотностью  $\Delta_2 = \delta'_p = 15400 \text{ кг/м}^3$  во второй ванне

$$c_2 = (15400 - 1000)/(4600 - 1000) = 0,15.$$

Расход разбавляемой суспензии во второй ванне

$$W_{\Delta_2} = \frac{c_1}{c_2} W_{\Delta} = \frac{0,2}{0,15} 144 = 192 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Необходимый расход воды для разбавления суспензии

$$W_{18} = W_{\Delta_2} (1 - c_2) - W_{\Delta} (1 - c_1) = 192(1 - 0,15) - 144(1 - 0,2) = 48 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

4. Определяем расход суспензии и воды, удаляемых с промпродуктом (принимая 5%  $W_{\Delta_2}$ ):

$$W_{\text{п}} = 192 \cdot 0,05 = 9,6 \text{ м}^3/\text{ч};$$

$$W_7 = 9,6(1 - 0,15) = 8,2 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

5. Определяем расход суспензии и воды, удаляемых с концентратом по балансу,

$$W_x = W_{\Delta_2} - W_{\text{п}} = 192 - 9,6 = 182,4 \text{ м}^3/\text{ч};$$

$$W_6 = 182,4(1 - 0,15) = 155 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

*Задача 247.* Определить потери воды с конечными продуктами обогащения при замкнутом цикле водно-шламового хозяйства (рис. 24). Расход воды, поступающей с рядовым углем,  $W_1 = 32 \text{ м}^3/\text{ч}$ , расход продуктов обогащения  $Q$  приведен в табл. 75.

Таблица 75

Результаты расчета потерь воды с продуктами обогащения (к задаче 247)

Продукт	№ продукта	$Q$ , т/ч	$W$ , %	$n$	$W_n$ , м <sup>3</sup> /ч
Концентрат класса, мм:					
	13—100	11	109,9	7,0	0,08
0,5—13	27	120,4	8,0	0,09	10,8
Флотационный концентрат	32	66,5	21,0	0,27	18,0
Промпродукт класса, мм:					
	13—100	14	5,4	8,0	0,09
0,5—13	34	8,0	9,0	0,10	0,8

Продукт	№ продукта	Q, т/ч	W, %	n	W <sub>n</sub> , м <sup>3</sup> /ч
Отходы класса, мм:					
13—100	16	54,8	13,0	0,15	8,2
0,5—13	23	38,0	20,0	0,25	9,5
Отходы флотации	38	15,0	30,0	0,43	6,5
Итого	—	418,0	—	—	63,1

Решение. 1. Табл. 75 заполняем значениями  $W$  из прил. 17.

2. Соответствующую графу заполняем на основании вычислений по формуле  $n = W'_i / (100 - W'_i)$ :

$$n = 7 / (100 - 7) = 0,08$$

и т. д.

3. Определяем потери воды

$$W_{\pi} = 109,9 \cdot 0,08 = 8,8 \text{ м}^3/\text{ч}$$

и т. д.

4. Определяем расход добавочной воды при замкнутом цикле

$$W_{\text{доб}} = W_{\pi} - W_1 = 63,1 - 32 = 31,1 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

**Задача 248.** На обезвоживающий грохот поступает концентрат класса 13—100 мм при расходе  $Q_6 = 114,1$  т/ч с суспензией  $W_x = 182,4$  м<sup>3</sup>/ч,  $W_6 = 155$  м<sup>3</sup>/ч (рис. 24, операция V). Определить расход воды, удаляемой с продуктами обезвоживания, и расход суспензии, отводимой на регенерацию. Объемная концентрация магнетита в суспензии  $C = 0,15$ , расход добавочной воды  $W_{\text{доб}} = 31,3$  м<sup>3</sup>/ч.

Решение. 1. Определяем расход воды на отмывку магнетита (по прил. 12 принимаем 1 м<sup>3</sup>/т):

$$W_{\text{от}} = Q_6 \cdot 1 = 114,1 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Расход оборотной воды

$$W_{\text{об}} = W_{\text{от}} - W_{\text{доб}} = 114,1 - 31,1 = 83 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

2. Расход воды, удаляемой с концентратом,  $W_{11} = 8,8$  м<sup>3</sup>/ч (табл. 75).

3. Расход рабочей суспензии, отводимой на регенерацию, принимаем 50%  $W_x$  (для сепаратора СТТ):

$$W_p = 182,4 \cdot 0,5 = 91,2 \text{ м}^3/\text{ч};$$

$$W = 91,2(1 - 0,15) = 77,5 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

4. Определяем расходы кондиционной суспензии и воды:

$$W_{\text{кс}} = W_x - W_p = 182,4 - 91,2 = 91,2 \text{ м}^3/\text{ч};$$

$$W_9 = 91,2(1 - 0,15) = 77,5 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

5. Расход воды, удаляемой с кондиционной суспензией, определяем по балансу

$$W_{10} = W_6 + W_{\text{от}} - W_9 - W_{11} = 155 + 114,1 - 77,5 - 8,8 = 182,8 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

**Задача 249.** На обезвоживающий грохот поступает промпродукт  $Q_7 = 5,4$  т/ч;  $W_7 = 8,2$  м<sup>3</sup>/ч (рис. 24, операция VI). Определить расход воды, удаляемой с продуктами обезвоживания.

**Решение.** 1. Определяем расход воды на отмывку магнетита (принимаяем 1 м<sup>3</sup>/т):  $W_{06} = Q_7 \cdot 1 = 5,4$  м<sup>3</sup>/ч.

2. Расход воды, удаляемой с промпродуктом,  $W_{13} = 0,5$  м<sup>3</sup>/ч (табл. 75)

3. Расход воды, удаляемой с некондиционной суспензией, определяем по балансу

$$W_{12} = W_7 + W_{06} - W_{13} = 8,2 + 5,4 - 0,5 = 13,1 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

**Задача 250.** На обезвоживающий грохот поступают отходы  $Q_8 = 54,8$  т/ч,  $W_8 = 12,8$  м<sup>3</sup>/ч (рис. 24, операция VII). Определить расход воды, удаляемой с продуктами обезвоживания.

**Решение.** 1. Определяем расход воды на отмывку магнетита (принимаяем 1 м<sup>3</sup>/т)  $W_{06} = Q_8 \cdot 1 = 54,8$  м<sup>3</sup>/ч.

2. Расход воды, удаляемой с отходами,  $W_{15} = 8,2$  м<sup>3</sup>/ч (табл. 75).

3. Расход воды, удаляемой с некондиционной суспензией, определяем по балансу

$$W_{14} = W_8 + W_{06} - W_{15} = 12,8 + 54,8 - 8,2 = 59,4 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

**Задача 251.** На магнитное обогащение в сепаратор ЭБМ поступает кондиционная суспензия  $W_p = 91,2$  м<sup>3</sup>/ч; вода с некондиционной суспензией  $W'_{06} = 182,8$  м<sup>3</sup>/ч; некондиционная суспензия  $W_{\text{нп}} = 9,6$  м<sup>3</sup>/ч;  $W_{12} = 13,1$  м<sup>3</sup>/ч; некондиционная суспензия  $W_0 = 16$  м<sup>3</sup>/ч,  $W_{14} = 59,4$  м<sup>3</sup>/ч (рис. 24, операция VIII). Определить расход воды, удаляемой с продуктами магнитного обогащения, расходы воды для регулирования плотности суспензии и магнетита. Выходы концентрата  $Q_1 = 109,9$  т/ч и промпродукта  $Q_{13} = 5,4$  т/ч; расходы воды: поступающей с суспензией в сепаратор,  $W_9 = 77,5$  м<sup>3</sup>/ч, удаляемой в слив из сепаратора ЭБМ,  $W_{18} = 48$  м<sup>3</sup>/ч; для приготовления суспензии  $W'_{06} = 110,6$  м<sup>3</sup>/ч. Объемная концентрация утяжелителя в суспензии  $C_1 = 0,2$  и  $C_2 = 0,15$ , плотность утяжелителя  $\delta = 4,6$  т/м<sup>3</sup>.

**Решение.** 1. Определяем массу магнетита, поступающего в операцию, в 1 ч:

$$q_0 = q_p + q_y + q_{12} + q_{14} - q_{11} - q_{15} \text{ т/ч}.$$

Расход магнетита, поступающего с кондиционной суспензией,

$$q_p = W_p C_2 \delta = 91,2 \cdot 0,15 \cdot 4,6 = 62,93 \text{ т/ч}.$$

По прил. 15 и 16 находим  $W_n = 7,5\%$  и  $P = 795$  кг/м<sup>3</sup>; по формуле  $P_n = 0,2 W_n P / (100 - W_n)$  определяем унос магнетита (кг/т):

$$P_n = 0,2 \cdot 7,5 \cdot 795 / (100 - 7,5) = 12,9 \text{ кг/т};$$

$$q = Q_6 P_n / 1000 = 114,1 \cdot 12,9 / 1000 = 1,47 \text{ т/ч};$$

$$q_{12} = W_{\text{нп}} C_2 \delta = 9,6 \cdot 0,15 \cdot 4,6 = 6,6 \text{ т/ч};$$

$$q_{14} = W_0 C_1 \delta = 16 \cdot 0,2 \cdot 4,6 = 14,7 \text{ т/ч}.$$

Потери магнетита с продуктами обогащения принимаем 0,2 кг/т, тогда

$$q_{11} = Q_{11} \cdot 0,2/1000 = 109,9 \cdot 0,2/1000 = 0,02 \text{ т/ч};$$

$$q_{13} = Q_{13} \cdot 0,2/1000 = 5,4 \cdot 0,2/1000 = 0,001 \text{ т/ч};$$

$$q_{15} = 0;$$

$$q_0 = 62,93 + 1,47 + 6,6 + 14,7 - 0,02 - 0,001 = 85,68 \text{ т/ч}.$$

2. Определяем выход продуктов магнитного обогащения (принимаем эффективность обогащения в сепараторе ЭБМ  $\eta = 0,9995$ ):

$$q_{16} = q_0 \eta = 85,68 \cdot 0,9995 = 85,64 \text{ т/ч}.$$

Принимаем из практики  $n_{16} = 0,25$ , тогда

$$W_{16} = q_{16} n_{16} = 85,64 \cdot 0,25 = 21,4 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Определяем потери магнетита с отходами (принимаем  $q_{18} = 0$ )

$$q_{17} = q_0 - q_{16} = 85,68 - 85,64 = 0,04 \text{ т/ч};$$

$$W_{17} = W_{10} + W_{12} + W_{14} - W_{16} - W_{18} = 182,8 + 13,1 + 59,4 - 21,4 - 48 = 185,9 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

3. Определяем расходы воды для регулирования плотности  $\Delta_1$  суспензии:

вода, поступающая с суспензией,

$$W' = W_9 + W_{16} = 77,5 + 21,4 = 98,9 \text{ м}^3/\text{ч};$$

оборотная вода

$$W_{06} = W'_{06} - W'' = 110,6 - 98,9 = 11,7 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

4. Определяем расход магнетита:

общие потери

$$q_n = q_{11} + q_{14} + q_{17} = 0,02 + 0,001 + 0,04 = 0,061 \text{ т/ч};$$

расход

$$P_n = q_n \cdot 1000/Q_4 = 0,061 \cdot 1000/174,3 = 0,35 \text{ кг/т}.$$

*Задача 252.* На обесшламливание в КПУ-800 поступает класс 0—13 мм при расходе  $Q_5 = 243,7 \text{ м}^3/\text{ч}$ ,  $W_5 = 484,2 \text{ м}^3/\text{ч}$  (рис. 24, операция IX). Определить расход воды, удаляемой с продуктами обесшламливания.

*Решение.* 1. Расход воды, удаляемой с подрешетным продуктом дугового сита, принимаем 50%, тогда  $W_{19} = 0,5 W_5 = 0,5 \cdot 484,2 = 242,1 \text{ м}^3/\text{ч}$ .

2. Расход воды, удаляемой с надрешетным продуктом, определяем по балансу:  $W'_{20} = W_5 - W_{19} = 484,2 - 242,1 = 242,1 \text{ м}^3/\text{ч}$ .

*Задача 253.* На отсадку мелкого угля поступает класс 0—13 мм  $Q_{20} = 208,2 \text{ т/ч}$ ,  $W'_{20} = 242,1 \text{ м}^3/\text{ч}$  (рис. 24, операция X). Определить

расход воды, удаляемой с продуктами обогащения. Выход промпродукта  $Q_{22} = 8$  т/ч.

Решение. 1. По прилож. 17 принимаем расход воды на отсадку  $n_{20} = 2,5$  м<sup>3</sup>/т, тогда  $W_{20} = Q_{20}n_{20} = 208,2 \cdot 2,5 = 520,5$  м<sup>3</sup>/ч.

Расход оборотной воды  $W_{об} = W_{20} - W'_{20} = 520,5 - 242,1 = 278,4$  м<sup>3</sup>/ч.

2. Определяем расход воды, удаляемой с промпродуктом (по прил. 13 принимаем влажность промпродукта  $W_{ин} = 18\%$ ):  $n_{22} = 18/(100 - 18) = 0,22$ ; тогда  $W_{22} = Q_{22}n_{22} = 8 \cdot 0,22 = 1,8$  м<sup>3</sup>/ч.

3. Расход воды, удаляемой с отходами, находим по табл. 75:  $W_{23} = 9,5$  м<sup>3</sup>/ч.

4. Расход воды, удаляемой с концентратом, определяем по балансу  $W_{21} = W_{20} - W_{22} - W_{23} = 520,5 - 1,8 - 9,5 = 509,2$  м<sup>3</sup>/ч.

**Задача 254.** На гидравлическую классификацию и обезвоживание в багер-зумпфе поступают мелкий концентрат с водой  $W_{21} = 509,2$  м<sup>3</sup>/ч и отходы магнитного обогащения  $W_{17} = 185,9$  м<sup>3</sup>/ч (рис. 24, операция XI). Определить расход воды, удаляемой с продуктами гидравлической классификации. Выход класса более 0,5 мм  $Q_{25} = 124,1$  т/ч.

Решение. 1. Определяем расход воды, поступающей в операцию  $W_0 = W_{21} + W_{17} = 509,2 + 185,9 = 695,1$  м<sup>3</sup>/ч.

2. Определяем расход воды, удаляемой с классом 0,5 мм (по прил. 13 принимаем  $W_{>0,5} = 20\%$ ):  $n_{25} = 20/(100 - 20) = 0,25$ ; тогда  $W_{25} = Q_{25}n_{25} = 124,1 \cdot 0,25 = 31$  м<sup>3</sup>/ч.

3. Расход воды, удаляемой с классом 0,5 мм, определяем по балансу  $W_{24} = W_0 - W_{25} = 695,1 - 31 = 664,1$  м<sup>3</sup>/ч.

**Задача 255.** На центрифугирование поступает мелкий концентрат с водой  $W_{25} = 31$  м<sup>3</sup>/ч (рис. 24, операция XII). Определить расход воды, удаляемой с продуктами обезвоживания.

Решение. 1. Расход воды, удаляемой с концентратом, находим по табл. 75:  $W_{27} = 10,8$  м<sup>3</sup>/ч.

2. Расход воды, удаляемой с фугатом, определяем по балансу  $W_{26} = W_{25} - W_{27} = 31 - 10,8 = 20,2$  м<sup>3</sup>/ч.

**Задача 256.** На сгущение поступает шлам с водой  $W_{19} = 242,1$  м<sup>3</sup>/ч, класс менее 0,5 мм  $W_{24} = 664,1$  м<sup>3</sup>/ч и фугат  $W_{26} = 20,2$  м<sup>3</sup>/ч (рис. 24, операция XIII). Определить расход воды, удаляемой с продуктами сгущения. Расход твердого, удаляемого со сгущенным продуктом,  $Q_{29} = 80,1$  т/ч.

Решение. 1. Определяем расход воды, поступающей в операцию:  $W_0 = W_{19} + W_{24} + W_{26} = 242,1 + 664,1 + 20,2 = 926,4$  м<sup>3</sup>/ч.

2. Определяем расход воды, удаляемой со сгущенным продуктом (принимаем  $n_{29} = 5$ ):  $W_{29} = Q_{29}n_{29} = 80,1 \cdot 5 = 400,5$  м<sup>3</sup>/ч.

3. Расход воды, удаляемой в слив, определяем по балансу  $W_{28} = W_0 - W_{29} = 926,4 - 400,5 = 525,9$  м<sup>3</sup>/ч.

**Задача 257.** На флотацию поступает шлам с водой  $W_{29} = 400,5$  м<sup>3</sup>/ч (рис. 24, операция XIV). Определить расход воды, удаляемой с продуктами флотации. Выход флотационного концентрата  $Q_{30} = 66,5$  т/ч.

Решение. 1. Определяем расход воды, удаляемой с флотационным концентратом (принимая  $n_{30}=2,5$ ):  $W_{30}=Q_{30}n_{30}=66,5 \cdot 2,5=166,3 \text{ м}^3/\text{ч}$ .

2. Расход воды, удаляемой с отходами, определяем по балансу:  $W_{31}=W_{29}-W_{30}=400,5-166,3=234,2 \text{ м}^3/\text{ч}$ .

*Задача 258.* На фильтрование поступает флотационный концентрат с водой  $W_{30}=166,3 \text{ м}^3/\text{ч}$  (рис. 24, операция XV). Определить расход воды, удаляемой с продуктами фильтрования.

Решение. 1. Расход воды, удаляемой с кеком, определяем по табл. 75:  $W_{32}=18 \text{ м}^3/\text{ч}$ .

2. Расход воды, удаляемой с фильтратом, определяем по балансу:  $W_{33}=W_{30}-W_{32}=166,3-18,0=148,3 \text{ м}^3/\text{ч}$ .

*Задача 259.* На центрифугирование поступает промпродукт с водой  $W_{22}=1,8 \text{ м}^3/\text{ч}$  (рис. 24, операция XVI). Определить расход воды, удаляемой с продуктами обезвоживания.

Решение. 1. Расход воды, удаляемой с промпродуктом, определяем по табл. 75:  $W_{34}=0,8 \text{ м}^3/\text{ч}$ .

2. Расход воды, удаляемой с фугатом, определяем по балансу  $W_{35}=W_{22}-W_{34}=1,8-0,8=1 \text{ м}^3/\text{ч}$ .

*Задача 260.* На центрифугирование поступают отходы флотации  $Q_{37}=15 \text{ т/ч}$  (рис. 24, операция XVIII). Определить расход воды, удаляемой с продуктами обезвоживания.

Решение. 1. Определяем расход воды, поступающей в операцию (принимая  $n_{37}=4$ ),  $W_{37}=Q_{37}n_{37}=15 \cdot 4=60 \text{ м}^3/\text{ч}$ .

2. По табл. 75 находим расход воды, удаляемой с отходами,  $W_{38}=6,5 \text{ м}^3/\text{ч}$ .

3. Расход воды, удаляемой с фугатом, определяем по балансу  $W_{39}=W_{37}-W_{38}=60-6,5=53,5 \text{ м}^3/\text{ч}$ .

*Задача 261.* На сгущение с флокуляцией поступают отходы флотации с водой  $W_{31}=234,2 \text{ м}^3/\text{ч}$ , фугат  $W_{35}=1,0 \text{ м}^3/\text{ч}$  и фугат  $W_{39}=53,5 \text{ м}^3/\text{ч}$  (рис. 24, операция XVII). Определить расход воды, удаляемой в слив. Расход воды, удаляемой со сгущенным продуктом,  $W_{37}=60 \text{ м}^3/\text{ч}$ .

Решение. 1. Определяем расход воды, поступающей в операцию,  $W_0=W_{31}+W_{35}+W_{39}=234,2+1,0+53,5=288,7 \text{ м}^3/\text{ч}$ .

2. Расход воды, удаляемой в слив, определяем по балансу

$$W_{36}=W_0-W_{37}=288,7-60=228,7 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

*Задача 262.* Составить баланс оборотной воды, если в результате расчета водно-шламовой схемы (см. рис. 24) получено:

1. Расход оборотной воды,  $\text{м}^3/\text{ч}$ : слив сгущения  $W_{28}=525,9$ ; фильтрат  $W_{33}=148,3$ ; слив сгущения  $W_{36}=228,7$ .

2. Расход оборотной воды в процессе обогащения,  $\text{м}^3/\text{ч}$ : мокрое подготовительное грохочение 469,6; отмывка магнетита от: концентрата 83; промпродукта 5,4; отходов 54,8; регулирование плотности суспензии 11,7; отсадка мелкого угля 278,4. Баланс оборотной воды приведен в табл. 76.



Баланс оборотной воды (к задаче 262)

Приход	И, м <sup>3</sup> /ч	Расход	И, м <sup>3</sup> /ч
Слив сгущения	525,9	Мокрое подготовительное грохочение	469,6
Фильтрат	148,3	Отмывка магнетита от концентрата	83,0
Слив сгущения	228,7	промпродукта отходов	5,4
		Регулирование плотности суспензии	54,8
		Отсадка мелкого угля	11,7
Итого	902,9	Итого	278,4
			902,9

## ГЛАВА XI

## ЭКОНОМИКА, ОРГАНИЗАЦИЯ И ПЛАНИРОВАНИЕ ПРОИЗВОДСТВА НА УГЛЕОБОГАТИТЕЛЬНЫХ ФАБРИКАХ

Основные формулы для расчета экономики углеобогажительных фабрик приведены в табл. 77.

Таблица 77

Основные формулы для расчета экономики углеобогажительных фабрик

Определяемый показатель	Формулы	№ формулы
Сумма амортизационных отчислений, тыс. руб.	$A = (П + P + M - Л) / T$	(236)
Стоимость капитальных ремонтов за весь срок службы основных фондов, тыс. руб.	$P = C_k \left( \frac{T}{t_k} - 1 \right)$	(237)
Среднегодовая стоимость основных фондов, с которых начисляется амортизация, тыс. руб.	$\frac{П_{с,г} = П_{н,г} + П_{н,t_n} - П_n (12 - t_k)}{12}$	(238)
Норма амортизационных отчислений, % первоначальной стоимости	$H = 100 A / П$	(239)
Норма амортизации на полное восстановление, %	$H_p = 100 (П - Л) / (T П)$	(240)
Норма амортизационных отчислений на капитальный ремонт и модернизацию основных фондов	$H_k = 100 (P + M) / (T П)$	(241)
Фондоотдача:		
в натуральном выражении, т	$O = Q / \Phi; O = П_{т,р} / B_t$	(242)
в денежном выражении, руб	$O = B_o / \Phi; O = (Q / Ч) : (\Phi / Ч)$	(243)
Рентабельность основных фондов, руб	$P_\Phi = П_r / \Phi$	(244)
Уровень рентабельности, %	$У_p = 100 P_o / (\Phi_o + C_o)$	(245)

Определяемый показатель	Формулы	№ формулы
Расчетная рентабельность, %	$P_p = 100 P_p / (\Phi_0 + C_0)$	(246)
Фондовооруженность труда, руб.	$B_T = \Phi_0 / Ч$	(247)
Производительность труда рабочего, т	$P_{т.р} = O / Ч$	(248)
Коэффициент, отн. ед.: использование производственной мощности	$K_m = Q_{\Phi} / Q_m$	(249)
использования оборудования	$K_D = M_p / M_0$	(250)
интенсивности нагрузки на оборудование	$K_n = Q_{\Phi.ч} / Q_T$	(251)
оборачиваемости оборотных средств обогащательной фабрики	$K_0 = P_1 / C_c$	(252)
Продолжительность одного оборота оборотных средств, сут.	$T_1 = C_c D / P_1$	(253)
Снижение себестоимости в зависимости от роста производительности труда, руб.	$C_n = 100 \left( 1 - \frac{3}{P_2} \right) Y$	(254)
Прибыль, руб.	$P_0 = Q_1 (Ц - С)$	(255)
Затраты на электроэнергию по фабрике, руб	$S = (Na + Wb) (1 \pm R)$	(256)
Норма выработки, руб.	$H_n = \frac{T_1 - T_{n.з}}{(t_0 - t_c) \left( 1 + \frac{Ж}{100} \right)}$	(257)
Условно-годовая экономика, руб.	$\mathcal{E}_y = (C_1 - C_2) Q_n$	(258)
Плановая экономия, руб.	$\mathcal{E}_n = (C_1 - C_2) Q_n - 3_c$	(259)

Примечание.  $P$  — первоначальная стоимость основных фондов, руб.;  $P$  — стоимость капитальных ремонтов на весь срок службы основных фондов, руб.;  $M$  — стоимость модернизации основных фондов за весь срок службы, руб.;  $L$  — ликвидационная стоимость основных фондов в конце срока их службы, руб.;  $T$  — нормативный срок службы, сут.;  $C_x$  — стоимость одного капитального ремонта, руб.;  $t_x$  — время между двумя капитальными ремонтами, годы;  $P_{н.т}$  — первоначальная стоимость основных фондов на начало планируемого года, руб.;  $P_{н.в}$  — стоимость вновь вводимых основных фондов в планируемом году, руб.;  $t_n$  — число месяцев в планируемом году, за которые начисляется амортизация с вновь вводимых основных фондов;  $P_n$  — стоимость выбывающих основных фондов в планируемом году, руб.;  $t_n$  — число месяцев эксплуатации выбывших основных фондов в планируемом году;  $Q$  — годовая переработка угля (выпуск концентрата), т;  $\Phi$  — среднегодовая балансовая стоимость основных фондов, руб.;  $V_n$  — годовой объем валовой продукции, руб.;  $T_n$  — годовой объем товарной продукции, руб.;  $P_{т.р}$  — производительность труда рабочего, т;  $B_T$  — фондовооруженность труда, руб.;  $P_1$  — годовая прибыль, руб.;  $\Phi_0$  — среднегодовая балансовая стоимость основных производственных фондов, руб.;  $Ч$  — среднесписочная численность рабочих;  $Q_{\Phi}$  — фактическая годовая переработка угля (выпуск концентрата), т;  $Q_m$  — производственная мощность фабрики, т/год;  $M_p$  — число машин, находящихся в работе;  $M_0$  — число машин, определенного типа, установленных на фабрике;  $Q_{\Phi.ч}$  — фактическая среднечасовая выработка машины, т;  $Q_t$  — технически возможная часовая производительность машины, т;  $P_1$  — стоимость реализованной продукции за определенный период, руб.;  $C_c$  — средний остаток оборотных средств за определенный период, руб.;  $D$  — число дней в плановом или отчетном периоде;  $З$  — рост уровня заработной платы к ее уровню в базисном периоде, %;  $P_2$  — рост производительности труда по отношению к ее уровню в базисном периоде, %;  $Y$  — удельное значение элемента «Заработная плата основная и дополнительная в себестоимости», %;  $Q_1$  — объем реализуемой продукции, т;  $Ц$  — отпускная оптовая цена единицы продукции с учетом качества, руб.;  $С$  — себестоимость единицы продукции, руб.;  $P_0$  — общая (балансовая) рентабельность производства, %;  $C_c$  — среднегодовая стоимость нормируемых оборотных средств, руб.;  $P_p$  — расчетная сумма прибыли, руб.;  $N$  — установленная предпринятию мощность высоковольтных электродвигателей, кВт;  $a$  — тариф за 1 кВт максимальной мощности двигателей, руб.;  $W$  — плановое или фактическое потребление электроэнергии,

кВт·ч.  $b$  — тариф за 1 кВт·ч потребляемой мощности, руб.;  $R$  — поправочный коэффициент, учитывающий скидки или надбавки к тарифу за компенсацию реактивной мощности в электроустановках потребителей (по преискуранту);  $T_1$  — время рабочей смены;  $T_{a.}$  — норма времени на подготовительно-заключительные операции, мин;  $t_0$  — норма основного времени на единицу продукции (работы), мин;  $t_c$  — норма вспомогательного времени на единицу продукции (работы), мин;  $Ж$  — коэффициент, учитывающий время на обслуживание рабочего места и личные надобности рабочего, %;  $C_1$  и  $C_2$  — себестоимость единицы продукции базового и планируемого года, руб.;  $Q_n$  — масса продукции, предполагаемой к выпуску за 12 мес., т;  $Q_n$  — масса продукции, которая должна быть произведена с момента внедрения мероприятия и до конца планируемого мероприятия, т;  $Z_e$  — одновременные затраты на осуществление оргтехмероприятий, руб.

**Задача 263.** Определить годовую сумму амортизационных отчислений  $A$  флотационной машины МФУ-12, если известны ее первоначальная стоимость  $P = 50,8$  тыс. руб., стоимость капитального ремонта за весь срок службы  $R = 12,0$  тыс. руб., стоимость модернизации за весь срок службы  $M = 0$  тыс. руб., ликвидационная стоимость в конце срока службы  $L = 1,0$  тыс. руб., нормативный срок службы  $T = 10$  лет.

**Задача 264.** Определить стоимость капитальных ремонтов  $P$  отсадочной машины  $OM-18$  за весь срок ее эксплуатации, если стоимость одного капитального ремонта  $C_k = 14$  тыс. руб., время между двумя капитальными ремонтами  $t_k = 4,7$  лет.

**Задача 265.** Рассчитать годовую сумму амортизационных отчислений по обогатительной фабрике исходя из среднегодовой стоимости основных фондов, если первоначальная стоимость основных фондов на начало планируемого года  $P_{н.г} = 42\,000$  тыс. руб., стоимость вновь вводимых основных фондов в планируемом году  $P_n = 120$  тыс. руб., число месяцев в планируемом году, за которые начисляются амортизационные расходы с вновь вводимых основных фондов  $t_n = 7$  мес., стоимость выбывающих основных фондов в планируемом году  $P_b = 1300$  тыс. руб., число месяцев эксплуатации выбывающих основных фондов в планируемом году  $t_b = 5$ .

**Решение 1.** Определяем среднегодовую стоимость основных фондов, с которой начисляется амортизация:

$$P_{с.г} = 42\,000 + \frac{(120 \cdot 7) - 1300(12 - 5)}{12} = 41\,312 \text{ тыс. руб.}$$

2. Определяем годовую сумму амортизационных отчислений

$$A_r = \frac{P_{с.г} + P_r + M_r - L_r}{T} = \frac{41\,300 - 1100 - 15}{12} = 3533 \text{ тыс. руб.,}$$

где  $P_r + M_r = 1100$  тыс. руб. (из условия).

**Задача 266.** Определить норму амортизационных отчислений  $H$  для тяжелосреднего сепаратора, если сумма амортизационных отчислений  $A = 6,3$  тыс. руб., а первоначальная его стоимость  $P = 40,3$  тыс. руб.

**Задача 267.** Определить норму амортизационных отчислений на капитальный ремонт и модернизацию  $H_k$  флотационной машины МФУ-12, если стоимость капитального ремонта  $R = 12$  тыс. руб., машина не модернизирована, первоначальная стоимость  $P = 50,8$  тыс. руб., нормативный срок службы  $T = 10$  лет.

**Задача 268.** Определить эффективность использования основных фондов обогатительной фабрики (фондоотдачу)  $O$  в натуральном и денежном выражениях, если годовой выпуск концентрата  $Q = 5768$  тыс. т, а среднегодовая балансовая стоимость основных производственных фондов  $\Phi = 41\,386$  тыс. руб., годовой объем товарной продукции  $T_n = 136\,544$  тыс. руб.

**Решение.** 1. Определяем фондоотдачу в натуральном выражении  $O = 5768/41\,386 = 0,139$  тыс. т/тыс. руб.

2. Определяем фондоотдачу в денежном выражении  $O = 136\,544/41\,386 = 3,3$  тыс. руб.

**Задача 269.** Определить рентабельность основных фондов  $P_\Phi$ , если годовая прибыль в оптовых ценах  $\Pi_r = 11\,804$  тыс. руб., среднегодовая балансовая стоимость основных фондов  $\Phi = 41\,386$  тыс. руб.

**Задача 270.** Определить фондовооруженность труда на обогатительной фабрике  $B_r$ , если среднегодовая балансовая стоимость основных производственных фондов  $\Phi_o = 41\,386$  тыс. руб., а среднесписочная численность рабочих  $Ч = 546$  чел.

**Задача 271.** Определить фондоотдачу  $O$ , если производительность труда рабочего  $\Pi_{тр} = 10\,564$  руб., а фондовооруженность труда  $B_r = 75,8$  тыс. руб. на рабочего.

**Задача 272.** Определить эффективность использования основных фондов обогатительной фабрики (коэффициент использования производственной мощности)  $K_m$ , если фактическая годовая переработка рядового угля  $Q_\Phi = 7370$  тыс. т, а производственная мощность фабрики  $Q_m = 69$  тыс. т.

**Задача 273.** Определить коэффициент интенсивности нагрузки на оборудование обогатительной фабрики  $K_n$ , если среднечасовая выработка  $Q_{ср.ч} = 1040$  т/ч, а техническая возможность по производительности  $Q_r = 890$  т/год.

**Задача 274.** За полугодие оборотные средства обогатительной фабрики совершили четыре оборота. Определить продолжительность одного оборота оборотных средств.

**Задача 275.** Определить коэффициент оборачиваемости оборотных средств  $K_o$  за год, если стоимость реализованной товарной продукции в действующих оптовых ценах  $P_1 = 135\,670$  тыс. руб., а средний остаток оборотных средств за этот период  $C_c = 1347$  тыс. руб.

**Задача 276.** Определить продолжительность одного оборота оборотных средств в днях  $O$ , если известно, что средний остаток оборотных средств за квартал  $C_c = 1220$  руб., число дней в отчетном периоде  $D = 92$ ; стоимость реализованной продукции за квартал в оптовых ценах  $P_1 = 33\,160$  руб.

**Задача 277.** Рассчитать сумму высвободившихся оборотных средств, если в отчетном году по отношению к предыдущему году достигнуто ускорение оборачиваемости оборотных средств и увеличена сумма реализации:

Год .....	Предыдущий	Отчетный
Реализация продукции, млн. руб. ....	40	48
Среднее наличие оборотных средств, млн. руб. ....	0,7	0,7
Коэффициент оборачиваемости .....	50	72

Решение. 1. Потребность в оборотных средствах в отчетном году исходя из оборачиваемости предыдущего года  $48:50=0,96$  млн. руб.

2. Потребность в оборотных средствах в отчетном году исходя из оборачиваемости отчетного периода  $48:72=0,67$  млн. руб.

3. Общая сумма относительного высвобождения оборотных средств  $0,96-0,67=0,29$  млн. руб.

4. Абсолютное высвобождение оборотных средств  $0,7-0,67=0,03$  млн. руб.

**Задача 278.** Рассчитать снижение себестоимости товарной продукции по обогатительной фабрике в зависимости от роста производительности труда, если рост уровня заработной платы к ее уровню в базисном периоде  $Z=3\%$ , рост производительности труда по отношению к ее уровню в базисном периоде  $P_2=5\%$ , удельное значение элемента «Зарплата основная и дополнительная» в себестоимости  $У_3=1,49\%$ .

**Задача 279.** Определить общую сумму прибыли за год, если объем реализованной продукции  $Q$  составил 6413938 т, отпускная оптовая цена единицы продукции с учетом ее качества  $Ц=21,15$  руб., себестоимость единицы продукции  $С_{пр}=19,29$  руб.

**Задача 280.** Определить сумму затрат на электроэнергию по обогатительной фабрике, если известны установленная мощность высоковольтных двигателей  $N=12500$  кВт; тариф за 1 кВт максимальной мощности двигателей  $a=33$  руб./год; фактическое потребление электроэнергии  $W=80000$  тыс. кВт·ч; тариф за 1 кВт·ч потребляемой мощности  $B=0,0066$  руб.; поправочный коэффициент, учитывающий скидки или надбавки к тарифу за компенсацию реактивной мощности (по преysкуранту)  $R=0$ .

**Задача 281.** Определить производительность труда одного рабочего углеобогатительной фабрики за месяц, если выработано  $Q_3=495000$  т товарной продукции; ее стоимость  $P_1=1485$  тыс. руб., а численность рабочих  $Ч=552$  чел.

Решение. 1. Производительность в натуральном выражении  $П_{т.р.}=Q/Ч=495000/552=896,7$  т/мес.

2. Производительность в денежном выражении (выработка)  $П'_{т.р.}=P_1/Ч=1485000/552=26902$  руб./мес.

**Задача 282.** Определить условно-годовую экономию  $Э_y$  от внедрения АСТП с применением ЭВМ на обогатительной фабрике, если себестоимость единицы продукции базового года  $С_1=20,67$  руб., а после внедрения  $С_2=20,58$  руб., масса единиц продукции, планируемой к выпуску за 12 мес.,  $Q_n=5464$  тыс. т.

**Задача 283.** Определить плановую экономию (экономия до конца года)  $Э_n$  от внедрения организационно-технических мероприятий на обогатительной фабрике, если масса продукции будет произведена с момента внедрения мероприятия и до конца планируемого мероприятия  $Q_b=1500$  тыс. т, себестоимость единицы продукции до внедрения мероприятий  $С_1=20,58$  руб. и после внедрения  $С_2=20,43$  руб., а одновременные затраты на внедрение оргтехмероприятий  $З_e=18$  тыс. руб.

**Задача 284.** Определить часовую стоимость эксплуатации и удельные капитальные затраты, отнесенные к  $1 \text{ м}^2$  фильтрующей поверхности фильтр-прессового отделения обогатительной фабрики, если отделение оснащено четырьмя фильтр-прессами ПФ-РОВ-1/576, стоимость основных фондов  $\Pi = 3753$  тыс. руб., эксплуатационные затраты составляют 839 тыс. руб., рабочее время  $T_r = 7200$  ч/год.

**Решение.** 1. Определяем общую поверхность работающих аппаратов  $F = iF_1 = 4 \cdot 576 = 2304 \text{ м}^2$ .

2. Определяем удельные капитальные затраты, отнесенные на  $1 \text{ м}^2$  фильтрующей поверхности,  $3753/2304 = 1629 \text{ руб/м}^2$ .

3. Определяем часовую стоимость эксплуатации аппаратов, отнесенную на  $1 \text{ м}^2$  фильтрующей поверхности  $839\,000/(2304 \cdot 7200) = 0,0505 \text{ руб./(\text{м}^2 \cdot \text{ч})}$ .

**Задача 285.** Рассчитать годовой экономический эффект от замены на обогатительной фабрике двух флотационных машин МФУ-6 на ФМ-6. Уровень показателей работы флотационного отделения приведен в табл. 78.

**Решение.** 1. Снижение себестоимости по статье «сырье»  $C_1 = (Y_1 - Y_2) Q C$ , где  $Y_1$  и  $Y_2$  — норма расхода сырья в базовом и планируемом периодах;  $Q$  — планируемый объем выпуска флотоконцентрата;  $C$  — цена 1 т шлама с учетом фактического качества равна 18 руб. 21 коп.;

Таблица 78

Уровень показателей работы флотационных машин (к задаче 285)

Показатель	До внедрения	После внедрения
Переработка шлама, тыс. т	454,4	454,4
Зольность, %:		
шлама	13,6	13,6
флотоконцентрата	9,2	9,2
Выпуск флотоконцентрата, тыс. т	416,2	418,9
Выход флотоконцентрата, %	91,6	92,2

$$Y_1 = \frac{1}{\gamma_{1к}} 100 = \frac{1}{91,6} 100 = 1,0917;$$

$$Y_2 = \frac{1}{\gamma_{2к}} 100 = \frac{1}{92,2} 100 = 1,0845;$$

$$C_1 = (1,0917 - 1,0845) 418,9 \cdot 18,21 = 54,92 \text{ тыс. руб.}$$

2. Снижение эксплуатационных затрат

$$C_2 = (C_6 - C_n) Q_n,$$

где  $C_6$  и  $C_n$  — себестоимость по изменяющимся статьям затрат в базовом и планируемом вариантах, руб. т;

$$C_6 = (A_1 + \mathcal{E}_1 + P_1) / Q_n,$$

$A_1$  — амортизационные расходы, тыс. руб.;  $\mathcal{E}_1$  — затраты на электроэнергию, тыс. руб.;  $P_1$  — затраты на текущий ремонт, тыс. руб.;

$$A_1 = B_1 H_1 / 100$$

$B_1 = 102,87$  тыс. руб. — балансовая стоимость оборудования;  
 $H_1 = 9,9\%$  — норма амортизационных отчислений;  $A_1 = 102,87 \cdot 9,9 / 100 = 10,18$  тыс. руб.;

$$\mathcal{E}_1 = M(TB \cdot 0,85 + 33/0,85) \text{ тыс. руб.},$$

где  $M = 540$  кВт — суммарная установленная мощность электродвигателей;  $B = 0,005$  руб./ч — тариф на электроэнергию;  $T = 6437$  ч/год — время работы фабрики;  $33/0,85$  — тарифный коэффициент на потребляемую мощность:

$$\mathcal{E}_1 = 540(0,005 \cdot 6437 \cdot 0,85 + 33/0,85) = 35,74 \text{ тыс. руб.}$$

$P_1$  — принимаем  $3,4\%$  балансовой мощности;  $P_1 = 102,87 \cdot 0,035 = 3,6$  тыс. руб.;

$$C_6 = (10,18 + 35,74 + 3,6) / 454,4 = 0,109 \text{ руб. т.};$$

$$C_n = (A_2 + \mathcal{E}_2 + P_2) Q_n; A_2 = (B_2 H_1) / 100,$$

где  $B_2 = 72,39$  тыс. руб. — балансовая стоимость нового оборудования;

$$A_2 = 72,39 \cdot 9,9 / 100 = 7,17 \text{ тыс. руб.}$$

$\mathcal{E}_2 = 35,74$  тыс. руб. — затраты на электроэнергию, тыс. руб.;

$$P_2 = 73,39 \cdot 0,035 = 2,5 \text{ тыс. руб. (см. } P_1);$$

$$C_n = (7,17 + 35,74 + 2,5) / 454,4 = 0,099 \text{ т. руб.};$$

$$C_2 = (0,109 - 0,099) 454,4 = 4,54 \text{ тыс. руб.}$$

### 3. Годовой экономический эффект

$$C_r = C_1 + C_2 + H_x(B_1 - B_2) = \\ = 54,87 + 4,54 + 0,15 \cdot (102,87 - 72,39) = 63,98 \text{ тыс. руб.}$$

**Задача 286.** Определить по обогатительной фабрике коэффициент перевода оптовых цен на продукт обогащения в расчетные (первый уровень цен), если товарная продукция в оптовых ценах составляет 42 887 тыс. руб., себестоимость обогащения 27 252,9 тыс. руб., прибыль 1701,6 тыс. руб.

**Решение.** 1. Определяем стоимость товарной продукции в расчетных ценах  $27\,252,9 + 1701,6 = 28\,954,5$  тыс. руб.

2. Определяем коэффициент перевода  $28\,954,5 : 42\,887,0 = 0,67513$ .

**Задача 287.** Сформировать расчетные цены на продукты обогащения обогатительной фабрики при экономических показателях ее работы, приведенных в задаче 286 и в табл. 79.

**Решение.** 1. Определяем оптовую цену с учетом качества по плану года суммированием данных граф 2, 7, 8 и заносим в графу 9 (табл. 79):  $46 + 1,72 + 0,48 = 48,20$  и т. д. для остальных продуктов.

### Формирование расчетных цен на продукты обогащения ОФ (первый уровень цен)

Продукты обогащения (крупность, мм)	По действующему прейскуранту		По плану года		
	оптовая цена, руб. т	средние расчетные нормы качества, %			
		по золе	по влаге	по золе	по влаге
1	2	3	4	5	6
АК (50—100)	46,00	7,7	4,7	6,2	3,9
АО (25—50)	45,35	7,7	4,8	6,6	4,1
АМ (13—25)	37,90	8,2	5,6	6,3	4,4
АС (6—13)	30,90	16,1	6,3	6,7	5,3
Отсев	18,45	22,8	6,6	21,8	8,4
Шлам	6,60	38,2	18,2	36,0	21,4

2. Определяем расчетные цены при плановых показателях качества (данные граф 9 умножаем на данные граф 10) и заносим в графу 11:  $48,20 \cdot 0,67513 = 32,54$  и т. д. для остальных продуктов.

3. Определяем расчетные цены при нормах качества прейскуранта цен вычитанием из данных графы 11 суммы значений граф 7 и 8 и заносим в графу 12:  $32,54 - (1,72 + 0,48) = 30,34$  и т. д. для остальных продуктов.

**Задача 288.** Сформировать внутренние расчетные цены (второго уровня) на продукты обогащения ЦОФ «Центральная», если товарная продукция в оптовых ценах составляет 42 887 тыс. руб., себестоимость обогащения 24 527,6 тыс. руб., прибыль 698 тыс. руб., а остальные экономические и качественные показатели приведены в табл. 80 (графы с 2 по 8).

**Решение.** 1. Определяем стоимость товарной продукции во внутренних расчетных ценах:  $24\,527,6 + 698,9 = 25\,226,5$  тыс. руб.

### Формирование расчетных цен на продукты обогащения ОФ (второй уровень цен)

Продукты обогащения (крупность, мм)	По действующему прейскуранту		По плану года		
	оптовая цена, руб. т	средние расчетные нормы качества, %			
		по золе	по влаге	по золе	по влаге
1	2	3	4	5	6
АК (50—100)	46,00	7,7	4,7	6,2	3,9
АО (25—50)	45,35	7,7	4,8	6,6	4,1
АМ (13—25)	37,90	8,2	5,6	6,3	4,4
АС (6—13)	30,90	16,1	6,3	6,7	5,3
Отсев (0—6)	18,45	22,8	6,6	21,8	8,4
Шлам (0—0,5)	6,60	38,2	18,2	36,0	21,4



(к задаче 287)

По плану года		Оптовая цена с учетом качества, руб.	Коэффициент соотношения расчетных и оптовых цен	Расчетные цены, руб.	
скидки (-), надбавки (+), руб. коп.				при плановых показателях качества	при нормах качества прейскурантовых цен
по золе	по влаге				
7	8	9	10	11	12
1,72	0,48	48,20	0,67513	32,54	30,34
1,25	0,41	47,01	0,67513	21,74	30,08
1,80	0,59	40,29	0,67513	27,20	24,81
7,26	0,40	38,56	0,67513	26,03	18,37
0,46	-0,43	18,48	0,67513	12,48	12,45
0,36	-0,27	6,69	0,67513	4,52	4,43

2. Определяем коэффициент перевода внутренних расчетных цен в оптовые:  $25\,226,5 : 42\,887,0 = 0,58821$ .

3. Определяем оптовую цену с учетом качества по плану года суммированием данных граф 2, 7, 8;  $46 + 1,72 + 0,48 = 48,20$  и т. д. для остальных продуктов.

Результаты расчета заносим в табл. 80. Дальнейший ход решения аналогичен решению задачи 287.

**Задача 289.** Определить доплату рабочему за работу в один из рабочих дней недели сверхурочно в течение 5 ч, если стоимость 1 ч его труда составляет 104 коп.

**Решение.** 1. Определяем доплату за первые 2 ч работы (в полуторном размере)  $104 \cdot 75/100 = 78$  ( $104 + 78/2$ ) = 2,86 руб.

2. Определяем доплату за последующие 3 ч работы (в двойном размере)  $(104 + 78) \cdot 3 = 5,46$  руб.

3. Общая доплата  $2,86 + 5,46 = 8,32$  руб.

Таблица 80

(к задаче 288)

По плану года		Оптовая цена с учетом качества, руб.	Коэффициент соотношения расчетных и оптовых цен	Расчетные цены, руб.	
скидки (-), надбавки (+), руб. коп.				при плановых показателях качества	при нормах качества прейскурантовых цен
по золе	по влаге				
7	8	9	10	11	12
1,72	0,48	48,20	0,58821	28,35	26,25
1,25	0,41	47,01	0,58821	27,65	25,99
1,80	0,59	40,29	0,58821	23,70	21,31
7,25	0,40	38,56	0,58821	22,68	15,02
0,46	-0,43	18,48	0,58821	10,87	10,84
0,36	-0,27	6,69	0,58821	3,94	3,85

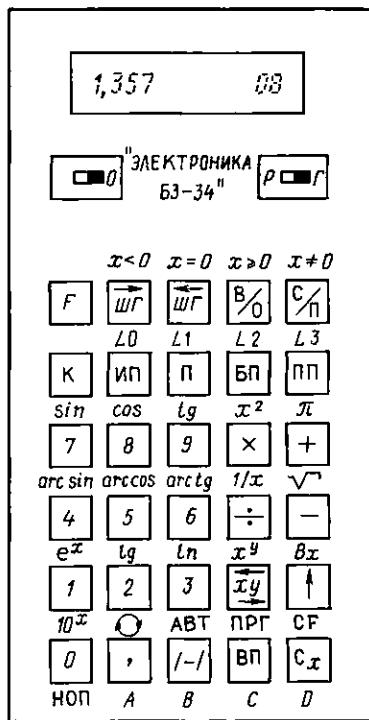
РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ С ПРИМЕНЕНИЕМ  
ПРОГРАММИРУЕМЫХ МИКРОКАЛЬКУЛЯТОРОВ

Внимательно изучите прил. 18. На микрокалькуляторах (рис. 27) рекомендуется решать задачи с использованием небольшого числа формул, содержащих алгебраические и некоторые дифференциальные уравнения, системы из двух или трех уравнений, вести обработку статистических результатов.

Хорошо усвоенные сведения о технике программирования в сочетании с решением конкретных задач, излагаемых в настоящей главе, позволят учащемуся самостоятельно составлять необходимые программы и решать задачи, встречающиеся в процессе его учебы и дальнейшей работе.

Решение задач с помощью программируемых микрокалькуляторов предусматривает прохождение ряда этапов.

Первый этап — постановка задачи. Четко формулируются цепи ее решения, описываются ее исходные данные и допущения, при которых она будет решаться.



27. Верхняя панель и клавиатура программируемого микрокалькулятора «Электроника БЗ-34»

Второй этап—математическая формулировка задачи. Необходимо выписать все формулы, которые будут использованы при ее решении.

Третий этап—выбор метода решения. Выбрать надо такой, который, во-первых, вообще применим для решения данной задачи, во-вторых, может быть реализован на имеющейся машине, в-третьих, обеспечивает необходимую точность, в-четвертых, позволяет получить результат за возможно более короткое время.

Четвертый этап—запись алгоритма, т. е. последовательность операций, выполняемых на имеющейся машине и обеспечивающих в итоге получение результата по выбранному методу.

Пятый этап—составление блок-схем (графическое изображение алгоритма). Рекомендуются при составлении сложных программ, с тем чтобы увереннее их решать.

Шестой этап—составление программы.

Седьмой этап—отладка программы. Только на этом этапе начинается контакт пользователя с микрокалькулятором.

Восьмой этап—проведение расчетов.

Если задача проста, отдельные этапы можно миновать.

Порядок работы на ПМК в режиме «Программирование»:

1) установить режим «Программирование»; 2) ввести программу; 3) перейти в режим «Автоматическая работа»; 4) ввести постоянные параметры в адресуемые регистры; 5) установить начальный адрес считания программы; 6) набрать на клавиатуре значения переменных параметров, определяющих собой очередной расчет; 7) запустить программу; 8) если нужно, повторить расчет для нового набора переменных параметров, перейти к п. 6; 9) порядок работы с программой излагается в «Инструкции к программе», являющейся как бы продолжением программы.

Программы к задачам приведены для их решения на ПМК «Электроника БЗ-34» и «Электроника МК-61». В то же время можно воспользоваться и другими моделями ПМК последних выпусков, если учесть их технические характеристики и отдельные изменения обозначений клавиатуры, которые приводятся в табл. 81.

Таблица 81

Технические характеристики программируемых микрокалькуляторов «Электроника»

Параметры	БЗ-34	МК-54	МК-56	МК-61	МК-52
Число:					
разрядов индикатора	12	12	12	12	12
регистров памяти	14	14	14	15	15
шагов программы	98	98	98	105	105
Функции $x^2$ , $\sqrt{x}$ , $\lg x$ , $\ln x$ , $e^x$ , $10^{x^1/x}$ , вызов $\pi$	+	+	+	+	+
Операторы $[x]$ , $\{x\}$ , $\max$ , $ x $ ; ЗН; СЧ; $\wedge$ ; $\vee$ ; ИНВ				+	+

Параметры	БЗ-34	МК-54	МК-56	МК-61	МК-52
Тригонометрические и обратные тригонометрические функции	+	+	+	+	+
Запоминание программ и данных (наличие ППЗУ)					+
Возможность подключения блоков расширения памяти					
Быстродействие, опер/с	3,5	3,5	3,5	4,1	4,1

Клавиши одинакового назначения микрокалькуляторов «Электроника»

МК-61, МК-52, МК-54

$F \sin^{-1} x$   
 $F \cos^{-1} x$   
 $F \operatorname{tg}^{-1} x$   
 $B \uparrow$   
 $\leftrightarrow$   
 $x \rightarrow \Pi$   
 $\Pi \rightarrow x$   
 $a, b, c, d$

БЗ-34

$F \operatorname{Arcsin} x$   
 $F \operatorname{Arccos} x$   
 $F \operatorname{Arctg} x$   
 $\uparrow$   
 $X \leftrightarrow Y$   
 $\Pi$   
 $\Pi \Pi$   
 $A, B, C, D$

**Задача 290.** Определить площадь круга диаметром 5 и 1,8 см, используя микрокалькулятор в режиме «Программирование».

**Решение.** 1. Подбираем формулу для решения задачи

$$S = \pi d^2 / 4,$$

где  $S$  — площадь круга,  $\text{см}^2$  — искомая величина;  $d$  — диаметр круга,  $\text{см}$  — исходная величина;  $\pi$  и 4 — константы.

2. Формула проста и преобразований для машинного счета не требует.

3. Составим алгоритм — план расчета. Предположим, что  $d$  находится в ячейке  $R2$  (или предопределили ему эту ячейку), тогда в начале вызовем его значение в регистр  $X$ ; определим значение  $d^2$ ; перешлем значение  $d^2$  в регистре  $Y$ ; вызовем константу  $\pi$ ; вычислим  $\pi d^2$ ; занесем число 4 в регистр  $X$ ; вычислим  $S = \pi d^2 / 4$ .

4. Составим программу (табл. 82).

5. Ввод программы в память и редактирование программы. С этого этапа начинается непосредственная работа с ПМК.

Для занесения программы с адреса 00 необходимо установить режим «Программирование» нажатием клавиш В/О (если калькулятор был в режиме «Автоматическая работа», при включении калькулятора в работу эту клавишу нажимать не надо), далее нажать  $F$ , ПРГ.

Далее ввести программу последовательным нажатием клавиш, предусмотренных программой. Правильность ввода контролируется по цифрам кода на индикаторе.

Нажимаемые  
клавиши

БП 0 2

Индикация

Содержимое регистра X  
до нажатия клавиш

F ПРГ

22 62 02

Счетчик установится на  
адрес 02, а индикатор покажет  
информацию, записанную по  
предыдущим адресам

Таблица 82

Программа к задаче 290

Адрес	Команда	Код	Комментарий
00	ИП2	62	Вычисление $d^2$
01	$Fx^2$	22	
02	↑	0E	» » $\pi d^2$
03	$F\pi$	20	
04	x	12	
05	4	04	$S = \pi d^2 / 4$
06	+	13	
07	C/П	50	Останов, индикация результата

Для занесения программы с произвольного адреса необходимо установить этот адрес на счетчике адресов команд. Для этого в режиме «Автоматическая работа» нажмите клавишу БП, а затем цифровые клавиши, которые обеспечат переход на требуемый адрес. После перехода на режим «Программирование» на счетчике адресов команд установится адрес, с которого должна вводиться программа. Ввод программы в программную память производится нажатием соответствующих клавиш.

Нажимаемые  
клавиши

5 П 2 В/О С/П

Индикация

19,634953

см<sup>2</sup>

Площадь круга при  
 $d = 5$  см

1 , 8 П 2 В/О С/П

2,54469

см<sup>2</sup>

Площадь круга при  
 $d = 1,8$  см

Если при вводе программы допущена ошибка, то для ее исправления необходимо перейти на адрес, по которому записана ошибочная команда. Для этого можно воспользоваться клавишей ШГ или ШГ, если адрес ошибочной команды находится недалеко от текущего. При каждом нажатии этих клавиш содержимое счетчика адресов команд соответственно увеличивается или уменьшается на

единицу. Если ошибка допущена в адресе перехода, то для ее исправления необходимо сдвинуть информацию на два шага и повторить ввод команды и следующий за ней адрес перехода.

При большой разнице адресов ошибочной и текущей команд нужно воспользоваться командой безусловного перехода. Для этого необходимо перейти в режим «Автоматическая работа», нажать клавишу БП, а затем клавиши, которые обеспечат переход на нужный адрес. После установки режима «Программирование» на индикаторе появится адрес ошибочной команды. Исправьте ошибку, нажав клавишу требуемой операции, либо команды.

Если необходимо исключить какую-либо команду из программы, перейти на адрес исключаемой команды, нажмите клавиши К и НОП. В программную память запишется команда «Нет операции», при которой при вычислении ничего не выполняется.

6. Переходим в режим «Автоматическая работа», для чего нажимаем клавиши F, АВТ. Далее для проверки программы и правильности ввода решаем контрольный пример. Допустим  $d=3$  см, тогда в счетном режиме (или вручную) определяем  $S=7,06858$  см<sup>2</sup>.

Вводим в регистр R2 число 3, нажимаем клавиши 3, П, 2 и пускаем программу на счет с адреса 00, нажав клавиши В/О, С/П. Считываем результат с индикатора 7,0685832. Решаем поставленную задачу.

Нажимаемые клавиши	Индикация	
<b>В/О</b>	<input type="text"/>	Содержимое регистра X до нажатия клавиши
<b>F ПРТ</b>	<input type="text" value="00"/>	Адрес счетчика установлен на 00
<b>ИП 2</b>	<input type="text" value="62 01"/>	Запись кода вызова информации из регистра R2 в регистр X
<b>F x<sup>2</sup></b>	<input type="text" value="22 62 02"/>	Запись кода возведения в квадрат числа, находящегося в регистре X
<b>↑</b>	<input type="text" value="0E 22 62 03"/>	Запись кода передачи информации из регистра X в регистр Y
<b>F π</b>	<input type="text" value="20 0E 22 04"/>	Вызов константы π в регистр X
<hr/>		
<b>С/П</b>	<input type="text" value="50 13 04 08"/>	Останов

**Задача 291.** Определить ускорение частицы при ее подбрасывании на сите наклонного грохота с криволинейными колебаниями в вертикальной плоскости при известных: угле наклона грохота  $\alpha$ , значении

переменного угла между направлением колебаний и плоскостью сита  $\varphi$ .

Решение. 1. Формула для расчета

$$a \geq \frac{\cos \alpha}{\sin \varphi} g,$$

где  $g=9,81 \text{ м/с}^2$ —ускорение свободного падения;  $\alpha$ —угол наклона сита, градус;  $\varphi$ —переменный угол между направлением колебания и плоскостью сита, градус.

2. Распределяем исходные данные  $\alpha$ ,  $\varphi$  и  $g$  по соответствующим ячейкам 1, 2 и 3:  $\alpha$ —ячейка 1;  $\varphi$ —ячейка 2;  $g$ —ячейка 3.

3. Программа к задаче 291 для МК-52 приведена в табл. 83.

Таблица 83

Программа к задаче 291

Адрес	Команда	Код	Адрес	Команда	Код
00	$P \rightarrow x3$	63	04	$P \rightarrow x2$	62
01	$P \rightarrow x1$	61	05	$F \sin$	11
02	$F \cos$	1Г	06	$\div$	13
03	$\times$	12	07	$C/P$	50

4. Инструкция к программе задачи 291.

4.1. После ввода программы нажать клавишу В/О и ввести постоянный коэффициент  $g$ .

4.2. Ввести переменные  $\alpha$  и  $\varphi$ , предварительно поставив переключатель ПМК в положение Г.

4.3. Нажать клавишу  $C/P$  и считать результат с индикатора.

4.4. При перемене исходных данных в ПМК вводятся только значения  $\alpha$  и  $\varphi$ .

5. Контрольный пример:  $g=9,81 \text{ м/с}^2$ ;  $\alpha=15^\circ$ ;  $\varphi=45^\circ$ . Ответ:  $a \geq 13,4 \text{ м/с}^2$ .

Задача 292. Составить программу решения задачи с помощью ПМК для определения фактической стоимости 1 т угля, учитывая его фактическую зольность.

Решение. 1. Формула для расчета

$$C_\phi = C_n \times [1 + (A_n^d - A_\phi^d) 0,025],$$

где  $C_\phi$ —фактическая стоимость 1 т угля, руб.;  $C_n$ —цена 1 т угля по прейскуранту, руб.;  $A_n^d$ —зольность угля по прейскуранту, %;  $A_\phi^d$ —фактическая зольность угля, %.

2. Определяем последовательность решения задачи (разрабатываем алгоритм): вычисляем разность зольностей и показатель стоимости.

3. Распределяем исходные данные  $A_n$ ,  $A_\phi$  и  $C$  по соответствующим ячейкам 1, 2 и 3.

4. Составляем программу для БЗ-34 (табл. 84).

5. Переходим в режим «Программирование» нажатием клавиш F, ПРГ.

## Программа к задаче 292

Адрес	Команда	Код	Комментарий
00	ИП1	61	Вычисление $A_n^d = A_\Phi^d$
01	ИП2	62	
02	—	11	
03	0	00	Вычисление $1 + (A_n^d - A_\Phi^d) 0,025$
04	,	0—	
05	0	00	
06	2	02	
07	5	05	
08	×	12	
09	1	01	
10	+	10	
11	ИП3	63	Расчет стоимости 1 т
12	×	12	
13	С/П	50	Останов, индикация результата

6. Вводим программу в ПМК.

7. Переходим в режим «Автоматическая работа» нажатием клавиш F, АВТ.

8. Вводим данные контрольного примера:  $A_n^d = 8,5\%$ ;  $A_\Phi^d = 8,9\%$ ;  $C_n = 20,80$  руб. Ответ: 20,592 руб.

9. Нажатием клавиш В/О, С/П и после счета считываем результат.

10. При перемене исходных данных возвращаемся к пункту 8.

**Задача 293.** Рассчитать оптовую цену 1 т угля с учетом плановой и фактической зольности. Исходные данные и результаты вычислений приведены в табл. 85.

**Решение.** 1. Уточняем, что в графах 2—5 и 8 содержатся исходные данные, а в графах 6, 7, 9, 10, 11, 12 — результаты вычислений.

2. Составляем алгоритм решения задачи. Схема расчета:

графа 6 = графа 4 — графа 3;

графа 7 = графа 5 — графа 3;

## Исходные данные и результаты расчета к задаче 293

Сорт угля	По прейскуранту		Зольность по фабрике, %		Отклонение зольности от стандарта, % (— снижение, + увеличение)	
	цена, руб.	зольность, %	по плану	фактическая	по плану	фактически
1	2	3	4	5	6	7
АРШ	7,40	15,0	18,5	18,4	+3,5	+3,4



- графа 9=графа 6 × графа 8;  
 графа 10=графа 7 × графа 8;  
 графа 11=графа 2 × (1—графа 9:100);  
 графа 12=графа 2 × (1—графа 10:100).

Распределяем исходные данные: графа 2—ячейка 2; графа 3—3;  
 графа 4—4; графа 5—5; графа 8—8.

3. Составляем программу для БЗ-34 (табл. 86).

4. Включаем ПМК.

5. Переходим в режим «Программирование» нажатием клавиш В/О, F и ПРГ.

6. Вводим программу в ПМК.

7. Переходим в режим «Автоматическая работа» нажатием клавиш F, АВТ.

Инструкция к программе задачи 293.

8. После ввода программы нажать клавишу В/О.

9. Ввести данные граф 2—5 и 8 первой строки табл. 82 в ячейки 2—5 и 8 (соответственно). Нажать клавишу С/П и после вычислений последовательно считывать с индикатора значения граф 6, 7, 9—12, табл. 82. Результаты вычислений находятся также в ячейках 6, 7, 9, 0, А, В (соответственно) до начала вычислений по следующей строке.

10. Аналогично пп. 8 и 9 выполнить вычисления для всех последующих строк табл. 85. Контрольный пример и решение приведены в табл. 87.

*Задача 294.* Составить годовой отчет о выполнении плановых показателей работы углеобогадательной фабрики. Исходные данные и результаты расчета приведены в табл. 87.

*Решение.* 1. Уточняем, что в графах 2—4 представлены исходные данные, графы 5—8 требуется рассчитать для их заполнения.

2. Составляем алгоритм решения задачи. Схема расчета:

- графа 5=графа 4—графа 3;  
 графа 6=(графа 4 : графа 3) 100;  
 графа 7=графа 4—графа 2;  
 графа 8=(графа 4 : графа 2) 100.

Вычисление будем вести последовательным расчетом граф 5, 6, 7, 8. Распределяем исходные данные по ячейкам: графа 2—ячейка 2; графа 3—ячейка 3; графа 4—ячейка 4.

Таблица 85

Скидки (надбавки) в цене за 1% отклонения зольности от прейскуранта, %	Отклонение цены от прейскуранта, % (— надбавки, + скидки)		Цена за 1 т, руб.	
	по плану	фактически	по плану	фактически
8	9	10	11	12
3,0	10,5	10,2	6,62	6,64

## Программа к задаче 293

Адрес	Команда	Код	Комментарий
00	ИП4	64	Расчет значения графы 6, индикация и запоминание в ячейке 6
01	ИП3	63	
02	—	11	
03	П6	46	
04	С/П	50	
05	ИП5	65	Расчет значения графы 7, индикация и запоминание в ячейке 7
06	ИП3	63	
07	—	11	
08	П7	47	
09	С/П	50	
10	ИП6	66	Расчет значения графы 9, индикация и запоминание в ячейке 9
11	ИП8	68	
12	×	12	
13	П9	49	
14	С/П	50	
15	ИП7	67	Расчет значения графы 10, индикация и запоминание в ячейке 0
16	ИП8	68	
17	×	12	
18	ПО	40	
19	С/П	50	
20	ИП9	69	Обращение к подпрограмме для расчета значения графы 11. Индикация результата и запоминание в ячейке А
21	ПП	53	
22	32	32	
23	ПА	4—	
24	С/П	50	
25	ИП0	60	Обращение к программе для расчета значения графы 12. Индикация результата и запоминание в ячейке В
26	ПП	53	
27	32	32	
28	ПВ	6	
29	С/П	50	
30	БП	51	Возврат к началу программы для вычисления по следующим строкам таблицы
31	00	00	
32	1	01	Программа для вычисления граф 11 и 12
33	0	00	
34	0	00	
35	+	13	
36	—	11	
37	1	01	
38	+	10	
39	ИП2	62	
40	×	12	
41	В/О	52	

## Исходные данные и результаты расчета к задаче 294

Масса, т	За прошедший год	За отчетный год					
		план	фактически	к плану		к прошлому году	
				абсолютный прирост	%	абсолютный прирост	%
1	2	3	4	5	6	7	8
Переработанного угля, т	3 000 128	3 000 200	3 055 835	55 635	101,8	55 707	101,9
Концентра-та, т	1 860 080	1 870 000	1 885 000	15 000	100,8	24 920	101,3
Промпро-дукта, т	660 028	650 000	690 735	40 735	106,3	30 707	104,7
Отходов, т	480 020	480 200	480 100	-100	99,98	80	100,02

3. Составляем программу для БЗ-34 (табл. 88).

4. Инструкция к программе задачи 294.

4.1. После ввода программы нажать клавишу В/О.

4.2. Ввести данные граф 2, 3, 4 первой строки табл. 87 в ячейки 2, 3, 4 (соответственно). Нажать клавишу С/П и после вычисления значения графы 5 нажать клавишу С/П для вычисления графы 6 и т. д. Последовательно считывая с индикатора значения граф 5, 6, 7, 8, занести их в табл. 87. Результаты вычислений находятся также в ячейках 5, 6, 7, 8 (соответственно) до начала вычислений по следующей строке.

4.3. Аналогично п. 4.2 выполнять вычисления для всех последующих строк табл. 87.

Таблица 88

## Программа к задаче 294

Адрес	Команда	Код	Комментарий
00	ИП4	64	Вычисление значения графы 5 и индикация, запоминание в ячейке 5
01	ИП3	63	
02	—	11	
03	П5	45	
04	С/П	50	
05	ИП4	64	Вычисление значения графы 6 и индикация, запоминание в ячейке 6
06	ИП3	63	
07	+	13	
08	1	01	
09	0	00	
10	0	00	
11	×	12	
12	П6	46	
13	С/П	50	

Адрес	Команда	Код	Комментарий
14	ИП4	64	Вычисление значения графы 7 и индикация, запоминание в ячейке 7
15	ИП2	62	
16	—	11	
17	П7	47	
18	С/П	50	
19	ИП4	64	Вычисление значения графы 8 и индикация, запоминание в ячейке 8
20	ИП2	62	
21	+	13	
22	1	01	
23	0	00	
24	0	00	
25	×	12	
26	П8	48	
27	С/П	50	Останов
28	БП	51	Возврат к началу программы
29	00	00	

Контрольный пример достаточно решить для одной строки расчета.

**Задача 295.** Расчет массовой доли влаги углей и продуктов обогащения.

1. Формула для расчета

$$W = \frac{[(m_1 - m) - (m_2 - m)] 100}{m_1 - m},$$

где  $W$  — массовая доля влаги продукта, %;  $m$ ,  $m_1$ ,  $m_2$  — масса соответственно пустой тары, тары с влажным продуктом и тары с сухим продуктом, г.

2. Распределяем исходные данные  $m$ ,  $m_1$  и  $m_2$  по соответствующим ячейкам 1, 2 и 3.

3. Программа к задаче 295 для МК-52 приведена в табл. 89.

Таблица 89

Программа к задаче 295

Адрес	Команда	Код	Адрес	Команда	Код
00	П→x2	62	09	—	0L
01	П→x1	61	10	1	01
02	—	11	11	0	00
03	x→П4	44	12	0	00
04	П→x3	63	13	×	12
05	П→x1	61	14	П→x4	64
06	—	11	15	÷	13
07	П→x4	64	16	С/П	50
08	—	11			

4. Инструкция к программе задачи 295.

4.1. После ввода программы нажать клавиши F, АВТ.

4.2. Ввести исходные данные согласно их распределению по ячейкам.

4.3. Нажать клавиши В/О, С/П.

5. Контрольный пример. Исходные данные:  $m=80$  г;  $m_1=187$  г;  $m_2=162$  г. Ответ:  $W=23,364\%$ .

Задача 296. Рассчитать коэффициенты пересчета показателей качества угля из рабочего состояния в аналитическое, сухое и сухое беззольное.

1. Формулы для расчета:

в аналитическое состояние  $a$ :  $(100 - W^a)/(100 - W_t^r)$ ;

в сухое состояние  $d$ :  $100/(100 - W_t^r)$ ;

в сухое беззольное состояние  $daf$ :

$100/[(100 - (W_t^r + A^r))]$ ,

где  $W^a$  — аналитическая влага угля, %;  $W_t^r$  — рабочая влага угля (общая влага), %;  $A^r$  — зольность добытого или используемого угля, %.

2. Распределяем исходные данные по ячейкам: 100 — ячейка 0;  $W^a$  — ячейка 1,  $W_t^r$  — ячейка 2,  $A^r$  — ячейка 3.

3. Программа к задаче 296 для МК-52 приведена в табл. 90.

4. Инструкция к программе задачи 296.

4.1. После ввода программы перейти в режим «Автоматическая работа» нажатием клавиш F, АВТ и затем В/О.

4.2. Ввести исходные данные согласно п. 2.

4.3. Нажать клавишу С/П — при останове считать с индикатора результат, соответствующий коэффициенту пересчета угля в аналитическое состояние.

Таблица 90

Программа к задаче 296

Адрес	Команда	Код	Комментарий
00	П → x0	60	Пересчет в аналитическое состояние $a$
01	П → x1	61	
02	—	11	
03	П → x0	60	
04	П → x2	62	
05	—	11	
06	÷	13	
07	С/П	50	
08	П → x0	60	Пересчет в сухое состояние $d$
09	П → x2	62	
10	—	11	
11	П → x0	60	
12	÷	13	
13	$F \frac{1}{x}$	23	
14	С/П	50	

Адрес	Команда	Код	Комментарий
15	$\Pi \rightarrow x2$	62	Пересчет в сухое беззольное состояние <i>daf</i>
16	$\Pi \rightarrow x3$	63	
17	+	10	
18	$\Pi \rightarrow x0$	60	
19	-	11	
20	-	0 $\angle$	
21	$\Pi \rightarrow x0$	60	
22	$\div$	13	
23	$F1/x$	23	
24	C/ $\Pi$	50	

4.4. Нажать клавишу C/ $\Pi$ —при останове считать с индикатора результат, соответствующий коэффициенту пересчета угля в сухое состояние.

4.5. Нажать клавишу C/ $\Pi$ —при останове считать с индикатора результат, соответствующий коэффициенту пересчета угля в сухое беззольное состояние.

5. Контрольный пример:  $W^r=8\%$ ,  $W^a=5\%$ ,  $A^r=9\%$ . Ответ:  $a=1,0326$ ,  $d=1,0869$ ,  $daf=1,2048$ .

Задача 297. Определить скорость дренирования влаги из угля, если известны толщина слоя угля, его удельная поверхность, разность давлений, в верхнем и нижнем слоях коэффициент пористости.

Решение. 1. Формулы для расчета

$$K_{\Phi} = \frac{0,2\varepsilon^3}{S^2(1-\varepsilon)^2\mu}; \quad w = K_{\Phi} \frac{p}{h},$$

где  $K_{\Phi}$ —коэффициент фильтрования,  $\text{м}^2/(\text{Па}\cdot\text{с})$ ;  $\varepsilon$ —коэффициент пористости среды;  $S$ —удельная поверхность угля,  $\text{м}^{-1}$ ;  $\mu$ —динамический коэффициент вязкости воды,  $\text{Па}\cdot\text{с}$ ;  $w$ —скорость дренирования,  $\text{м}/\text{с}$ ;  $p$ —разность давлений в верхнем и нижнем слоях угля,  $\text{Па}$ ;  $h$ —толщина слоя угля,  $\text{м}$ .

2. Распределение исходных данных по ячейкам:  $\varepsilon$ —ячейка 1,  $S$ —ячейка 2,  $\mu$ —ячейка 3,  $p$ —ячейка 4,  $h$ —ячейка 7.

3. Программа к задаче 297 для МК-52 приведена в табл. 91.

Таблица 91

Программа к задаче 297

Адрес	Команда	Код	Комментарий
00	3	03	Вычисление коэффициента фильтрования $K_{\Phi}$
01	ВП	0L	
02	$\Pi \rightarrow x1$	61	
03	$Fx^y$	24	
04	0	00	
05	,	0-	
06	2	02	
07	$\times$	12	

Адрес	Команда	Код	Комментарий
08	$x \rightarrow П4$	44	
09	1	01	
10	$П \rightarrow x1$	61	
11	—	11	
12	$Fx^2$	22	
13	$П \rightarrow x2$	62	
14	$Fx^2$	22	
15	$\times$	12	
16	$П \rightarrow x3$	63	
17	$\times$	12	
18	$x \rightarrow П5$	45	
19	$П \rightarrow x4$	64	
20	$П \rightarrow x5$	65	
21	$\div$	13	
22	$x \rightarrow П8$	48	
23	$П \rightarrow x6$	66	Вычисление скорости фильтрации $w$
24	$П \rightarrow x7$	67	
25	$\div$	13	
26	$П \rightarrow x8$	68	
27	$\times$	12	
28	С/П	50	

#### 4. Инструкция к программе задачи 297.

4.1. После ввода программы перейти в режим «Автоматическая работа», нажав клавиши  $F$  и АВТ.

4.2. Ввести исходные данные согласно их распределению по ячейкам.

4.3. Нажать клавиши В/О, С/П—после вычисления считать результат с индикатора.

5. Контрольный пример.  $\varepsilon=0,5$ ;  $S=10\,500\text{ м}^{-1}$ ;  $\mu=0,001\text{ Па}\cdot\text{с}$ ;  $p=35\,000\text{ Па}$ ;  $h=7\text{ м}$ . Ответ:  $w=0,0045\text{ м/с}$ .

Задача 298. Определить выход продуктов обогащения отсадочной машины, если зольности исходного питания  $A_n^d=23,8\%$ , концентрата  $A_k^d=5\%$  и отходов  $A_o^d=78,2\%$ .

Решение. 1. Используем для расчета формулы баланса продуктов обогащения:

$$\gamma_k + \gamma_o = 100;$$

$$\gamma_k A_k^d + \gamma_o A_o^d = 100 A_n^d.$$

Преобразуем формулы для удобства вычислений:

$$\gamma_k = 100 \frac{A_o^d - A_n^d}{A_o^d - A_k^d},$$

$$\gamma_o = 100 - \gamma_k,$$

где  $A_o^d$ ,  $A_n^d$ ,  $A_k^d$ —зольность отходов, исходного питания и концентрата, %;  $\gamma_k$ ,  $\gamma_o$ —выход концентрата, отходов, %.

2. Составим алгоритм. Вычислим числитель, затем знаменатель и результат умножим на 100. Выход отходов определим как разность  $100 - \gamma_{\kappa}$ .

3. Распределим исходные данные  $A_o^d$ ,  $A_n^d$  и  $A_{\kappa}^d$  по соответствующим ячейкам: 1, 2 и 3.

4. Составляем программу для БЗ-34 (табл. 92).

Таблица 92

Программа к задаче 298

Адрес	Команда	Код	Комментарий
00	ИП1	61	Вычисление значения $\gamma_{\kappa}$ , запоминание результата в ячейке 4
01	ИП2	62	
02	—	11	
03	ИП1	61	
04	ИП3	63	
05	—	11	
06	+	13	
07	1	01	
08	0	00	
09	0	00	
10	×	12	
11	П4	44	
12	С/П	50	Останов, индикация результата
13	1	01	Вычисление значения $\gamma_o$
14	0	00	
15	0	00	
16	ИП4	64	
17	—	11	
18	С/П	50	
19	БП	51	Возврат к началу программы
20	00	00	

5. Вводим программу в ПМК, для чего устанавливаем режим «Программирование» нажатием клавиш В/О, F, ПРГ. Далее нажимаем последовательно все клавиши, записанные в программе. Правильность ввода программы контролируем по кодовым цифрам и символам на индикаторе. Если допущена ошибка, то выполняем редактирование программы.

6. Проводим отладку программы, для чего переходим в режим «Автоматическая работа» нажатием клавиш F, АВТ.

Решаем контрольный пример.  $A_o^d = 70\%$ ,  $A_n^d = 20\%$ ,  $A_{\kappa}^d = 8\%$ . Ответ:  $\gamma_{\kappa} = 80,65\%$ ,  $\gamma_o = 19,35\%$ . Убеждаемся, что программа верна.

7. Нажимаем клавишу  $C_x$  для очистки индикатора от результата решения контрольного примера.

8. Вводим в ПМК исходные данные задачи, нажимая последовательно клавиши 7, 8, ', 2, П, 1, 2, 3, ', 8, П, 2, 5, П, 3.



Нажимаем клавиши В/О, С/П, считываем с индикатора результат  $\gamma_x = 64,316939\%$ , снова нажимаем клавишу С/П, считываем с индикатора результат  $\gamma_0 = 25,6831\%$ . При перемене исходных данных возвращаемся к п. 8.

**Задача 299.** Рассчитать необходимую массу флокулянта для приготовления его рабочего раствора различной концентрации.

1. Формула для расчета

$$G = 100VC_p/C,$$

где  $G$  — масса флокулянта, кг;  $V$  — объем водного раствора флокулянта, м<sup>3</sup>;  $C_p, C$  — концентрация соответственно рабочего и исходного (товарного) флокулянта, %.

2. Распределение исходных данных по ячейкам:  $V$  — ячейка 1;  $C_p$  — ячейка 2;  $C$  — ячейка 3.

3. Программа к задаче 299 для МК-52 (табл. 93).

Таблица 93

**Программа к задаче 299**

Адрес	Команда	Код	Адрес	Команда	Код
00	1	01	05	П → x2	62
01	0	00	06	×	12
02	0	00	07	П → x3	63
03	П → x1	61	08	÷	13
04	×	12	09	С/П	50

4. Инструкция к программе задачи 299.

4.1. После ввода программы нажать клавиши F, АВТ.

4.2. Ввести исходные данные согласно их распределению по ячейкам.

4.3. Нажать клавишу С/П.

5. Контрольный пример: исходные данные  $V = 1,5$  м<sup>3</sup>;  $C = 8\%$ ,  $C_p = 0,1\%$ . Ответ: 1,875 кг.

**Задача 300.** Распределить заработок бригады рабочих за выполненную работу по ремонту отсадочной машины между ее членами в зависимости от отработанного времени и квалификации рабочих (тарифных ставок).

Решение 1. Формулы для расчета:

$$Z_i = Z_{бр} T_i P_i / Z_{тар},$$

где  $Z_i$  — заработок  $i$ -го рабочего, руб.;  $Z_{бр}$  — общий заработок бригады, руб.;  $T_i$  — отработанные часы  $i$ -м рабочим;  $P_i$  — часовая тарифная ставка  $i$ -го рабочего, руб.;  $Z_{тар}$  — заработок всех членов бригады по

тарифу:  $Z_{тар} = \sum_{i=1}^n T_i P_i$ .

2. Составляем алгоритм решения задачи. Принимаем решение о вычислениях в два этапа: I этап — определение суммы заработка членов бригады по тарифу; II этап — вычисление заработка каждого члена бригады.

## 2.1. Решение I этапа.

2.2.1. Размещаем исходные данные  $T_i$  и  $P_i$  по ячейкам 1 и 2.

2.1.2. Составляем программу задачи 300 для БЗ-34 (табл. 94).

2.1.3. Инструкция к программе задачи 300.

Таблица 94

Программа к задаче 300 (I этап)

Адрес	Команда	Код	Комментарий
00	ИП1	61	Вычисление тарифного заработка рабочего и запоминание результата в ячейке 3
01	ИП2	62	
02	×	12	
03	ПЗ	43	
04	ИПД	6	Суммирование тарифного заработка членов бригады и запоминание результата в ячейке Д
05	+	10	
06	ПД	4	
07	ИПЗ	63	Индикация тарифного заработка рабочего
08	С/П	50	Останов для ввода данных
09	БП	51	Возврат к началу программы
10	00	00	

а). После ввода программы нажать клавишу В/О, ввести число 0 в ячейки 3 и Д.

б). Ввести попарно значения  $T_i$  и  $P_i$  в ячейки 1 и 2 (соответственно) для каждого рабочего, нажать клавишу С/П и после вычислений считать с индикатора тарифный заработок рабочего.

в). После ввода значений  $T_i$  и  $P_i$  для всех рабочих и обработки данных сумма тарифных заработков членов бригады находится в ячейке Д, нажать клавиши ИП, Д.

2.1.4. Включаем ПМК.

2.1.5. Переходим в режим «Программирование».

2.1.6. Заносим программу в ПМК.

2.1.7. Переходим в режим «Автоматическая работа».

2.1.8. Решаем контрольный пример (см. п. 2.1.3). Допустим, для трех рабочих, отработавших 150, 100, 144 ч каждый, их часовые тарифные ставки соответственно 1,5; 1,8 и 1,0 руб.

Ответ. Сумма заработка всех членов бригады по тарифу 549 руб., в том числе 1-го рабочего 225 руб., 2-го—180 руб., 3-го—144 руб.

2.1.9. После очистки регистра  $X$  нажатием клавиши  $C_x$  от результатов счета контрольного примера и совпадения результатов с данными, рассчитанными предварительно, начинаем решение задачи для любого числа рабочих в бригаде.

2.2. Решение II этапа.

2.2.1. Размещаем исходные данные по ячейкам:  $Z_{бр}$  — ячейка 0;  $T_i$  — ячейка 1;  $P_i$  — ячейка 2;  $Z_{тар}$  — ячейка Д.

2.2.2. Составляем программу для БЗ-34 (табл. 95).

Таблица 95

Программа к задаче 300 (II этап)

Адрес	Команда	Код	Комментарий
00	ИПО	60	Определение отношения бригадного заработка к сумме тарифных заработков
01	ИПД	6Г	
02	÷	13	
03	ПЗ	43	
04	ИП1	61	Определение заработка рабочего и индикация
05	ИП2	62	
06	×	12	
07	ИП3	63	
08	×	12	
09	С/П	50	Останов для ввода новых данных
10	БП	51	Возврат к адресу 04 для определения заработка следующего рабочего
11	04	04	

2.2.3. Составляем инструкцию к программе задачи 300.

а). После ввода программы нажать клавишу В/О, ввести общий заработок бригады  $Z_{бр}$  в ячейку 0, сумму заработка бригады по тарифам  $Z_{тар}$  — в ячейку Д, число 0 — в ячейку 3.

б). Ввести попарно значения  $T_i$  и  $P_i$  в ячейки 1 и 2 (соответственно) для каждого рабочего, нажать клавишу С/П и после вычислений считать с индикатора общий заработок рабочего. Отношение общего заработка к тарифному находится в ячейке 3.

2.2.4. Включаем ПМК.

2.2.5. Переходим в режим «Программирование».

2.2.6. Заносим программу в ПМК.

2.2.7. Переходим в режим «Автоматическая работа».

2.2.8. Решаем контрольный пример (см. п. 2.2.3) (данные I этапа).

Ответ. Общий заработок бригады 700 руб. Зарплата 1-го рабочего  $Z_1 = 286,88$  руб., 2-го  $Z_2 = 229,51$  руб.; 3-го —  $Z_3 = 183,61$  руб. Отношение общего заработка к тарифному 1,275, нажать клавиши ИП, 3.

2.2.9. Переходим к решению задачи, руководствуясь п. 2.2.3.

Обратите внимание на:

1. Решение задачи в два этапа. Чем это вызвано?
2. Ввод данных по мере решения задачи.
3. Ввод числа 0 в ячейки 3 и Д.
4. Вызов чисел 549 и 1,275 из ячеек памяти на индикатор.
5. Возврат в программах к адресу 00 с адреса 10 и 04 с адреса 11.

**Задача 301.** Рассчитать плановый расход электроэнергии на трех участках обогатительной фабрики. Показатели работы на этих участках приведены в табл. 96.

Таблица 96

Показатели работы участков обогатительной фабрики

№ участка	Потребитель	Номинальная мощность $N$ , кВт	Кпд потребителя $\eta$	Коэффициент загрузки оборудования $K$	Продолжительность работы в планируемом периоде $t$ , ч
1	Первый	50	0,8	0,7	100
2	Второй	40	0,8	0,7	120
3	Третий	30	0,8	0,7	100

Решение 1. Выбираем формулу для расчета:

$$W_0 = \sum_{i=1}^n \left( \frac{N_i}{\eta_i} K_i t_i \right) \Pi,$$

где  $W_0$  — расход электроэнергии, кВт·ч;  $N_i$  — номинальная мощность  $i$ -го потребителя энергии, кВт;  $\eta_i$  — кпд  $i$ -го потребителя;  $K_i$  — коэффициент загрузки оборудования  $i$ -го потребителя, доли ед.;  $t_i$  — продолжительность работы  $i$ -го потребителя в планируемом периоде, ч;  $\Pi$  — коэффициент, учитывающий потери энергии в сети (принят равным 1,1).

2. Определяем последовательность решения задачи: вычисление расхода активной электроэнергии одним потребителем; суммирование расхода электроэнергии и запоминание результата; останов для ввода данных следующего потребителя; возврат к началу программы.

3. Размещаем исходные данные по ячейкам:  $N_i$  — ячейка 1;  $\eta_i$  — ячейка 2;  $t_i$  — ячейка 3;  $K_i$  — ячейка 0;  $\Pi$  — ячейка А.

4. Составляем программу задачи 301 для БЗ-34 (табл. 97).

Таблица 97

Программа к задаче 301

Адрес	Команда	Код	Комментарий
00	ИП1	61	Вычисление расхода активной электроэнергии одним потребителем
01	ИП2	62	
02	+	13	
03	ИП3	63	
04	×	12	
05	ИП0	60	
06	×	12	
07	ИПА	6—	
08	×	12	
09	ИП9	69	Суммирование расхода электроэнергии и запоминание в ячейке 9
10	+	10	
11	П9	49	

Адрес	Команда	Код	Комментарий
12	С/П	50	Останов для ввода данных следующего потребителя
13	БП	51	Возврат к началу программы
14	00	00	

5. Составляем инструкцию к программе задачи 301.

5.1. После ввода программы нажать клавишу В/О, ввести число 0 в ячейку 9, значение П—в ячейку А.

5.2. Ввести значения  $K$ ;  $N$ ;  $\eta$ ;  $t$  для первого потребителя электроэнергии в ячейки соответственно 0, 1, 2, 3, нажать клавишу С/П.

5.3. После останова вычислений ввести значения  $K$ ;  $N$ ;  $\eta$ ;  $t$ ; для второго потребителя нажать клавишу С/П и продолжать так далее до полного ввода и обработки данных для всех энергопотребителей.

5.4. После окончания ввода и обработки данных для всех потребителей считать результат с индикатора. Он может быть также извлечен из памяти нажатием клавиш ИП, 9.

5.5. Контрольным примером может служить расчет по первым двум потребителям.

6. Включаем ПМК.

7. Переходим в режим «Программирование» нажатием клавиш F, ПРГ.

8. Заносим программу в ПМК.

9. Переходим в режим «Автоматическая работа» нажатием клавиш F, АВТ.

10. Вводим исходные данные в ПМК и ведем расчет согласно указаниям п. 5. Для нашей задачи  $W_3 = 13\,282,5$  кВт·ч.

*Задача 302.* Определить ширину конвейерной ленты  $B$ , если необходимо обеспечить производительность конвейера  $Q = 2000$  т/ч при коэффициентах неравномерности грузопотока  $k = 1,3$ , зависимости наклона боковых роликов и угла откоса материала  $A = 450$ ; скорости движения ленты  $v = 2,5$  м/с; плотности материала в разрыхленном виде  $\gamma = 1,8$  т/м<sup>3</sup>, максимальном размере куска  $a = 0,4 \div 0,6$  м.

Решение 1. Ширина ленты определяется по формулам

$$B = \max\{B_1; B_2\};$$

$$B_1 = 1,1 \left( \sqrt{\frac{Qk}{Av\gamma}} + 0,05 \right); \quad B_2 = 2,5a.$$

2. Составляем алгоритм решения задачи: вычисляем  $B_1$  и запоминаем результат; вычисляем  $B_2$  и запоминаем результат; сравниваем значения  $B_1$  и  $B_2$ ; индикация результата.

3. Размещаем исходные данные по ячейкам памяти:  $Q$ —ячейка 1;  $k$ —ячейка 2;  $A$ —ячейка 3;  $v$ —ячейка 4;  $\gamma$ —ячейка 5;  $a$ —ячейка 6; числа 1,1—ячейка 7; 0,05—ячейка 8; 2,5—ячейка 9.

4. Составляем программу задачи 302 для БЗ-34 (табл. 98).

Таблица 98

Программа к задаче 302

Адрес	Команда	Код	Комментарий
00	ИП1	61	Вычисление $B_1$ и запоминание в ячейке 0
01	ИП2	62	
02	×	12	
03	ИП3	63	
04	÷	13	
05	ИП4	64	
06	÷	13	
07	ИП5	65	
08	÷	13	
09	$F\sqrt{\quad}$	21	
10	ИП8	68	
11	+	10	
12	ИП7	67	
13	×	12	
14	ПО	40	
15	ИП6	66	Вычисление $B_2$ и запоминание в ячейке А
16	ИП9	69	
17	×	12	
18	ПА	4—	
19	ИП0	60	Сравнение $B_1$ и $B_2$
20	—	11	
21	$Fx \geq 0$	59	
22	25	25	
23	ИПА	6—	Индикация результата
24	С/П	50	
25	ИП0	60	
26	С/П	50	

5. Вводим в ПМК программу, предварительно нажав клавиши В/О, F, ПРГ, установив режим «Программирование».

6. Переводим ПМК в режим «Автоматическая работа» нажатием клавиш F, АВТ.

7. Решаем контрольный пример.

8. Очищаем индикатор от результата счета контрольного примера нажатием клавиши Сх.

9. Вводим в ПМК исходные данные задачи нажатием соответствующих клавиш. После вычисления считываем результат с индикатора  $B_1 = 1,3$  м. Вводим максимальное значение  $a$ . Нажимаем клавишу С/П, и после вычисления считываем результат с индикатора

$B_2=1,5$  м. Окончательная ширина ленты выбирается по стандарту и наиболее близка  $B_2$ .

Обратите внимание на команду  $Fx \geq 0$  — проверка выполнения условия. Если условие выполняется, то исполняется следующая за адресом перехода команда (адрес перехода не воспринимается), если не выполняется, то выполняется команда, указанная в адресе перехода.

Ответьте на вопрос. В каких случаях в программах предусматривается проверка условий  $x \geq 0$ ;  $x < 0$ ;  $x = 0$ ;  $x \neq 0$ .

**Задача 302.** Определить скидку горной массы за превышение установленной нормы зольности  $A_n^d = 20,2\%$ , поступившей на обоганительную фабрику в количестве  $Q_\phi = 958$  т, зольностью  $A_\phi^d = 32,6\%$ , если зольность породы крупностью более 25 мм равна 78%.

Решение 1. Используем формулу

$$Q_c = Q_\phi (A_\phi^d - A_n^d) / (A_n^d - A_n^d),$$

где  $Q_c$  — масса (породы) скидки за превышение нормы зольности, т;  $Q_\phi$  — фактическая горная масса, т;  $A_\phi^d$  — фактическая зольность горной массы, %;  $A_n^d$  — установленная норма зольности рядового угля, %;  $A_n^d$  — зольность породы крупностью более 25 мм, %.

2. Составляем алгоритм. Вначале вычисляем значение числителя, затем — знаменателя формулы и рассчитываем  $Q_c$ . Разность  $A_n^d - A_n^d$  не может равняться 0 и потому проверка условия  $x = 0$  не требуется.

2. Размещаем исходные данные  $A_\phi^d$ ,  $A_n^d$ ,  $Q_\phi$ ,  $A_n^d$  в порядке упоминания по ячейкам 1; 2; 3; 4.

3. Составляем программу для БЗ-34 (табл. 99).

4. Включаем ПМК.

5. Переходим в режим «Программирование» нажатием клавиш В/О, F и ПРГ.

6. Вводим программу в ПМК.

Таблица 99

Программа к задаче 302

Адрес	Команда	Код	Комментарий
00	ИП1	61	Вычисление числителя формулы
01	ИП2	62	
02	—	11	
03	ИП3	63	
04	×	12	
05	ИП4	64	Вычисление знаменателя формулы
06	ИП2	62	
07	—	11	
08	÷	13	Вычисление значения $Q_c$
09	С/П	50	Останов

7. Переходим в режим «Автоматическая работа» нажатием клавиш  $F$ , АВТ.

8. Вводим данные контрольного примера:  $A_{\phi}^d = 3$ ;  $A_n^d = 2$ ;  $Q_{\phi} = 100$ ;  $A_n^d = 80$ . Ответ:  $Q_c = 1,282$  т.

9. Решаем контрольный пример. Нажимаем клавиши В/О, С/П и считываем результат счета с индикатора: 1,2820512 т—верно.

10. Исходные данные нашей задачи вводим в ПМК и действуем в соответствии с пп. 8 и 9. Решение:  $Q_c = 205,52249$  т, принимаем  $Q_c = 205,52$  т.

Для решения задачи можно было бы иметь более короткую программу. Ведь  $A_n^d$  и  $A_{\phi}^d$ —показатели качества, устанавливаемые на относительно продолжительный период, и они могут быть заменены одним постоянным коэффициентом (для нашего примера  $78 - 20, 2 = 57,8\%$ ). Тогда вместо адресов 05, 06, 07 будет использован только один адрес.

Искать возможность упрощения формул, принимаемых для расчетов—необходимое условие при решении задач на ПМК. Однако это не должно делаться за счет удобства расчета.

**Задача 303.** Распределить годовой объем переработки угля на обогатительной фабрике по кварталам.

Решение. 1. Используем формулу

$$q = Q t / T,$$

где  $q$ ,  $Q$ —масса угля, переработанного за подпериод (квартал) и весь плановый период (год), тыс. т;  $T$  и  $t$ —число рабочих дней в году и подпериоде (квартале).

2. Составляем алгоритм решения задачи. Вычислим суточный объем переработки  $Q/T$ . Ввод числа дней работы в подпериоде. Вычислим объем переработки на подпериод. Предусмотрим возврат к программе для вычисления объемов переработки на следующие подпериоды.

3. Размещаем исходные данные  $Q$  и  $T$  по ячейкам 1 и 2,  $t$  вводим в оперативный регистр  $X$ .

4. Составляем программу для БЗ-34 (табл. 100).

5. Составляем инструкцию к программе задачи 303.

5.1. После ввода программы нажать клавишу В/О, ввести значения  $Q$  и  $T$  в ячейки соответственно 1 и 2, нажать клавишу С/П.

5.2. Набрать на индикаторе (регистр  $X$ ) число дней в плановом подпериоде (квартале), нажать клавишу С/П и после вычислений считать результат.

6. Включаем ПМК.

7. Переходим в режим «Программирование».

8. Вводим программу в ПМК.

9. Переходим в режим «Автоматическая работа».

10. Вводим данные контрольного примера, руководствуясь п. 5:  $Q = 2500$  тыс. т;  $T = 305$  дн.;  $t$ —число дней по кварталам: I кв. = 75; II кв. = 75; III кв. = 79; IV кв. = 76. Ответ. I кв.  $q_1 = 614,8$  тыс. т.; II кв.  $q_2 = 614,8$  тыс. т.; III кв.  $q_3 = 647,5$  тыс. т.; IV кв.  $q_4 = 622,9$  тыс. т.



## Программа к задаче 303

Адрес	Команда	Код	Комментарий
00	ИП1	61	Вычисление суточного объема переработки и запоминание результата в ячейке 3
01	ИП2	62	
02	÷	13	
03	ПЗ	43	
04	С/П	50	Останов для ввода данных о числе дней в подпериоде (квартале)
05	ИПЗ	63	Вычисление и индикация объема переработки на подпериод (квартал)
06	×	12	
07	С/П	50	
08	БП	51	Возврат для вычисления объема переработки на следующий подпериод
09	05	05	

11. После нажатия клавиши  $C_x$  решаем задачу по любому плановому показателю хозяйственной деятельности обогатительной фабрики.

Подробно разберитесь с командами по адресам 08 и 09, а также, почему значение  $t$  вводится в оперативный регистр  $X$ .

**Задача 304.** Определение подачи  $Q$ , напора  $H$  и мощности  $N$  насоса при изменении частоты вращения его рабочего колеса.

**Решение.** 1. Формулы для расчета.

Подача насоса прямо пропорциональна частоте вращения рабочего колеса в первой степени:

$$Q_1/Q_2 = n_1/n_2; \quad Q_2/Q_1 = n_2/n_1.$$

Напор, создаваемый насосами, прямо пропорционален частоте вращения рабочего колеса во второй степени:

$$H_1/H_2 = (n_1/n_2)^2; \quad H_2/H_1 = (n_2/n_1)^2.$$

Мощность насоса прямо пропорциональна частоте вращения рабочего колеса в третьей степени:

$$N_1/N_2 = (n_1/n_2)^3; \quad N_2/N_1 = (n_2/n_1)^3,$$

где  $Q_1, Q_2$  — подача насоса до и после изменения частоты вращения рабочего колеса, м<sup>3</sup>/ч;  $H_1, H_2$  — напор до и после изменения частоты вращения рабочего колеса, м;  $N_1, N_2$  — мощность до и после изменения частоты вращения рабочего колеса, кВт;  $n_1, n_2$  — частота вращения рабочего колеса до и после изменения, мин<sup>-1</sup>.

2. Распределяем исходные данные по ячейкам:  $n_1$  и  $n_2$  соответственно 1 и 2.

3. Составляем программу к задаче 304 для МК-52 (табл. 101).

4. Составляем инструкцию к программе задачи 304.

## Программа к задаче 304

Адрес	Команда	Код	Комментарий
00	$\Pi \rightarrow x2$	62	Вычисление изменения производительности (раз) $Q$ индикация, заполнение в ячейке 3
01	$\Pi \rightarrow x1$	61	
02	$\div$	13	
03	$x \rightarrow \Pi 3$	43	
04	$C/\Pi$	50	
05	$\Pi \rightarrow x3$	63	Вычисление изменения напора $H$ , индикация результата
06	$Fx^2$	22	
07	$C/\Pi$	50	
08	3	03	Вычисление изменения мощности $N$ , индикация результата
09	$V^1$	0E	
10	$\Pi \rightarrow x3$	63	
11	$Fx^y$	24	
12	$C/\Pi$	50	
13	БП	51	Возврат к началу программы
14	00	00	

- 4.1. После ввода программы нажать клавиши  $F$ , АВТ.
- 4.2. Ввести исходные данные согласно распределению по ячейкам.
- 4.3. Нажать клавиши В/О,  $C/\Pi$ .
- 4.4. При остановке ПМК считать результат с индикатора.
- 4.5. Нажать клавишу  $C/\Pi$ , считать результат счета с индикатора.
- 4.6. При изменении исходных данных набрать их и нажать клавишу  $C/\Pi$ , при получении результата нажать клавишу  $C/\Pi$  и т. д.
5. Вводим данные контрольного примера:  $n_1=400 \text{ мин}^{-1}$ ,  $n_2=440 \text{ мин}^{-1}$ ;  $R=\text{const}$  (сопротивление трубопроводной сети);  $Q_2/Q_1=1,1$  раза или производительность увеличилась на 10%;  $H_2/H_1=1,21$  раза или напор увеличился на 21%;  $N_2/N_1=1,331$  раза или мощность увеличилась на 33%.

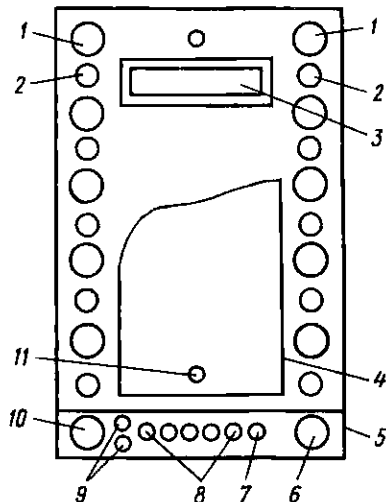
## ГЛАВА XIII

## КОНТРОЛЬНЫЕ КАРТОЧКИ ДЛЯ РЕШЕНИЯ УПРАЖНЕНИЙ ПО ТЕОРИИ И ПРАКТИКЕ ОБОГАЩЕНИЯ УГЛЕЙ

*Методические указания по применению контрольных карточек в процессе обучения.* Контрольные карточки предназначены для программного контроля знаний при всех видах классно-групповых и индивидуальных формах обучения. Они должны способствовать

## 28. Расположение органов управления и контроля ЭТЭ-1.

1—индикатор отвечаемого вопроса; 2—индикатор неверно отвеченных вопросов; 3—ключ кодирования; 4—кассета для билета; 5—разъем для подключения ЭТЭ-1 к пульту управления; 6—кнопка «контроль»; 7—индикатор включения питания; 8—кнопка ввода ответов; 9—индикаторы оценок «не сдал»; «сдал»; 10—кнопка «сброс»; 11—штырь для крепления кассеты



лучшему запоминанию учащимися сути технологических процессов, основных определений, принципов работы машин, вопросов безопасности, излагаемых в предельно кратких формулировках.

При обучении используются электронные тренажеры заводского производства или изготовленные в учебных мастерских.

Электронный тренажер-экзаменатор ЭТЭ-1 (один из видов, выпускаемых промышленностью) может работать в режиме «Тренаж» и «Экзамен». Число вопросов—10, число вариантов ответов—один из пяти. Аппарат работает от сети напряжением 220 В, 50 Гц или пульта ПЭТЭ-1-10, имеет габаритные размеры 60 × 250 × 340 мм и массу 1,8 кг.

Карточка вставляется в кассету, которая крепится к пластмассовому корпусу двумя шурупами. Расположение органов управления и контроля показано на рис. 28.

*Подготовка ЭТЭ-1 к работе.* Производится кодирование ответов согласно выбранной карточке (см. перечень карточек). Для этого после нажатия на пластину сдвигаются два держателя и снимается пластина. Устанавливаются контактные пружины в отверстия на панели, соответствующие правильным вариантам ответов. В каждом вертикальном ряду с номерами от 1 до 10 должно быть по одной контактной пружине. В остальных отверстиях должны стоять семь пружин постоянно.

После чего устанавливают пластину и надвигают на нее держатели. Далее устанавливают кассету с картой. Поскольку в карточках 8 вопросов, а тренажер рассчитан на 10, при его наладке необходимо в электрическую схему установить соответствующую перемычку.

*Порядок работы в режиме «Тренаж».* 1. Подайте питание на ЭТЭ-1 с пульта управления ПЭТЭ-1-10. При этом должен загореться индикатор «Вкл.» и индикатор первого вопроса.

2. Установите с пульта управления режим «Тренаж».

3. Прочтите первый вопрос, выберите ответ и нажмите соответствующую кнопку. После отпускания кнопки загорается индикатор второго вопроса и т. д. до конца всех вопросов, если ответы верны. После ответа на последний вопрос нажмите кнопку «Контроль», индикаторы ошибок не зажгутся.

При первом же неверном ответе загорается индикатор «Не сдал» и индикатор следующего вопроса не включается.

4. Для установки в исходное положение устройства нажмите кнопку «Сброс». Ввод ответов производится по истечении не менее 2 с после отпускания кнопки «Сброс».

*Порядок работы в режиме «Экзамен».* 1. Установите с пульта режим работы «Экзамен».

2. Подайте питание на ЭТЭ-1.


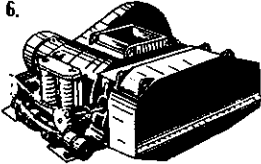
3. Прочтите первый вопрос, выберите ответ и нажмите соответствующую кнопку.

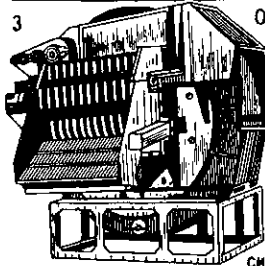
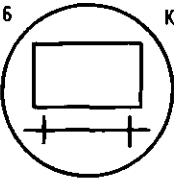
После отпускания кнопки загорается индикатор второго вопроса и т. д. до конца всех вопросов. После ответа на последний вопрос, если было совершено не более одной ошибки, загорается индикатор «Сдал». При второй ошибке загорается индикатор «Не сдал».

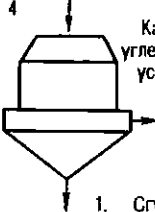

Если нет тренажера, работу с картами рекомендуется вести следующим образом.

Берется полоска бумаги тетрадного листа размером  $16 \times 5$  см и разлиновывается на две строки и восемь столбиков. В верхней строчке в каждом столбике поочередно записывают номер вопроса, а в нижней строчке номер правильного ответа на поставленный вопрос. На обратной стороне полоски бумаги пишется номер карточки и фамилия учащегося. Ответы на одну карточку не должны занимать более 5 мин.



Контрольные карточки для решения упражнений по теории и практике обогащения углей приведены ниже.

<p>1</p> <p>Каменный уголь содержит (%)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>1</th> <th>2</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Углерод</td> <td>80–92</td> <td>60–80</td> </tr> <tr> <td>Легучие вещества</td> <td>11–45</td> <td>6–9</td> </tr> </tbody> </table>		1	2	Углерод	80–92	60–80	Легучие вещества	11–45	6–9	<p>2</p> <p>Подготовительные операции обработки угля</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Разделение угля на машинные классы.</li> <li>2. Грохочение, дробление, аккумулялирование.</li> <li>3. Грохочение, дробление.</li> </ol>
	1	2								
Углерод	80–92	60–80								
Легучие вещества	11–45	6–9								
<p>3</p>  <p>Этот знак означает</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Вход (проход) запрещен.</li> <li>2. Вход разрешен только для обслуживающего персонала.</li> <li>3. Вход (проход) возможен при разрешении руководителя.</li> </ol>	<p>4</p> <p>Кривые обогатимости – это</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Графическое изображение результатов ситового анализа.</li> <li>2. Графическое изображение результатов фракционного анализа.</li> <li>3. Графическое изображение ситового и фракционного анализов.</li> </ol>									
<p>5</p> <p>Расход воды на ополаскивание продуктов обогащения на грохотах должен составлять, (м<sup>3</sup>/ч)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>1</th> <th>2</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Крупных углей</td> <td>0,6–1,2</td> <td>1,2–2,0</td> </tr> <tr> <td>Мелких углей</td> <td>1,5–3,0</td> <td>3,0–4,0</td> </tr> </tbody> </table>		1	2	Крупных углей	0,6–1,2	1,2–2,0	Мелких углей	1,5–3,0	3,0–4,0	<p>6.</p>  <p>Основные узлы валковой дробилки ДДЗ</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Рама, два вала, четыре корпуса подшипников, два вала с зубчатыми сегментами, пружинные амортизаторы, привод</li> <li>2. Рама, горизонтальные направляющие, кожух, воронка</li> </ol>
	1	2								
Крупных углей	0,6–1,2	1,2–2,0								
Мелких углей	1,5–3,0	3,0–4,0								
<p>7</p> <p>В прямооточных флотомашинах пульпа движется из камеры в камеру</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Самотеком через отверстия в перегородках</li> <li>2. Самотеком последовательно через переливные карманы</li> <li>3. Самотеком через отверстия в перегородках и переливные карманы</li> </ol>	<p>8</p> <p>Для обезвоживания продуктов обогащения угля применяют центрифуги с фактором разделения</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>100–250</td> <td>200–500</td> <td>350–700</td> </tr> </tbody> </table>	1	2	3	100–250	200–500	350–700			
1	2	3								
100–250	200–500	350–700								

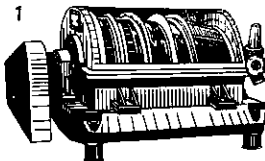
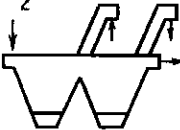
<p>1</p> <p>Какая петрографическая разновидность углей имеет наибольшую зольность (%) ?</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Кларен</li> <li>2. Витрен</li> <li>3. Фюзен</li> <li>4. Дюрен</li> </ol>	<p>2</p> <p>Предельный угол наклона ленточного конвейера (градус)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Для рядового угля</td> <td>15</td> <td>20</td> <td>23</td> </tr> <tr> <td>Для крупнокускового угля</td> <td>12</td> <td>18</td> <td>20</td> </tr> </tbody> </table>		1	2	3	Для рядового угля	15	20	23	Для крупнокускового угля	12	18	20								
	1	2	3																		
Для рядового угля	15	20	23																		
Для крупнокускового угля	12	18	20																		
<p>3</p>  <p>Основные узлы тяжелосреднего сепаратора СКВ-20</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Корпус, загрузочный желоб, разгрузочный лоток со щелевидным ситом, патрубков для подачи суспензии.</li> <li>2. Корпус, ванна, элеваторное колесо, гребковое устройство, привод.</li> </ol>	<p>4</p> <p>Теоретический баланс продуктов обогащения необходим для</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Составления статистической отчетности о работе фабрики.</li> <li>2. Определения теоретически возможных качественно-количественных показателей обогащения при заданной плотности разделения.</li> </ol>																				
<p>5</p> <p>Гидравлическая отсадка – это</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Процесс гидравлического обогащения угля в водной среде</li> <li>2. Разделение угля по плотности.</li> <li>3. Процесс гидравлического обогащения угля в вертикальном пульсирующем потоке воды.</li> </ol>	<p>6</p>  <p>Какое оборудование в схемах углефабрик обозначает приведенное условное изображение?</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Вагонопрокидыватель роторный.</li> <li>2. Сепаратор тяжелосредний.</li> <li>3. Мешалка.</li> </ol>																				
<p>7</p> <p>Предельно допустимые концентрации пыли в производственных помещениях (<math>mg/m^3</math>) при содержании <math>SiO_2</math> (%)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th><math>SiO_2</math></th> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>&gt;2</td> <td>12</td> <td>10</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>2-10</td> <td>6</td> <td>4</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>10-70</td> <td>1</td> <td>2</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>&gt;70</td> <td>0</td> <td>1</td> <td>10</td> </tr> </tbody> </table>	$SiO_2$	1	2	3	>2	12	10	1	2-10	6	4	2	10-70	1	2	4	>70	0	1	10	<p>8</p> <p>Как следует прочесть условное обозначение угля ОМСШ ?</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Штб в смеси с крупно-средними классами угля.</li> <li>2. Смесь угля классов орех, мелкий, семечко, штб.</li> <li>3. Мелкий уголь, смешанный со штбом.</li> </ol>
$SiO_2$	1	2	3																		
>2	12	10	1																		
2-10	6	4	2																		
10-70	1	2	4																		
>70	0	1	10																		

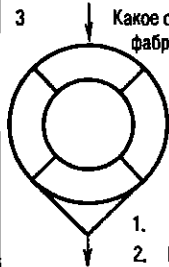
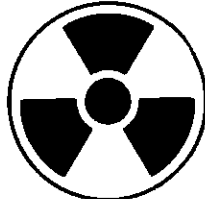
<p>1</p> <p>Разрешается ли ГОСТом классификация угля с заменой верхнего и нижнего предела крупности, мм: 100 на 80; 50 на 40; 25 на 20; 13 на 10; 6 на 5?</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Не разрешается.</li> <li>2. Разрешается.</li> <li>3. Разрешается по согласованию с потребителем.</li> </ol>	<p>2</p> <p>Фракционный анализ необходим для</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Составления теоретического баланса продуктов обогащения, определения категории обогатимости, экспресс-контроля</li> <li>2. Определения категории обогатимости, гранулометрического состава угля, флотуемости</li> </ol>												
<p>3</p> <p>Суспензией называется</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Смесь жидкости с твердыми частицами.</li> <li>2. Взвесь в жидкости тонкоизмельченных (менее 0,1 мм) твердых частиц.</li> <li>3. Смесь жидкости и тонкоизмельченных частиц твердого тела в определенной пропорции.</li> </ol>	<p>4</p>  <p>Какое оборудование в схемах углефабрик обозначает приведенное условное изображение?</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Сгуститель.</li> <li>2. Центрифуга фильтрующая.</li> <li>3. Дробилка</li> </ol>												
<p>5</p> <p>Основные узлы сепаратора КНС</p>  <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Короб, две деки с винтовыми регуляторами, элеватор, загрузочный желоб.</li> <li>2. Короб, деки, желоба, патрубков для подачи воды</li> </ol>	<p>6</p> <p>При установке электромагнитного шкива допускается предельная скорость ленты (м/с)</p> <table border="1" data-bbox="580 977 906 1054"> <thead> <tr> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> <th>4</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1,2</td> <td>1,5</td> <td>2,0</td> <td>2,5</td> </tr> </tbody> </table>	1	2	3	4	1,2	1,5	2,0	2,5				
1	2	3	4										
1,2	1,5	2,0	2,5										
<p>7</p> <p>Допустимый уровень звука (дБ) на рабочем месте при частотах</p> <table border="1" data-bbox="129 1301 398 1455"> <thead> <tr> <th></th> <th>1</th> <th>2</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Низких</td> <td>80–90</td> <td>90–100</td> </tr> <tr> <td>Средних</td> <td>70–80</td> <td>76–85</td> </tr> <tr> <td>Высоких</td> <td>50–70</td> <td>66–75</td> </tr> </tbody> </table>		1	2	Низких	80–90	90–100	Средних	70–80	76–85	Высоких	50–70	66–75	<p>8</p> <p>Минимальная масса пробы угля зависит от</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Крупности.</li> <li>2. Однородности материала.</li> <li>3. Назначения пробы.</li> <li>4. Всех перечисленных факторов.</li> </ol>
	1	2											
Низких	80–90	90–100											
Средних	70–80	76–85											
Высоких	50–70	66–75											

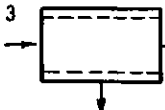
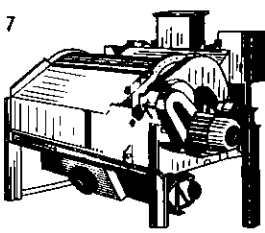
Контрольная карточка 4

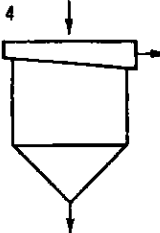
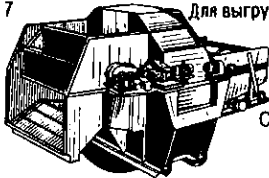
<p>1 За счет чего плотность разделения во втором гидроциклоне ГТ-710/500 выше, чем в первом ?</p>  <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Большее давления во втором гидроциклоне.</li> <li>2. Сгущения суспензии в первом гидроциклоне и перехода ее во вторую ступень.</li> </ol>	<p>2 Использование центробежных сил в гидроциклонах позволяет повысить плотность разделения при обогащении угля (%)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> <th>4</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>12</td> <td>20</td> <td>30</td> <td>35</td> </tr> </tbody> </table>	1	2	3	4	12	20	30	35												
1	2	3	4																		
12	20	30	35																		
<p>3 В камерных флотационных машинах пульпа движется из камеры в камеру</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Самотеком последовательно через переливные карманы</li> <li>2. Самотеком через отверстия в перегородках</li> <li>3. Самотеком через отверстия в перегородках и переливные карманы.</li> </ol>	<p>4 Класс угля обозначается</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Двумя предельными цифрами крупности, например 13–25 мм.</li> <li>2. Одной цифрой, перед которой стоит один из знаков "&gt;" или "&lt;"; "+" или "-" .</li> <li>3. Двумя перечисленными способами</li> </ol>																				
<p>5 Какое оборудование в схемах углефабрик обозначает приведенное условное изображение ?</p>  <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Дуговое сито.</li> <li>2. Грохот односитный.</li> <li>3. Гидроклассификатор.</li> </ol>	<p>6 Предельно допустимые концентрации пыли в газах, выбрасываемых в атмосферу промышленной вентиляции (мг/м<sup>3</sup>) при содержании SiO<sub>2</sub> (%)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>SiO<sub>2</sub></th> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>&gt; 2</td> <td>100</td> <td>40</td> <td>120</td> </tr> <tr> <td>2–10</td> <td>80</td> <td>60</td> <td>90</td> </tr> <tr> <td>10–70</td> <td>60</td> <td>80</td> <td>60</td> </tr> <tr> <td>&gt; 70</td> <td>40</td> <td>100</td> <td>30</td> </tr> </tbody> </table>	SiO <sub>2</sub>	1	2	3	> 2	100	40	120	2–10	80	60	90	10–70	60	80	60	> 70	40	100	30
SiO <sub>2</sub>	1	2	3																		
> 2	100	40	120																		
2–10	80	60	90																		
10–70	60	80	60																		
> 70	40	100	30																		
<p>7 Шламом называется</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Уголь крупностью менее 0,5 мм, находящийся в шламовых отстойниках.</li> <li>2. Уголь крупностью менее 0,5 мм, образующийся в водах обогатительных фабрик в результате обогащения.</li> <li>3. Уголь крупностью менее 1,0 мм, образующийся в процессе обогащения.</li> </ol>	<p>8 Число точечных проб для определения влажности угля</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Необогащенный, обогащенный сухой, рассортированный</td> <td>16</td> <td>14</td> <td>8</td> </tr> <tr> <td>Обогащенная мелочь</td> <td>32</td> <td>28</td> <td>16</td> </tr> </tbody> </table>		1	2	3	Необогащенный, обогащенный сухой, рассортированный	16	14	8	Обогащенная мелочь	32	28	16								
	1	2	3																		
Необогащенный, обогащенный сухой, рассортированный	16	14	8																		
Обогащенная мелочь	32	28	16																		



<p>1</p>  <p>Основные узлы осадительной центрифуги НОГШ-1320Ф:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Станина, ротор с осадительной и фильтрующей ступенями, барабанный транспортирующий шнек, планетарно-дифференциальный редуктор.</li> <li>2. Станина, кожух, загрузочный и разгрузочный желоба.</li> </ol>	<p>2</p>  <p>Какое оборудование в схемах углефабрик обозначает приведенное условное изображение ?</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Сдвоенные багер-элеваторы.</li> <li>2. Классификатор.</li> <li>3. Отсадочную двухступенчатую машину.</li> </ol>								
<p>3</p> <p>Допустимое объемное содержание кислорода (%) в отработанных газах при сушке каменных углей с выходом летучих веществ менее 35 %</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Не более 15.</li> <li>2. Не более 19.</li> <li>3. Не более 21.</li> </ol>	<p>4</p> <p>Обогатимость углей – это:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Критерий, показывающий возможность обогащения.</li> <li>2. Технологический показатель, необходимый для составления теоретического баланса.</li> <li>3. Способность разделяться на продукты обогащения по заданным показателям качества.</li> </ol>								
<p>5</p> <p>Колосниковые решета имеют щель более (мм)</p> <table border="1" data-bbox="103 924 466 1001"> <tr> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>25</td> <td>50</td> <td>75</td> <td>100</td> </tr> </table>	1	2	3	4	25	50	75	100	<p>6</p> <p>Надрешетным продуктом называется</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Куски, имеющие крупность больше ячеек сита.</li> <li>2. Совокупность кусков, имеющих в исходном питании грохота крупнее отверстий сита.</li> <li>3. Совокупность кусков, оставшихся на сите после просеивания</li> </ol>
1	2	3	4						
25	50	75	100						
<p>7</p> <p>Минимальная ширина прохода при обслуживании механизмов (м)</p> <table border="1" data-bbox="103 1355 466 1432"> <tr> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>0,5</td> <td>0,7</td> <td>1,0</td> <td>1,2</td> </tr> </table>	1	2	3	4	0,5	0,7	1,0	1,2	<p>8</p> <p>Для построения кривых Тромпа, показывающих зависимость извлечения фракций и их средней плотностью необходимо иметь</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Фракционный анализ исходного питания аппарата и продуктов обогащения.</li> <li>2. Фракционный и ситовый анализы исходного питания.</li> </ol>
1	2	3	4						
0,5	0,7	1,0	1,2						


<p>1</p> <p>Шкалой грохочения называют</p> <p>1: Последовательный ряд средних размеров кусков угля, предусмотренных стандартом</p> <p>2: Последовательный ряд размеров отверстий сит, применяемых при грохочении</p>	<p>2</p> <p>Пылегазовый режим на обогатительных фабриках вводится при переработке углей газоносных пластов с содержанием летучих веществ более (%)</p> <table border="1" data-bbox="549 261 922 338"> <tr> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>10</td> <td>15</td> <td>20</td> </tr> </table>	1	2	3	4	5	10	15	20
1	2	3	4						
5	10	15	20						
<p>3</p> <p>↓</p> <p>Какое оборудование в схемах угле-фабрик обозначает приведенное условное изображение ?</p>  <p>1. Дробилка. 2. Вакуум-фильтр дисковый. 3. Тяжелосредный сепаратор.</p>	<p>4</p> <p>Обесшламливание угля называют процесс</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Снижения содержания шлама в обрабатываемом угле при его обогащении.</li> <li>2. Снижения содержания шлама в пульпе.</li> <li>3. Снижения содержания шлама в обрабатываемом угле с помощью потока воды.</li> </ol>								
<p>5</p> <p>Наиболее эффективно метод флотации использовать для обогащения шламов крупностью не более (мм)</p> <table border="1" data-bbox="103 985 435 1078"> <tr> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>0,2</td> <td>0,5</td> <td>1,0</td> <td>1,5</td> </tr> </table>	1	2	3	4	0,2	0,5	1,0	1,5	<p>6</p> <p>В фильтр-прессах создается давление</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Меньше атмосферного .</li> <li>2. Больше атмосферного .</li> <li>3. Может быть больше или меньше атмосферного в зависимости от конструкции аппарата .</li> </ol>
1	2	3	4						
0,2	0,5	1,0	1,5						
<p>7</p>  <p>Этот знак означает</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Осторожно! Используются флокулянты.</li> <li>2. Осторожно! Повышенная вибрация.</li> <li>3. Осторожно! Радиоактивность.</li> </ol>	<p>8</p> <p>Центрифуга типа ФВВ применяется для</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Обезвоживания шлама.</li> <li>2. Обезвоживания крупного угля.</li> <li>3. Обезвоживания мелкого концентрата или промпродукта крупностью 0,3–13 мм и влажностью 20–25 % .</li> </ol>								

<p>1</p> <p>По технологическому назначению различают грохочение</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Предварительное, подготовительное, окончательное, вспомогательное, обезвоживающее.</li> <li>2. Сухое, мокрое, комбинированное.</li> </ol>	<p>2</p> <p>Второй цифра в условном обозначении грохота ГИСТ 72 показывает</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ширину грохота в м.</li> <li>2. Число дебалансов.</li> <li>3. Число ярусов сит.</li> </ol>																
<p>3</p>  <p>Какое оборудование в схемах углефабрик обозначает приведенное условное изображение ?</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Фильтр пылеуловитель.</li> <li>2. Грохот цилиндрический.</li> <li>3. Сушилка.</li> </ol>	<p>4</p> <p>Крепость угля по шкале Протодьяконова соответствует</p> <table border="1" data-bbox="569 616 911 708"> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>2-4</td> <td>4-6</td> <td>6-7</td> <td>7-8</td> </tr> </tbody> </table>	1	2	3	4	2-4	4-6	6-7	7-8								
1	2	3	4														
2-4	4-6	6-7	7-8														
<p>5</p> <p>Какой тип дробилок дает наибольшее образование мелочи ?</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Щековые.</li> <li>2. Конусные.</li> <li>3. Валковые.</li> <li>4. Барабанные.</li> <li>5. Молотковые и роторные.</li> </ol>	<p>6</p> <p>Гидравлической классификацией называют процесс</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Разделения смеси мелких частиц на уголь и отходы.</li> <li>2. Определения granulометрического состава мелкого угля в воде.</li> <li>3. Разделения смеси мелких частиц на отдельные классы по скорости их падения в потоке воды.</li> </ol>																
<p>7</p>  <p>Этот аппарат ЗБМ80/250 предназначен для</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Регенерации всех видов утяжелителей.</li> <li>2. Сгущения шламов.</li> <li>3. Регенерации магнетитовой суспензии.</li> </ol>	<p>8</p> <p>Единичный сушильный агрегат должен обеспечивать производительность по испаренной влаге (т/ч):</p> <table border="1" data-bbox="518 1278 890 1478"> <tbody> <tr> <td></td> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>Барабан</td> <td>5</td> <td>10</td> <td>20</td> </tr> <tr> <td>Труба</td> <td>10</td> <td>18</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td>"Кипящий" слой</td> <td>15</td> <td>25</td> <td>20</td> </tr> </tbody> </table>		1	2	3	Барабан	5	10	20	Труба	10	18	10	"Кипящий" слой	15	25	20
	1	2	3														
Барабан	5	10	20														
Труба	10	18	10														
"Кипящий" слой	15	25	20														

<p>1</p> <p>Нарушитель правил безопасности, технической эксплуатации, трудового законодательства может быть оштрафован в размере до (руб)</p> <table border="1" data-bbox="103 277 466 354"> <thead> <tr> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> <th>4</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>50</td> <td>80</td> <td>100</td> <td>120</td> </tr> </tbody> </table>	1	2	3	4	50	80	100	120	<p>2</p> <p>Циклоны при пылеулавливании применяют для</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Грубой сухой очистки воздуха и газов.</li> <li>2. Тонкой сухой очистки воздуха и газов.</li> <li>3. Завершающего этапа сухой очистки воздуха и газов.</li> </ol>
1	2	3	4						
50	80	100	120						
<p>3</p> <p>Илонакопители служат для</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Обеспечения фабрики водой.</li> <li>2. Приема и хранения сбрасываемой фабрикой воды.</li> <li>3. Приема и хранения сбрасываемых фабрикой отходов флотации и высокозольных илов.</li> </ol>	<p>4</p>  <p>Какое оборудование в схемах углефабрик обозначает приведенное условное изображение ?</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Мешалка.</li> <li>2. Сгуститель конусный.</li> <li>3. Циклон-пылеуловитель.</li> </ol>								
<p>5</p> <p>Если сгущение шлама в сгустителе производится с применением флокулянта, то скорость осаждения шлама увеличивается (раз):</p> <table border="1" data-bbox="103 970 466 1047"> <thead> <tr> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> <th>4</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1,5</td> <td>2,0</td> <td>3,0</td> <td>4,0</td> </tr> </tbody> </table>	1	2	3	4	1,5	2,0	3,0	4,0	<p>6</p> <p>Просеиваемый материал движется по грохоту типа ГЦЛ в результате</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Наклона барабана и его вращения.</li> <li>2. Наличия спиральных боковин и вращения барабана.</li> <li>3. Вращения и встряхивания барабана грохота.</li> </ol>
1	2	3	4						
1,5	2,0	3,0	4,0						
<p>7</p>  <p>Для выгрузки продуктов обогащения в сепараторе СКВ-32 служат:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Потоки суспензии.</li> <li>2. Гребковое устройство, ковшовое лезвоторное колесо.</li> <li>3. Поток суспензии и наклонный элеватор.</li> </ol>	<p>8</p> <p>Какой из методов дробления сопровождается наименьшим образованием мелочи ?</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Раздавливание.</li> <li>2. Раскалывание.</li> <li>3. Истирание.</li> <li>4. Удар.</li> </ol>								

1  
Выделение классов при грохочении от мелкого к крупному требует расположения сит

1. Последовательно в одной плоскости.
2. Каскадно одно над другим.
3. Комбинировано.

2  На каком принципе основана работа вакуум-фильтра ДУ-250 ?

1. На перепаде давлений, создаваемом в секторах дисков.
2. За счет создания постоянного вакуума в секторах дисков.

3  
Крепостью угля называют

1. Свойство сопротивляться проникновению в него другого, более твердого тела.
2. Способность сопротивляться разрушению.
3. Способность разрушаться без заметных пластических деформаций.

4  
В зависимости от показателя обогатимости — содержания промежуточных фракций, отнесенные к беспородной массе угли, относятся к четырем категориям обогатимости

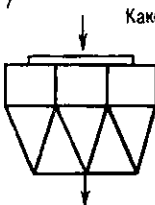
	1	2
Легкая	5	4
Средняя	5–10	4–10
Трудная	10–15	10–17
Очень трудная	15	17

5  
При флотации углей марки Г удельный расход воздуха в механической флотомашине должен составлять, м<sup>3</sup>/ (мин·м<sup>3</sup>) :

1	2	3	4
1–1,3	0,5–1	1,5–2	2–3

6  
Изменением расхода воздуха при отсадке достигают

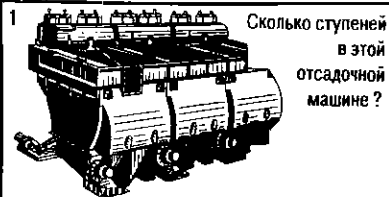
1. Окончательную доводку режима.
2. Грубую (предварительную) регулировку режима.
3. Оба перечисленных фактора.

7  Какое оборудование в схемах углефабрик обозначает приведенное условное изображение ?

1. Циклон-пылеуловитель батарейный.
2. Бункера.
3. Гидроцклоны.

8  
Сушкилики "кипящего" слоя используют для

1. Сушки флотоконцентрата.
2. Сушки крупнозернистого шлама.
3. Сушки наиболее влагоемкого продукта.



Сколько ступеней  
в этой  
отсадочной  
машине ?

1. Одна.
2. Две.
3. Три по числу выделяемых продуктов.

2

Щелевые сита изготавливают с размерами  
щели (мм)

1. 0,3; 0,5; 0,75; 1,0
2. 0,5; 0,75; 1,0; 2,0
3. 0,2; 0,5; 0,75; 1,5

3

Сила тяжести, направленная вниз,  
действующая на движущееся тело в среде,  
зависит от

1. Плотности среды.
2. Скорости движения тела в среде.
3. Объема тела и его плотности.

4

Центробежное фильтрование осуществляется  
в центрифугах

1. С ротором, вращающимся вокруг горизон-  
тальной оси.
2. Со сплошным ротором.
3. С перфорированным ротором.

5

Мокрое пылеулавливание применяют для

1. Окончательной очистки запыленных газов  
(воздуха).
2. Начальной очистки запыленных газов.
3. Улавливания наиболее крупных твердых  
частиц.

6

Зернистый шлам, который относительно хорошо  
осаждается, улавливается, обогащается и  
обезжележивается, имеет крупность (мкм)

	1	2	3	4
Более	35	45	55	75

7 Основные символы, характеризующие  
аналитические показатели угля:

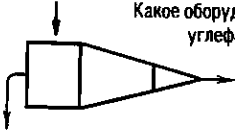
	1	2
зольность	A	A
влажность	W	W
минеральное вещество	M	B
летучие вещества	V	L
теплота сгорания	Q	T
толщина пластического слоя	Y	C
индекс Poga	PJ	PJ

8

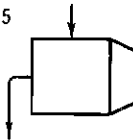
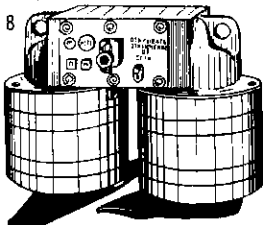
Как следует прочесть условное обозначение  
угля КР (0-200) ?

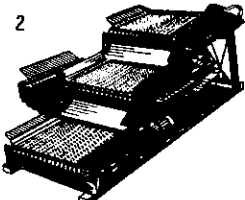

1. Коксовый рядовой, класса 0-200 мм:
2. Крупный рядовой, класса 0-200 мм.
3. Коксовый, разделенный на классы от  
0 до 200 мм.


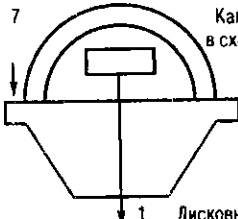
<p>1</p> <p>Планом ликвидации аварий называют</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Заблаговременно разработанный план действий по ликвидации последствий аварий.</li> <li>2. Заблаговременно разработанный план совместных действий по предупреждению и ликвидации возможных аварий.</li> </ol>	<p>2</p>  <p>Принцип обезвоживания угля в вибрационной фильтрующей центрифуге ВГ-1320:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. За счет центробежных сил при прохождении угля по внутренней поверхности вращающегося и вибрирующего перфарированного конусного ротора.</li> <li>2. За счет создания вакуума.</li> </ol>								
<p>3</p> <p>Фильтрование применяют для обезвоживания материалов крупностью (мм)</p> <table border="1" data-bbox="98 639 471 716"> <thead> <tr> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> <th>4</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0-0,3</td> <td>0-0,5</td> <td>0,5-1,5</td> <td>0,5-6,0</td> </tr> </tbody> </table>	1	2	3	4	0-0,3	0-0,5	0,5-1,5	0,5-6,0	<p>4</p>  <p>Какое оборудование в схемах углефабрик обозначает приведенное условное изображение?</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Насос.</li> <li>2. Вентилятор.</li> <li>3. Воздуходувку.</li> </ol>
1	2	3	4						
0-0,3	0-0,5	0,5-1,5	0,5-6,0						
<p>5</p> <p>Когда реагенты могут одновременно выполнять функцию собирателя и вспенивателя?</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. При растворении их в воде.</li> <li>2. Если состоят из неполярных и гетерополярных веществ.</li> <li>3. После специальной химической обработки.</li> </ol>	<p>6</p> <p>Гидравлическими параметрами отсадки являются</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Характеристики цикла отсадки и степень разрыхленности постели.</li> <li>2. Скорость расслоения материала.</li> <li>3. Амплитуда и частота пульсации воды.</li> <li>4. Все перечисленные показатели.</li> </ol>								
<p>7</p> <p>Теплоносителем называют</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Среду, передающую тепло высушиваемому материалу.</li> <li>2. Топливо, сжигаемое в топках.</li> <li>3. Газ, имеющий температуру выше окружающей среды.</li> </ol>	<p>8</p> <p>Эффективность классификации резко ухудшается при содержании твердого в пульпе более (г/л)</p> <table border="1" data-bbox="574 1332 896 1424"> <thead> <tr> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> <th>4</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>50</td> <td>80</td> <td>100</td> <td>150</td> </tr> </tbody> </table>	1	2	3	4	50	80	100	150
1	2	3	4						
50	80	100	150						

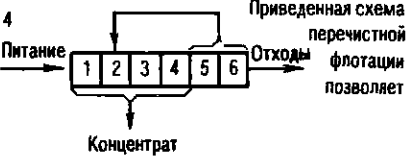
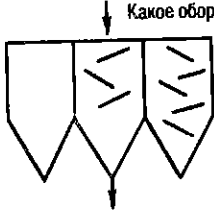
<p>1</p> <p>"Трудными" частицами при грохочении называют</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Частицы размером более отверстия сита.</li> <li>2. Частицы продолговатой формы.</li> <li>3. Частицы крупностью 0,75–1,5 размера отверстий сит.</li> </ol>	<p>2</p> <p>Обесшламливание угля перед его обогащением в тяжелосредных гидроциклонах считается эффективным, если содержание в нем класса менее 1 мм не превышает (%)</p> <table border="0"> <tr> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>2</td> <td>5</td> <td>10</td> </tr> </table>	1	2	3	4	1	2	5	10
1	2	3	4						
1	2	5	10						
<p>3</p> <p>Поверхность вещества называется гидрофобной.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Когда неполярная их поверхность не смачивается водой.</li> <li>2. Когда неполярная их поверхность хорошо смачивается водой.</li> <li>3. Если вещества хорошо отполированы.</li> </ol>	<p>4</p> <p>Какое оборудование в схемах углефабрик обозначает приведенное условное изображение ?</p>  <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Гидроциклон сгустительный.</li> <li>2. Гидроциклон обогатительный дбухпродуктовый.</li> <li>3. Сгустительную воронку.</li> </ol>								
<p>5</p> <p>Удельный расход транспортной воды в отсадочных машинах должен составлять (м<sup>3</sup>/т)</p> <table border="0"> <tr> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>0,5–0,8</td> <td>1,0–2,0</td> <td>1,5–3,0</td> </tr> </table>	1	2	3	0,5–0,8	1,0–2,0	1,5–3,0	<p>6</p> <p>Скорость движения частиц по грохоту с уменьшением размера отверстия сита</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Уменьшается.</li> <li>2. Увеличивается.</li> <li>3. Остается без изменения.</li> </ol>		
1	2	3							
0,5–0,8	1,0–2,0	1,5–3,0							
<p>7</p> <p>В вибрационных центрифугах движение осадка по ротору происходит благодаря</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Вибрации центрифуги на амортизаторах.</li> <li>2. Специальным вибрирующим планкам.</li> <li>3. Вибрации ротора.</li> </ol>	<p>8</p> <p>Удельным влагонапряжением объема сушилки называют показатель</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Масса испаренной влаги в 1 ч на 1 м<sup>3</sup> объема сушилки.</li> <li>2. Количество тепла, израсходованного на испарение 1 кг влаги.</li> <li>3. Разрежение перед и за дымососом.</li> </ol>								


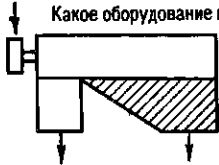


<p>1</p> <p>Удельной производительностью грохота называют</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Производительность на единицу ширины грохота.</li> <li>2. Производительность единицы оборудования, т/ч.</li> <li>3. Производительность на единицу площади просеивающей поверхности.</li> </ol>	<p>2</p> <p>Эффективные способы обеспечения устойчивости суспензии</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Восходящие и горизонтальные потоки, подбор гранулометрического состава утяжелителя, добавление шлама, использование пептизаторов.</li> <li>2. Физические воздействия на суспензию.</li> </ol>
<p>3</p> <p>Симметричные воздушные циклоны отсадки рациональны при обогащении углей</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Мелких классов с большим содержанием тяжелых фракций.</li> <li>2. Мелких классов с небольшим содержанием тяжелых фракций.</li> <li>3. Крупных классов.</li> </ol>	<p>4</p> <p>При повышенном засорении концентрата отходами при обогащении в пневматических сепараторах необходимо</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Повысить частоту колебания деки.</li> <li>2. Снизить подачу воздуха.</li> <li>3. Снизить нагрузку .</li> </ol>
<p>5</p>  <p>Какое оборудование в схемах углефабрик обозначает приведенное условное изображение ?</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Гидроциклон обогатительный.</li> <li>2. Гидроциклон сгустительный.</li> <li>3. Циклон-пылеуловитель.</li> </ol>	<p>6</p> <p>Центрифуги с центральной выгрузкой осадка имеют</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Скользящую поверхность ротора.</li> <li>2. Соответствующий диаметр ротора, обеспечивающий соотношение <math>\operatorname{tg} \alpha &gt; f</math>.</li> <li>3. Конусную вставку для сообщения исходному материалу значительного ускорения.</li> </ol>
<p>7</p> <p>Какие исходные данные необходимы для построения кривых флотиремости</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Результаты лабораторных опытов дробной флотации.</li> <li>2. Результаты анализов продуктов, полученных во флотомашине.</li> <li>3. Результаты фракционного анализа исходного питания флотации.</li> </ol>	<p>8</p>  <p>В каких местах устанавливают подвесной железозоотделитель типа П ?</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Над разгрузочными воронками или в любом месте над ленточным конвейером.</li> <li>2. Над грохотами.</li> <li>3. Перед дробилками.</li> </ol>

<p>1</p> <p>Оптимальная длина сита грохота (м), обеспечивающая эффективность отсева до 95 %</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> <th>4</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>5,5–6,5</td> <td>3–4</td> <td>6,5–7,5</td> <td>7–8</td> </tr> </tbody> </table>	1	2	3	4	5,5–6,5	3–4	6,5–7,5	7–8	<p>2</p>  <p>Для чего предназначен грохот ГШ-1000 ?</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Классификация высоковлажных углей и пород.</li> <li>2. Классификация углей крупностью более 50 мм.</li> <li>3. Разделения угля на сорта.</li> </ol>
1	2	3	4						
5,5–6,5	3–4	6,5–7,5	7–8						
<p>3</p> <p>Асимметричный цикл отсадки рационален для обогащения углей</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Крупных классов с небольшим содержанием тяжелых фракций.</li> <li>2. Крупных классов с большим содержанием тяжелых фракций.</li> <li>3. Мелких классов.</li> </ol>	<p>4</p> <p>В зоне разгрузки пневматического сепаратора интенсивность встряхивания деки должна быть</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Наибольшей.</li> <li>2. Наименьшей.</li> <li>3. Соответствовать интенсивности встряхивания всей деки.</li> </ol>								
<p>5</p> <p>Какое оборудование в схемах углефабрик обозначает приведенное условное изображение ?</p>  <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Машина флотационная.</li> <li>2. Шламобассейн.</li> <li>3. Классификатор.</li> </ol>	<p>6</p> <p>Содержание магнитной фракции в магнетитовом утяжелителе не должно быть ниже (%):</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> <th>4</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>78</td> <td>85</td> <td>90</td> <td>95</td> </tr> </tbody> </table>	1	2	3	4	78	85	90	95
1	2	3	4						
78	85	90	95						
<p>7</p> <p>Кондиционирование пульпы перед флотацией необходимо для</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Обработки поверхности угольных частиц реагентами.</li> <li>2. Насыщения пульпы пузырьками воздуха.</li> <li>3. Удаления из пульпы тонких илов.</li> </ol>	<p>8</p> <p>Центрифуга ФВШ применяется для</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Обезвоживания высоковлажных продуктов.</li> <li>2. Обезвоживания крупного промпродукта.</li> <li>3. Обезвоживания мелкого концентрата и промпродукта, когда допустимы повышенные потери шлама с фугатом.</li> </ol>								

<p>1</p> <p>Буквы и цифры в названии грохота ГИСЛ-72 означают:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Грохот инерционно-самобалансный, легкого типа с шириной сита 2500 мм, двухситный.</li> <li>2. Грохот инерционный, с круговыми колебаниями, легкого типа, длиной 7 м и шириной 2 м.</li> </ol>	<p>2</p> <p>При повышении влажности угля, поступающего на пневматический сепаратор, необходимо</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Снизить продольный наклон деки.</li> <li>2. Увеличить время пребывания угля в сепараторе.</li> <li>3. Увеличить частоту колебания деки.</li> </ol>												
<p>3</p> <p>Конструкция тяжелосредних сепараторов должна обеспечивать</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Поддержание устойчивой плотности суспензии.</li> <li>2. Полное расслоение материала по плотности.</li> <li>3. Быстрое удаление из сепаратора продуктов обогащения.</li> <li>4. Все перечисленные требования.</li> </ol>	<p>4</p>  <p>Как называется и при каких условиях применяется приведенная схема флотации ?</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Обностадиальная, прямая схема используется при зольности исходного питания не более 20% и флотации разжиженных пульп.</li> <li>2. Двухпродуктовая схема для флотации любых пульп.</li> </ol>												
<p>5</p> <p>Пауза в воздушном цикле отсадки не должна привывать по продолжительности общего времени цикла (%)</p> <table border="1" data-bbox="113 1001 435 1078"> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>10</td> <td>20</td> <td>30</td> <td>40</td> </tr> </tbody> </table>	1	2	3	4	10	20	30	40	<p>6</p> <p>Нарушитель правил безопасности, технической эксплуатации и трудового законодательства может быть привлечен к ответственности</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Лишен премии, уволен с работы, привлечен к уголовной ответственности.</li> <li>2. Дисциплинарной и административной ответственности.</li> </ol>				
1	2	3	4										
10	20	30	40										
<p>7</p>  <p>Какое оборудование в схемах углефабрик обозначает приведенное условное изображение ?</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Дисковый вакуум-фильтр.</li> <li>2. Вагоноопрокидыватель.</li> <li>3. Тяжелосредний двухпродуктовый сепаратор.</li> </ol>	<p>8</p> <p>Осадительные шнековые центрифуги обеспечивают технологические показатели (%)</p> <table border="1" data-bbox="518 1278 984 1493"> <thead> <tr> <th></th> <th>1</th> <th>2</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>унос твердого в фугат</td> <td>25-35</td> <td>30-40</td> </tr> <tr> <td>влажность осадка концентрата</td> <td>25-35</td> <td>35-45</td> </tr> <tr> <td>влажность осадка шлама</td> <td>20-26</td> <td>26-30</td> </tr> </tbody> </table>		1	2	унос твердого в фугат	25-35	30-40	влажность осадка концентрата	25-35	35-45	влажность осадка шлама	20-26	26-30
	1	2											
унос твердого в фугат	25-35	30-40											
влажность осадка концентрата	25-35	35-45											
влажность осадка шлама	20-26	26-30											

<p>1 Первая цифра в условном обозначении грохотов показывает ширину просеивающей поверхности (мм)</p> <table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td style="text-align: center;">1</td> <td style="text-align: center;">2</td> </tr> <tr> <td>2-1000; 3-1250</td> <td>2-1200; 3-1500</td> </tr> <tr> <td>4-1500; 5-1750</td> <td>4-1700; 5-1900</td> </tr> <tr> <td>6-2000; 7-2500</td> <td>6-2000; 7-2400</td> </tr> <tr> <td>8-3000; 9-3550</td> <td>8-2800; 9-3200</td> </tr> <tr> <td>10-4000</td> <td>10-4000</td> </tr> </table>	1	2	2-1000; 3-1250	2-1200; 3-1500	4-1500; 5-1750	4-1700; 5-1900	6-2000; 7-2500	6-2000; 7-2400	8-3000; 9-3550	8-2800; 9-3200	10-4000	10-4000	<p>2 На разрыхленность постели отсадочной машины существенно влияют</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Частота пульсации и давление воздуха.</li> <li>2. Давление воздуха и скорость восходящего потока.</li> <li>3. Расход подрешетной воды.</li> </ol>
1	2												
2-1000; 3-1250	2-1200; 3-1500												
4-1500; 5-1750	4-1700; 5-1900												
6-2000; 7-2500	6-2000; 7-2400												
8-3000; 9-3550	8-2800; 9-3200												
10-4000	10-4000												
<p>3 Во флотомашину исходную пульпу и воздух подают</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Воздух непрерывно, исходную пульпу периодически после перемешивания с реагентами.</li> <li>2. Прерывно.</li> <li>3. Непрерывно.</li> </ol>	<p>4</p>  <p>Приведенная схема переменной флотации позволяет</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Улучшить качество отходов.</li> <li>2. Повысить производительность флотомашину.</li> <li>3. Улучшить качество концентрата.</li> </ol>												
<p>5</p>  <p>Какое оборудование в схемах углефабрик обозначает приведенное условное изображение ?</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Пирамидальные отстойник.</li> <li>2. Бункера.</li> <li>3. Сгуститель.</li> </ol>	<p>6 Уровень свободного слива суспензии в сепараторах СКВ, обеспечивающий его нормальную работу, должен быть (мм)</p> <table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td style="text-align: center;">1</td> <td style="text-align: center;">2</td> <td style="text-align: center;">3</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">30-80</td> <td style="text-align: center;">20-60</td> <td style="text-align: center;">80-120</td> </tr> </table>	1	2	3	30-80	20-60	80-120						
1	2	3											
30-80	20-60	80-120											
<p>7 Концентратом называется</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Продукт, выделенный при механическом обогащении.</li> <li>2. Полезный продукт, полученный в процессе обогащения.</li> <li>3. Продукт, содержащий после механического обогащения сухой беззольной массы больше, чем в исходном питании.</li> </ol>	<p>8 Технологическая эффективность обезвоживающих centrifуг оценивается</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Массой удаляемой из продукта влаги.</li> <li>2. Фактором разделения.</li> <li>3. Влажностью обезвоженного продукта и уносом твердого с фугатом.</li> </ol>												

<p>1 Самобалансный вибровозбудитель грохота состоит из</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Двух одинаковых дебалансов, вращающихся с разной скоростью в одном направлении.</li> <li>2. Двух одинаковых дебалансов, вращающихся на параллельных валах с одинаковой скоростью в противоположные стороны.</li> </ol>	<p>2 Наиболее эффективным оперативным фактором регулирования режима отсадки является</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Подача воздуха.</li> <li>2. Изменение амплитуды колебания постели.</li> <li>3. Подача подрешетной воды.</li> </ol>								
<p>3 Расход суспензии в сепараторах типа СКВ на 1 м ширины ванны составляет (<math>\text{м}^3/\text{ч}</math>)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>60–100</td> <td>40–60</td> <td>100–150</td> </tr> </tbody> </table>	1	2	3	60–100	40–60	100–150	<p>4 Приведенная схема перечистой флотации применяется для</p>  <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Получения флотоконцентрата повышенного качества.</li> <li>2. Флотации очень зольных и труднообогатимых шламов.</li> <li>3. Снижения расхода реагентов.</li> </ol>		
1	2	3							
60–100	40–60	100–150							
<p>5 Уменьшение смачиваемости водой флотуруемых частиц способствует</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ухудшению прилипания частиц угля к пузырькам воздуха.</li> <li>2. Лучшему прилипанию частиц угля к пузырькам воздуха.</li> <li>3. Интенсивному пенообразованию.</li> </ol>	<p>6 Какое оборудование в схемах углефабрик обозначает приведенное условное изображение ?</p>  <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Шламный бассейн.</li> <li>2. Сепаратор суспензионный.</li> <li>3. Центрифуга осадительная.</li> </ol>								
<p>7 В камерах флотомашин воздух занимает объем (%)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> <th>4</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>20</td> <td>30</td> <td>40</td> <td>50</td> </tr> </tbody> </table>	1	2	3	4	20	30	40	50	<p>8 Промпродуктом называется</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Смесь угля и отходов.</li> <li>2. Сростки угля с породой</li> <li>3. Продукт, полученный после механического обогащения, содержащий сростков угля и отходов больше, чем в исходном питании.</li> </ol>
1	2	3	4						
20	30	40	50						

1 На самобалансных грохотах материал по ситам движется благодаря

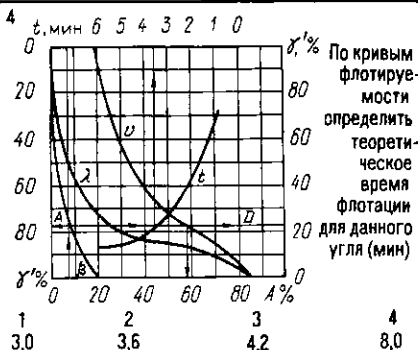
1. Подбрасыванию материала под углом к просеивающей поверхности.
2. Установки сит под необходимым углом.
3. Круговым движениям короба.

2 Тяжелосредный сепаратор типа СКВП применяется для обогащения углей класса (мм)

1	2	3
13-300	6-100	25-400

3 Подрешетная вода при отсадке необходима для

1. Покрытия дебаланса расхода воды восходящих - нисходящих потоков и транспортной воды.
2. Уменьшения перепада давления в рабочем и воздушном отделениях, увеличения скорости восходящего и снижения скорости нисходящего потоков.
3. Обеих перечисленных функций.



5 Реагенты собиратели при флотации угля необходимы для

1. Сообщения частицам определенного заряда.
2. Изменения смачиваемости поверхности угольных частиц, интенсификации их прилипания к пузырькам воздуха.
3. Образования устойчивой пены.

6 По формулам баланса

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

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

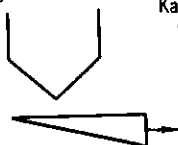
определяют

1. Суммарные выходы и среднестатистическую зольность отдельных классов, а также всего угля.
2. Суммарные выходы и зольность, а также средний диаметр частиц.

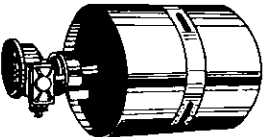
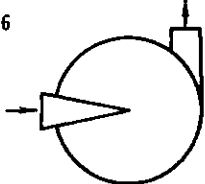
7 Наибольшее влияние на влажность обезвоженного материала оказывает содержание частиц размером менее (мм)

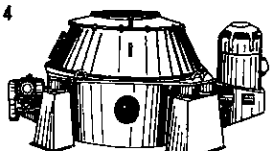
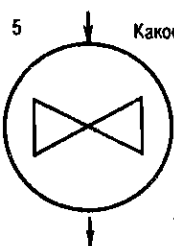
1	2	3	4
0,1	0,3	0,5	1,0

8 Какое оборудование в схемах углефабрик обозначает приведенное условное изображение ?





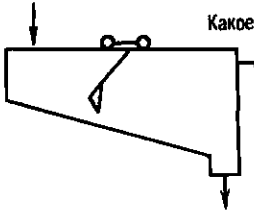
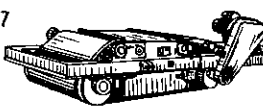
1. Бункер.
2. Питатель.
3. Сгуститель конусный.

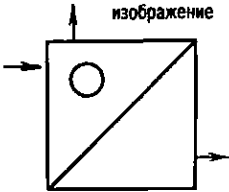

<p>1 Грохоты имеют площадь сита (м<sup>2</sup>)</p> <table border="1" data-bbox="101 192 440 361"> <thead> <tr> <th></th> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>ГИСЛ-62</td> <td>10</td> <td>8</td> <td>12</td> </tr> <tr> <td>ГИСЛ-72</td> <td>15</td> <td>15</td> <td>16</td> </tr> <tr> <td>ГИСЛ-82</td> <td>21</td> <td>20</td> <td>24</td> </tr> </tbody> </table>		1	2	3	ГИСЛ-62	10	8	12	ГИСЛ-72	15	15	16	ГИСЛ-82	21	20	24	<p>2 Обогащительные машины должны обеспечить среднее вероятное отклонение <math>E_{\text{пр}}</math>, характеризующее эффективность их работы (кг/м<sup>3</sup>)</p> <table border="1" data-bbox="505 192 979 415"> <thead> <tr> <th></th> <th>1</th> <th>2</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Тяжелосредний сепаратор</td> <td>30–50</td> <td>60–80</td> </tr> <tr> <td>Тяжелосредний гидроциклон</td> <td>50–60</td> <td>70–80</td> </tr> <tr> <td>Отсадочная машина для угля:</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>  мелкого</td> <td>110–160</td> <td>90–120</td> </tr> <tr> <td>  крупного</td> <td>80–120</td> <td>60–100</td> </tr> </tbody> </table>		1	2	Тяжелосредний сепаратор	30–50	60–80	Тяжелосредний гидроциклон	50–60	70–80	Отсадочная машина для угля:			мелкого	110–160	90–120	крупного	80–120	60–100
	1	2	3																																
ГИСЛ-62	10	8	12																																
ГИСЛ-72	15	15	16																																
ГИСЛ-82	21	20	24																																
	1	2																																	
Тяжелосредний сепаратор	30–50	60–80																																	
Тяжелосредний гидроциклон	50–60	70–80																																	
Отсадочная машина для угля:																																			
мелкого	110–160	90–120																																	
крупного	80–120	60–100																																	
<p>3 Снижение расхода подрешетной воды при отсадке приводит</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>К уменьшению: амплитуды пульсаций, подъема постели, ее разрыхленности, скоростей восходящего и нисходящего потоков, уровня слива через порог.</li> <li>Не влияет на процесс.</li> </ol>	<p>4 В чем особенность шкивного железозуделителя ?</p>  <ol style="list-style-type: none"> <li>Является аппаратом для железулавливания и одновременно приводным или холостым барабаном ленточного конвейера.</li> <li>Работает на постоянных магнитах.</li> </ol>																																		
<p>5 Адгезией называют</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Изменение свойств поверхностного слоя твердого тела.</li> <li>Соединением разнополярных веществ.</li> <li>Поглощение вещества из газовой или жидкой среды поверхностным слоем твердого тела.</li> </ol>	<p>6 Какое оборудование в схемах углефабрик обозначает приведенное условное изображение ?</p>  <ol style="list-style-type: none"> <li>Насос.</li> <li>Воздуходувка.</li> <li>Компрессор.</li> </ol>																																		
<p>7 Подготовка пульпы перед флотацией необходима для</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Выведения шламов флотационной крупности.</li> <li>Смешения всех потоков.</li> <li>Перемешивания пульпы с реагентами.</li> <li>Обеспечения всех перечисленных факторов</li> </ol>	<p>8 При обезвоживании в фильтрующих центрифугах потери угля с фугатом не должны превышать (%)</p> <table border="1" data-bbox="538 1332 916 1455"> <thead> <tr> <th></th> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Вибрационных</td> <td>2–3</td> <td>3–5</td> <td>5–6</td> </tr> <tr> <td>Шнековых</td> <td>3–5</td> <td>5–7</td> <td>7–8</td> </tr> </tbody> </table>		1	2	3	Вибрационных	2–3	3–5	5–6	Шнековых	3–5	5–7	7–8																						
	1	2	3																																
Вибрационных	2–3	3–5	5–6																																
Шнековых	3–5	5–7	7–8																																


<p>1 Для сухого грохочения углей с высокой влажностью применяют грохоты типов</p> <table border="0" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>ГИСЛ-62</td> <td>ГПЛ-2</td> <td>ГС-51</td> </tr> <tr> <td>ГЦЛ-3</td> <td>ГИЛ-42</td> <td>ГЭДП-52</td> </tr> <tr> <td>ГК-6</td> <td>ГИТ-51</td> <td>ГШ-500</td> </tr> </table>	1	2	3	ГИСЛ-62	ГПЛ-2	ГС-51	ГЦЛ-3	ГИЛ-42	ГЭДП-52	ГК-6	ГИТ-51	ГШ-500	<p>2 Изменением расхода воды при отсадке достигают</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Грубую регулировку процесса отсадки.</li> <li>2. Окончательную доводку режима после грубой регулировки расходов воздуха.</li> <li>3. Обоих перечисленных факторов.</li> </ol>
1	2	3											
ГИСЛ-62	ГПЛ-2	ГС-51											
ГЦЛ-3	ГИЛ-42	ГЭДП-52											
ГК-6	ГИТ-51	ГШ-500											
<p>3 Основные конструктивные отличия сепаратора СКВП от СКВ</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Удлиненная или укороченная ванна, новое загрузочное устройство, увеличено число ковшей в элеваторном колесе.</li> <li>2. Два привода элеваторного колеса, футеровка ванны нержавеющей сталью.</li> <li>3. Все перечисленные особенности.</li> </ol>	<p>4</p>  <p>Осевые вибрации вращающемуся ротору центрифуги ЦВП-1500 сообщаются</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Специальным приводом.</li> <li>2. Пружинными амортизаторами.</li> <li>3. Резинометаллическими амортизаторами.</li> </ol>												
<p>5</p>  <p>Какое оборудование в схемах углефабрик обозначает приведенное условное изображение ?</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Вакуум-насос.</li> <li>2. Мешалку.</li> <li>3. Дробилку роторную.</li> </ol>	<p>6 Центрифуги типа НОГШ обеспечивают средние показатели работы (%)</p> <table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td></td> <td style="text-align: center;">1</td> <td style="text-align: center;">2</td> </tr> <tr> <td>Влажность осадка концентрата</td> <td style="text-align: center;">24-32</td> <td style="text-align: center;">32-38</td> </tr> <tr> <td>Влажность осадка шлама</td> <td style="text-align: center;">18-26</td> <td style="text-align: center;">26-35</td> </tr> <tr> <td>Унос твердого с фугатом</td> <td style="text-align: center;">25-35</td> <td style="text-align: center;">35-45</td> </tr> </table>		1	2	Влажность осадка концентрата	24-32	32-38	Влажность осадка шлама	18-26	26-35	Унос твердого с фугатом	25-35	35-45
	1	2											
Влажность осадка концентрата	24-32	32-38											
Влажность осадка шлама	18-26	26-35											
Унос твердого с фугатом	25-35	35-45											
<p>7 Поверхность вещества называется гидрофильной при</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Хорошей смачиваемости водой.</li> <li>2. Плохой смачиваемости водой.</li> <li>3. Хорошей смачиваемости реагентами.</li> </ol>	<p>8 При флотации с отходами теряется более всего частиц угля крупностью (мм)</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Менее 0,1.</li> <li>2. Более 0,5.</li> <li>3. Более 0,3, имеющих плоскую форму.</li> </ol>												

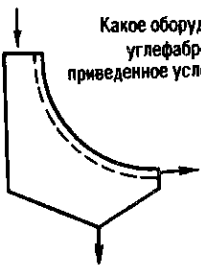


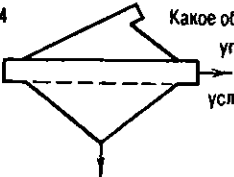
<p>1 Эффективность работы грохотов зависит от</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Натяжения сит, равномерной подачи угля, распределения угля по ширине сита.</li> <li>2. Наличия залипших отверстий сит, качества исходного питания, настройки грохота.</li> <li>3. Всех перечисленных факторов.</li> </ol>	<p>2 К технологическим параметрам отсадки относят</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Расход воды и воздуха.</li> <li>2. Фракционный и ситовый состав исходного угля и удельную производительность.</li> <li>3. Оба перечисленных фактора.</li> </ol>												
<p>3 Оптимальное содержание угля в пульпе, поступающей в тяжелосредний гидроциклон, должно быть (кг/м<sup>3</sup>)</p> <table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <thead> <tr> <th></th> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td>200–400</td> <td>150–300</td> <td>400–500</td> </tr> </tbody> </table>		1	2	3		200–400	150–300	400–500	<p>4  В чем особенность самосинхронизирующегося вибровозбудителя грохота ГИСЛ?</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Не имеет зубчатой передачи и приводится в действие двумя не связанными электродвигателями.</li> <li>2. Приводится в действие одним электродвигателем.</li> </ol>				
	1	2	3										
	200–400	150–300	400–500										
<p>5 Фильтрующие centrifуги должны обеспечить средние показатели работы (%)</p> <table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <thead> <tr> <th></th> <th>1</th> <th>2</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>При влажности питания</td> <td>25–30</td> <td>25–30</td> </tr> <tr> <td>Влажность осадка</td> <td>10–12</td> <td>7–10</td> </tr> <tr> <td>Унос твердого с фугатом</td> <td>5–8</td> <td>3–5</td> </tr> </tbody> </table>		1	2	При влажности питания	25–30	25–30	Влажность осадка	10–12	7–10	Унос твердого с фугатом	5–8	3–5	<p>6 Гетерополярными называют вещества</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Обладающие полярными свойствами.</li> <li>2. Обладающие неполярными свойствами.</li> <li>3. Обладающие одновременно полярными и неполярными свойствами.</li> </ol>
	1	2											
При влажности питания	25–30	25–30											
Влажность осадка	10–12	7–10											
Унос твердого с фугатом	5–8	3–5											
<p>7 Какое оборудование в схемах углефабрик обозначает приведенное условное изображение?</p>  <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Элеватор обезвоживающий.</li> <li>2. Багер-зумпф.</li> <li>3. Осадочную машину.</li> </ol>	<p>8 Реагенты адсорбируются в первую очередь на поверхности:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Крупных частиц.</li> <li>2. Тонких частиц.</li> <li>3. Крупность не имеет значения.</li> </ol>												

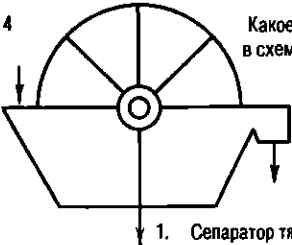
<p>1 Каким верхним пределам крупности соответствуют различные стадии дробления (мм)?</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td></td> <td style="text-align: center;">1</td> <td style="text-align: center;">2</td> </tr> <tr> <td>Крупное</td> <td style="text-align: center;">100-300</td> <td style="text-align: center;">150-400</td> </tr> <tr> <td>Среднее</td> <td style="text-align: center;">25-100</td> <td style="text-align: center;">50-150</td> </tr> <tr> <td>Мелкое</td> <td style="text-align: center;">3-25</td> <td style="text-align: center;">6-50</td> </tr> </table>		1	2	Крупное	100-300	150-400	Среднее	25-100	50-150	Мелкое	3-25	6-50	<p>2 Регулировка отсадочной машины изменением расхода воздуха применяется при</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Значительных изменениях ситового и фракционного составов исходного угля или удельной производительности.</li> <li>2. Получении неудовлетворительных качественных показателей.</li> <li>3. Экономии расхода воды.</li> </ol>
	1	2											
Крупное	100-300	150-400											
Среднее	25-100	50-150											
Мелкое	3-25	6-50											
<p>3  Какое оборудование в схемах углефабрик обозначает приведенное условное изображение?</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Отстойник механизированный.</li> <li>2. Классификатор.</li> <li>3. Шламный бассейн.</li> </ol>	<p>4 Принцип процесса флотации</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Прилипание угольных частиц к пенному слою.</li> <li>2. Обработка угольных частиц реагентами, обеспечивающая их подъем на поверхность.</li> <li>3. Подъем угольных частиц на поверхность пены пузырьками воздуха.</li> </ol>												
<p>5 Дробная подача реагентов в камеры флотомашин применяется для</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Сокращения времени флотации.</li> <li>2. Повышения производительности флотомашин.</li> <li>3. Обработки реагентами частиц всех классов крупности.</li> </ol>	<p>6 При обогащении в тяжелых средах рационально применить сухую классификацию для углей</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td></td> <td style="text-align: center;">1</td> <td style="text-align: center;">2</td> <td style="text-align: center;">3</td> </tr> <tr> <td>Крупностью, мм</td> <td style="text-align: center;">25</td> <td style="text-align: center;">13</td> <td style="text-align: center;">5</td> </tr> <tr> <td>Влажностью, %</td> <td style="text-align: center;">7</td> <td style="text-align: center;">5</td> <td style="text-align: center;">4</td> </tr> </table>		1	2	3	Крупностью, мм	25	13	5	Влажностью, %	7	5	4
	1	2	3										
Крупностью, мм	25	13	5										
Влажностью, %	7	5	4										
<p>7  Аппарат типа ПС предназначен для</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Укатывания угля в ж.д. вагонах.</li> <li>2. Транспортирования угля.</li> <li>3. Саморазгрузки удаленных ферромагнитных предметов из потока угля.</li> </ol>	<p>8 Качество масла в системах централизованной смазки центрифуг должно проверяться через определенный период работы (ч)</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td></td> <td style="text-align: center;">1</td> <td style="text-align: center;">2</td> <td style="text-align: center;">3</td> <td style="text-align: center;">4</td> </tr> <tr> <td></td> <td style="text-align: center;">300</td> <td style="text-align: center;">400</td> <td style="text-align: center;">500</td> <td style="text-align: center;">600</td> </tr> </table>		1	2	3	4		300	400	500	600		
	1	2	3	4									
	300	400	500	600									

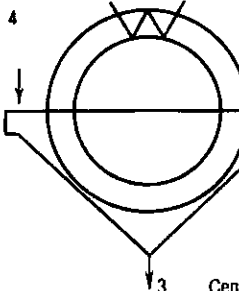
<p>1 Каким наиболее рациональным принципом руководствуются при составлении схем дробления ?</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Дробить уголь крупностью более 300 мм.</li> <li>2. Не дробить ничего лишнего.</li> <li>3. Дробить весь материал, после чего его классифицировать.</li> </ol>	<p>2 Точность разделения по плотности в отсадочной машине с уменьшением размера частиц</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Увеличивается.</li> <li>2. Уменьшается.</li> <li>3. Не изменяется.</li> </ol>								
<p>3 При обогащении в тяжелых средах мокрую классификацию применяют для углей крупностью более (мм) :</p> <table border="0" style="margin-left: 40px;"> <tr> <td style="padding-right: 20px;">1</td> <td style="padding-right: 20px;">2</td> <td style="padding-right: 20px;">3</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>0,5</td> <td>1,0</td> <td>6,0</td> <td>13,0</td> </tr> </table>	1	2	3	4	0,5	1,0	6,0	13,0	<p>4 Пеногашение флотоконцентрата необходимо для</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Снижения влажности.</li> <li>2. Снижения объема, занимаемого флотоконцентратом</li> <li>3. Удаления воздуха из пенного продукта и повышения его транспортабельности.</li> </ol>
1	2	3	4						
0,5	1,0	6,0	13,0						
<p>5 Какое оборудование в схемах углефабрик обозначает приведенное условное изображение</p>  <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Дробилка.</li> <li>2. Пылеуловитель.</li> <li>3. Пеногаситель.</li> </ol>	<p>6 Фильтрованием называют процесс</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Разделение жидкого и твердого под действием центробежных сил.</li> <li>2. Разделение твердого и жидкого за счет вращательного движения пульпы.</li> <li>3. Разделение твердого и жидкого за счет разности давлений, создаваемых по обе стороны фильтрующей перегородки.</li> </ol>								
<p>7 Назначение реагентов-собирателей</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Обеспечить быстрое и прочное прилипание угольных частиц к пузырькам воздуха.</li> <li>2. Способствовать образованию пузырьков воздуха.</li> <li>3. Обеспечить пенообразование.</li> </ol>	<p>8  Что означает этот знак ?</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Место, отведенное для курения.</li> <li>2. Запрещается курить.</li> <li>3. Запрещены огневые работы.</li> </ol>								

<p>1 Какой тип дробилки дает наименьшее образование мелочи ?</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Щековая.</li> <li>2. Конусная .</li> <li>3. Барабанная.</li> <li>4. Валковая.</li> <li>5. Молотковая и роторная.</li> </ol>	<p>2 Обесшламливание сухих углей перед обогащением в тяжелосредних сепараторах осуществляют на ситах (мм)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>1</th> <th>2</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Тяжелосредний сепаратор</td> <td>6,0</td> <td>13</td> </tr> <tr> <td>Тяжелосредний гидроциклон</td> <td>0,5–1,0</td> <td>6</td> </tr> </tbody> </table>		1	2	Тяжелосредний сепаратор	6,0	13	Тяжелосредний гидроциклон	0,5–1,0	6							
	1	2															
Тяжелосредний сепаратор	6,0	13															
Тяжелосредний гидроциклон	0,5–1,0	6															
<p>3 При отсадке класс менее 0,5 мм</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. В основном переходит в необогащенном виде в концентрат.</li> <li>2. Полностью переходит в отходы через отверстия в решетке.</li> <li>3. Оба перечисленных случая имеют место в одинаковой степени.</li> </ol>	<p>4  Что означает этот знак ?</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Место для отдыха.</li> <li>2. Осторожно! Возможно падение.</li> <li>3. Проход запрещен.</li> </ol>																
<p>5 Какое оборудование в схемах углефабрик обозначает приведенное условное изображение ?</p>  <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ленточный конвейер.</li> <li>2. Сбрасыватель плужковый.</li> <li>3. Разгрузочную тележку.</li> </ol>	<p>6 Назначение реагентов вспенивателей</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Снизить поверхностное натяжение воды, создать устойчивую пену.</li> <li>2. Ускорить прилипание угольных частиц к пузырькам воздуха.</li> <li>3. Способствовать селективности флотации.</li> </ol>																
<p>7 В вакуум-фильтрах создается давление</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Больше атмосферного.</li> <li>2. Больше или меньше атмосферного в зависимости от конструкции аппарата.</li> <li>3. Меньше атмосферного.</li> </ol>	<p>8 Аппараты пеногашения в зависимости от принятого способа обеспечивают эффективность процесса (%)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Механический способ</td> <td>20</td> <td>40</td> <td>50</td> </tr> <tr> <td>Вакуумный и гидростатический</td> <td>40</td> <td>60</td> <td>70</td> </tr> <tr> <td>Вакуумно-механический</td> <td>60</td> <td>80</td> <td>90</td> </tr> </tbody> </table>		1	2	3	Механический способ	20	40	50	Вакуумный и гидростатический	40	60	70	Вакуумно-механический	60	80	90
	1	2	3														
Механический способ	20	40	50														
Вакуумный и гидростатический	40	60	70														
Вакуумно-механический	60	80	90														

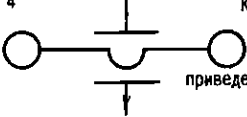
<p>1 Крупность угля при дроблении регулируют</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Скоростью движения дробящих поверхностей.</li> <li>2. Крупностью исходного питания.</li> <li>3. Положением дробящих поверхностей (щеки, конуса, вальков)</li> </ol>	<p>2 Допускается ли совмещение классов крупности при соблюдении между нижним и верхним пределами соотношения 1:4?</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Разрешается.</li> <li>2. Не разрешается.</li> <li>3. Разрешается при согласии потребителя.</li> </ol>															
<p>3 В отсадочной машине класс 0,5–1,0 мм обогащается</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Эффективно при подборе соответствующих параметров.</li> <li>2. Эффективно при снижении нагрузки.</li> <li>3. Неэффективно.</li> </ol>	<p>4 Пуску тяжелосредных сепараторов должно предшествовать перемешивание суспензии в емкостях не менее (мин)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> <th>4</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>10</td> <td>15</td> <td>30</td> <td>40</td> </tr> </tbody> </table>	1	2	3	4	10	15	30	40							
1	2	3	4													
10	15	30	40													
<p>5</p>  <p>Какое оборудование в схемах углезаводов обозначает приведенное условное изображение?</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Грохот.</li> <li>2. Течку.</li> <li>3. Дуговое сито.</li> </ol>	<p>6 Увеличение выхода ценного продукта в последних камерах флотомашин и в отходах свидетельствует:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Недостаточная подача реагентов.</li> <li>2. Низкий уровень пульпы в камерах.</li> <li>3. Неправильное распределение реагентов по камерам.</li> </ol>															
<p>7 Удельный расход реагентов при флотации угля (г/т)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>1</th> <th>2</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Собиратель</td> <td>500–1200</td> <td>1000–3000</td> </tr> <tr> <td>Вспениватель</td> <td>50–200</td> <td>150–300</td> </tr> </tbody> </table>		1	2	Собиратель	500–1200	1000–3000	Вспениватель	50–200	150–300	<p>8 Перед фильтрованием отходы флотации и шлама должны быть сгущены до (кг/м<sup>3</sup>)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>200–300</td> <td>300–500</td> <td>500–600</td> </tr> </tbody> </table>	1	2	3	200–300	300–500	500–600
	1	2														
Собиратель	500–1200	1000–3000														
Вспениватель	50–200	150–300														
1	2	3														
200–300	300–500	500–600														


<p>1</p> <p>Частицы, движущиеся в среде, испытывают силы сопротивления, которые зависят от</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Скорости движения частиц, их размера и плотности, вязкости и плотности среды.</li> <li>2. Скорости движения частиц, их плотности и состояния среды.</li> </ol>	<p>2</p> <p>Для отмывки магнетита от продуктов обогащения используется вода в объемах (<math>\text{м}^3/\text{т}</math>)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>1</th> <th>2</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Первый ряд брызгал</td> <td>0,3–0,4</td> <td>0,2–0,3</td> </tr> <tr> <td>Второй ряд брызгал</td> <td>0,2–0,3</td> <td>0,3–0,5</td> </tr> </tbody> </table>		1	2	Первый ряд брызгал	0,3–0,4	0,2–0,3	Второй ряд брызгал	0,2–0,3	0,3–0,5			
	1	2											
Первый ряд брызгал	0,3–0,4	0,2–0,3											
Второй ряд брызгал	0,2–0,3	0,3–0,5											
<p>3</p> <p>Оптимальная высота постели отсадочной машины (мм)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Крупный уголь</td> <td>350–400</td> <td>150–300</td> <td>400–500</td> </tr> <tr> <td>Мелкий уголь</td> <td>250–350</td> <td>100–200</td> <td>350–450</td> </tr> </tbody> </table>		1	2	3	Крупный уголь	350–400	150–300	400–500	Мелкий уголь	250–350	100–200	350–450	<p>4</p>  <p>Какое оборудование в схемах углефабрик обозначает приведенное условное изображение?</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Сепаратор пневматический.</li> <li>2. Грохот.</li> <li>3. Сепаратор тяжелосредный.</li> </ol>
	1	2	3										
Крупный уголь	350–400	150–300	400–500										
Мелкий уголь	250–350	100–200	350–450										
<p>5</p> <p>Аэрацией пульпы называют процесс</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Измельчения воздушных пузырьков в пульпе.</li> <li>2. Интенсивного перемешивания пульпы.</li> <li>3. Насыщения пульпы мелкими пузырьками воздуха.</li> </ol>	<p>6</p> <p>При содержании в воздухе 2,5 % метана нижний предел взрываемости пыли снижается до (<math>\text{г}/\text{м}^3</math>)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>2–3</td> <td>3–5</td> <td>5–10</td> </tr> </tbody> </table>	1	2	3	2–3	3–5	5–10						
1	2	3											
2–3	3–5	5–10											
<p>7</p> <p>Ленточные вакуум-фильтры должны обеспечить показатели работы (%)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>1</th> <th>2</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Извлечение шлама в осадок</td> <td>до 98</td> <td>до 80</td> </tr> <tr> <td>Унос шлама с фугатом</td> <td>0,7–4,0</td> <td>2,0–8,0</td> </tr> </tbody> </table>		1	2	Извлечение шлама в осадок	до 98	до 80	Унос шлама с фугатом	0,7–4,0	2,0–8,0	<p>8</p> <p>Перелив пульпы в желоб для пенного продукта флотомашин свидетельствует о</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Завышенном уровне пульпы в камерах.</li> <li>2. Повышенном расходе реагентов.</li> <li>3. Неправильном распределении реагентов по камерам.</li> </ol>			
	1	2											
Извлечение шлама в осадок	до 98	до 80											
Унос шлама с фугатом	0,7–4,0	2,0–8,0											


<p>1 Гидравлическую классификацию применяют для</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Отделения шлама от мелкого угля и определения гранулометрического состава мелкого угля.</li> <li>2. Разделения мелких частиц на уголь и породу.</li> <li>3. Осветления оборотной воды.</li> </ol>	<p>2 Периодический выпуск воздуха в отсадочную машину необходим для</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Подъема уровня воды.</li> <li>2. Взрыхления материала на решетке.</li> <li>3. Создания колебательного движения воды.</li> </ol>								
<p>3 Наибольшая эффективность процесса отсадки достигается, если</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Максимальный расход воды.</li> <li>2. В исходном угле наибольшая доля промежуточных фракций.</li> <li>3. В исходном угле наименьшая доля промежуточных фракций.</li> </ol>	<p>4  Какое оборудование в схемах углефабрик обозначает приведенное условное изображение ?</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Сепаратор тяжелосредней.</li> <li>2. Вакуум-фильтр дисковый.</li> <li>3. Грохот барабанный.</li> </ol>								
<p>5 Отличительной особенностью механических флотомашин является наличие</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Импеллеров для засасывания воздуха из атмосферы, аэрации и перемешивания пульпы.</li> <li>2. Шести камер.</li> <li>3. Пеносъемников механического типа.</li> </ol>	<p>6 Наиболее опасной в отношении взрыва является пыль с размером твердых частиц (мм)</p> <table border="1" data-bbox="518 908 973 1001"> <thead> <tr> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0,01–0,075</td> <td>0,075–0,1</td> <td>0,1–0,2</td> </tr> </tbody> </table>	1	2	3	0,01–0,075	0,075–0,1	0,1–0,2		
1	2	3							
0,01–0,075	0,075–0,1	0,1–0,2							
<p>7 Зазор между ротором и статором флотомашин МФУ должен быть (мм)</p> <table border="1" data-bbox="51 1293 486 1355"> <thead> <tr> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> <th>4</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>3–4</td> <td>4–6</td> <td>6–8</td> <td>8–10</td> </tr> </tbody> </table>	1	2	3	4	3–4	4–6	6–8	8–10	<p>8 Мгновенная отдувка в дисковых вакуум-фильтрах необходима для</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Продувки отверстий фильтрующей сетки.</li> <li>2. Удаления осадка с фильтрующей сетки.</li> <li>3. Создания вакуума, необходимого для разделения твердой и жидкой фаз.</li> </ol>
1	2	3	4						
3–4	4–6	6–8	8–10						

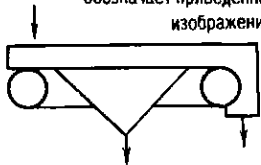
<p>1 Крупность материала, подвергаемого гидравлической классификации, не должна превышать (мм)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> <th>4</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td></td> <td>3</td> <td>6</td> <td>13</td> <td>25</td> </tr> </tbody> </table>		1	2	3	4		1	2	3	4		3	6	13	25	<p>2 В результате чего в беспоршневой отсадочной машине материал разделяется по плотности ?</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Под действием переменных по направлению струй воздуха.</li> <li>2. Под действием переменных по направлению струй воды.</li> <li>3. В результате разных скоростей тяжелых и легких фракций материала.</li> </ol>
	1	2	3	4												
	1	2	3	4												
	3	6	13	25												
<p>3 При обогащении в отсадочных машинах приняты машинные классы угля (мм)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>1</th> <th>2</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Мелкий</td> <td>0,5–10 (13)</td> <td>1–13</td> </tr> <tr> <td>Крупный</td> <td>13–100 (150)</td> <td>25–150</td> </tr> <tr> <td>Широко – классифицированный</td> <td>0,5–100 (125)</td> <td>0–100</td> </tr> </tbody> </table>		1	2	Мелкий	0,5–10 (13)	1–13	Крупный	13–100 (150)	25–150	Широко – классифицированный	0,5–100 (125)	0–100	<p>4</p>  <p>Какое оборудование в схемах углефабрика обозначает приведенное условное изображение ?</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Сепаратор электромагнитный.</li> <li>2. Мешалка.</li> <li>3. Сепаратор тяжелосредный.</li> </ol>			
	1	2														
Мелкий	0,5–10 (13)	1–13														
Крупный	13–100 (150)	25–150														
Широко – классифицированный	0,5–100 (125)	0–100														
<p>5 При флотации разбавленных пульп</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Улучшается качество концентрата.</li> <li>2. Снижается производительность флотомашин по твердому.</li> <li>3. Снижается эффективность использования реагентов.</li> <li>4. Имеют место перечисленные факторы.</li> </ol>	<p>6 Фильтр-прессы с помощью фильтрования 570–600 м<sup>2</sup> должны обеспечить показатели работы</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>1</th> <th>2</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Производительность, т/ч</td> <td>7–9</td> <td>9–15</td> </tr> <tr> <td>Влажность осадка, %</td> <td>18–24</td> <td>15–18</td> </tr> </tbody> </table>		1	2	Производительность, т/ч	7–9	9–15	Влажность осадка, %	18–24	15–18						
	1	2														
Производительность, т/ч	7–9	9–15														
Влажность осадка, %	18–24	15–18														
<p>7 Пределы взрывчатой концентрации пыли (г/м<sup>3</sup>)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>1</th> <th>2</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Нижний предел</td> <td>16–20</td> <td>12–16</td> </tr> <tr> <td>Верхний предел</td> <td>1500–2000</td> <td>2000–2500</td> </tr> </tbody> </table>		1	2	Нижний предел	16–20	12–16	Верхний предел	1500–2000	2000–2500	<p>8 При обслуживании флотомашин повышенное внимание следует уделять</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Последним камерам, так как в них завершается процесс.</li> <li>2. Всей машине.</li> <li>3. Первым камерам, так как в них образуется 75 % флотоконцентрата.</li> </ol>						
	1	2														
Нижний предел	16–20	12–16														
Верхний предел	1500–2000	2000–2500														

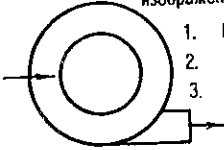


<p>1 Классификация материала при одинаковых потоках происходит тем быстрее, чем</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Разжиженнее пульпа и больше разница в крупности разделяемых частиц.</li> <li>2. Больше площадь камеры, в которой ведется классификация.</li> <li>3. Больше крупность частиц.</li> </ol>	<p>2 Постелью отсадочной машины называют</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Нижний слой материалов, состоящий из частиц тяжелых минералов.</li> <li>2. Массу сростков и породы, лежащих на решетке отсадочной машины.</li> <li>3. Массу угля, сростков, породы, лежащую на решетке отсадочной машины.</li> </ol>												
<p>3 При обогащении труднообогатимых углей время отсадки должно быть</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Уменьшено.</li> <li>2. Увеличено.</li> <li>3. Не имеет значения.</li> </ol>	<p>4  Какое оборудование в схемах углефабрик обозначает приведенное изображение?</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Брызгало переливное.</li> <li>2. Пробоотборник на перепаде.</li> <li>3. Течка.</li> </ol>												
<p>5 Максимальная производительность флотационной машины МФУБ при нормальных характеристике исходного питания и режиме работы</p> <table border="1" data-bbox="67 977 481 1101"> <thead> <tr> <th></th> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>По твердому, т/ч</td> <td>50</td> <td>40</td> <td>80</td> </tr> <tr> <td>По пульпе, м<sup>3</sup>/ч</td> <td>450</td> <td>350</td> <td>800</td> </tr> </tbody> </table>		1	2	3	По твердому, т/ч	50	40	80	По пульпе, м <sup>3</sup> /ч	450	350	800	<p>6 В схемах фильтровальных установок ресивер используют для</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Накапливания воздуха.</li> <li>2. Повышения давления воздуха.</li> <li>3. Отделения фильтрата от воздуха.</li> </ol>
	1	2	3										
По твердому, т/ч	50	40	80										
По пульпе, м <sup>3</sup> /ч	450	350	800										
<p>7 Пыль становится невзрывчатой при (%)</p> <table border="1" data-bbox="67 1285 481 1424"> <thead> <tr> <th></th> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Зола</td> <td>30</td> <td>40</td> <td>50</td> </tr> <tr> <td>Влаги</td> <td>36</td> <td>50</td> <td>60</td> </tr> </tbody> </table>		1	2	3	Зола	30	40	50	Влаги	36	50	60	<p>8 Прекращение или ухудшение пенообразования во флотомашине может быть вызвано</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ослаблением приводных ремней.</li> <li>2. Увеличением зазора между импеллером и статором.</li> <li>3. Зашламовкой воздушного патрубка или камеры.</li> <li>4. Любым из перечисленных факторов.</li> </ol>
	1	2	3										
Зола	30	40	50										
Влаги	36	50	60										

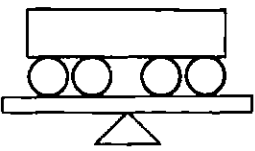
<p>1      <b>Обогатимостью углей называют</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Способность угля разделяться на фракции.</li> <li>2. Способность разделяться на продукты обогащения по заданным показателям качества.</li> <li>3. Характеристику угля по содержанию промежуточных фракций.</li> </ol>	<p>2      <b>Увеличение времени отсадки трудно обогатимых углей достигают</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Снижением продолжительности цикла отсадки.</li> <li>2. Уменьшением расхода воды.</li> <li>3. Общими перечисленными факторами.</li> </ol>																								
<p>3      <b>Состояние постели отсадочной машины характеризует</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Высота постели.</li> <li>2. Гранулометрический состав обогащаемого угля.</li> <li>3. Разрыхленность – отношение суммарного объема промежутков между частицами к общему объему постели.</li> </ol>	<p>4      <b>Принцип действия водокольцевого вакуум-насоса основан на</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Всасывании воздуха, его сжатии и выталкивании с помощью асимметричного расположения лопастного колеса посредством создаваемого водяного кольца.</li> <li>2. За счет давления, создаваемого лопастным колесом при высоких оборотах.</li> </ol>																								
<p>5      <b>Максимальная производительность флотационной машины МФУ12 при нормальных характеристике исходного питания и режиме работы</b></p> <table border="1" data-bbox="70 945 484 1114"> <thead> <tr> <th></th> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>По твердому, т/ч</td> <td>50</td> <td>80</td> <td>120</td> </tr> <tr> <td>По пульпе, м<sup>3</sup>/ч</td> <td>500</td> <td>700</td> <td>1000</td> </tr> </tbody> </table>		1	2	3	По твердому, т/ч	50	80	120	По пульпе, м <sup>3</sup> /ч	500	700	1000	<p>6      <b>Влажность шламов, складываемых на дренажных площадках, не должна превышать (%)</b></p> <table border="1" data-bbox="542 945 967 1114"> <thead> <tr> <th></th> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Отходы флотации</td> <td>25</td> <td>35</td> <td>45</td> </tr> <tr> <td>Угольный шлам</td> <td>20</td> <td>30</td> <td>35</td> </tr> </tbody> </table>		1	2	3	Отходы флотации	25	35	45	Угольный шлам	20	30	35
	1	2	3																						
По твердому, т/ч	50	80	120																						
По пульпе, м <sup>3</sup> /ч	500	700	1000																						
	1	2	3																						
Отходы флотации	25	35	45																						
Угольный шлам	20	30	35																						
<p>7      <b>Какой объект в схемах углефабрик обозначает приведенное условное изображение ?</b></p>  <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Сброс воды.</li> <li>2. Илонакопитель.</li> <li>3. Водозабор.</li> </ol>	<p>8      <b>Скорость цели обезвоживающего элеватора не должна превышать (м/с)</b></p> <table border="1" data-bbox="526 1305 967 1433"> <thead> <tr> <th></th> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Для крупного угля</td> <td>0,2</td> <td>0,27</td> <td>0,35</td> </tr> <tr> <td>Для мелкого угля</td> <td>0,1</td> <td>0,17</td> <td>0,25</td> </tr> </tbody> </table>		1	2	3	Для крупного угля	0,2	0,27	0,35	Для мелкого угля	0,1	0,17	0,25												
	1	2	3																						
Для крупного угля	0,2	0,27	0,35																						
Для мелкого угля	0,1	0,17	0,25																						

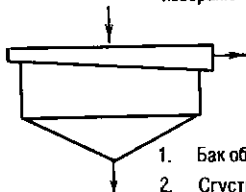
<p>1 Подъемная сила, направленная вверх и действующая на движущееся тело в среде, зависит от</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Объема тела и плотности среды.</li> <li>2. Плотности тела и среды.</li> <li>3. Объема тела и его плотности.</li> </ol>	<p>2 Разрыхленность постели отсадочной машины зависит от</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Плотности материала и объема подаваемой воды в машину.</li> <li>2. Физических свойств материала и гидравлических параметров отсадки.</li> <li>3. Гранулометрического состава материала и заданного цикла отсадки.</li> </ol>															
<p>3 Какой объект в схемах углефабрик обозначает приведенное условное изображение ?</p>  <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Бункеры погрузочные.</li> <li>2. Отстойник пирамидальный.</li> <li>3. Емкость для воды.</li> </ol>	<p>4 При обезвоживании в элеваторах достигается влажность продуктов (%)</p> <table border="1" data-bbox="518 523 932 723"> <thead> <tr> <th></th> <th>1</th> <th>2</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Крупный промпродукт</td> <td>8–12</td> <td>10–16</td> </tr> <tr> <td>Мелкий промпродукт</td> <td>15–20</td> <td>18–25</td> </tr> <tr> <td>Крупные отходы</td> <td>8–10</td> <td>10–14</td> </tr> <tr> <td>Мелкие отходы</td> <td>12–20</td> <td>15–25</td> </tr> </tbody> </table>		1	2	Крупный промпродукт	8–12	10–16	Мелкий промпродукт	15–20	18–25	Крупные отходы	8–10	10–14	Мелкие отходы	12–20	15–25
	1	2														
Крупный промпродукт	8–12	10–16														
Мелкий промпродукт	15–20	18–25														
Крупные отходы	8–10	10–14														
Мелкие отходы	12–20	15–25														
<p>5 Оптимальное содержание твердого в исходной пульпе флотомашин при зольности питания до 18 % (г/л)</p> <table border="1" data-bbox="82 970 445 1093"> <thead> <tr> <th></th> <th>1</th> <th>2</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Для марок К, КЖ, ОС</td> <td>100–150</td> <td>120–180</td> </tr> <tr> <td>Для марки Г</td> <td>80–100</td> <td>100–120</td> </tr> </tbody> </table>		1	2	Для марок К, КЖ, ОС	100–150	120–180	Для марки Г	80–100	100–120	<p>6 Диспергированием пульпы называют процесс</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Засасывания воздуха во флотомашину.</li> <li>2. Придания вращательного движения пузырькам воздуха.</li> <li>3. Измельчения воздушных пузырьков в пульпе.</li> </ol>						
	1	2														
Для марок К, КЖ, ОС	100–150	120–180														
Для марки Г	80–100	100–120														
<p>7 Частые колебания загрузки или перебои в подаче угля в отсадочную машину приводят к</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Повышенному засорению концентрата отходами.</li> <li>2. Не влияет на процесс отсадки.</li> <li>3. Повышенному разрыхлению постели и потере угля с отходами.</li> </ol>	<p>8 Хорошие качественно-количественные показатели продуктов обогащения достигаются при содержании твердого в оборотной воде не более (г/л)</p> <table border="1" data-bbox="549 1355 911 1432"> <thead> <tr> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>20–40</td> <td>40–60</td> <td>60–100</td> </tr> </tbody> </table>	1	2	3	20–40	40–60	60–100									
1	2	3														
20–40	40–60	60–100														

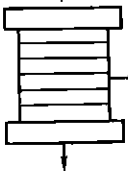
<p>1 Сила сопротивления среды, действующая на движущееся тело в среде, зависит от</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Размеров тела, плотности среды, скорости движения тела, гидравлических параметров среды.</li> <li>2. Гидравлических параметров среды и скорости ее движения.</li> </ol>	<p>2 Циклом отсадки называют</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Изменение скорости вертикального перемещения воды в рабочем отделении отсадочной машины в течение одного периода колебаний.</li> <li>2. Расстояние, на которое поднимается постель при впуске воздуха в отсадочную машину.</li> </ol>								
<p>3 В какое отделение отсадочной машины подается больше воды ?</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. В промпродуктовое.</li> <li>2. В отделение отходов.</li> <li>3. Зависит от регулировки машины.</li> </ol>	<p>4 При обогащении коксующихся углей образуется шлам, % рядового угля</p> <table style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>5-8</td> <td>9-17</td> <td>15-20</td> <td>20-30</td> </tr> </table>	1	2	3	4	5-8	9-17	15-20	20-30
1	2	3	4						
5-8	9-17	15-20	20-30						
<p>5 Значительное увеличение плотности пульпы по отношению к технической характеристике при флотации вызывает</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Снижение аэрации пульпы.</li> <li>2. Ухудшение флотации крупных частиц.</li> <li>3. Увеличение потерь угля с отходами.</li> <li>4. Все перечисленные факторы.</li> </ol>	<p>6 Какое оборудование в схемах углефабрик обозначает приведенное условное изображение ?</p>  <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Вакуум-фильтр ленточный.</li> <li>2. Ленточный конвейер с плужковым сбрасывателем.</li> <li>3. Ленточный конвейер с тележкой.</li> </ol>								
<p>7 Водно-шламовая схема наиболее рациональна при</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Охвате всех шламов методом флотации.</li> <li>2. Выделении из схемы шламов в начале технологического процесса.</li> <li>3. Замкнутым водоснабжением фабрики.</li> </ol>	<p>8 Сита предварительного обезвоживания эффективнее всего устанавливать под углом (градус)</p> <table style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>15-40</td> <td>26-25</td> <td>25-35</td> </tr> </table>	1	2	3	15-40	26-25	25-35		
1	2	3							
15-40	26-25	25-35							

<p>1 При каком значении равнодействующей силы <math>R</math> во время разделения по плотности частицы всплывают, тонут, находятся во взвешенном состоянии</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th></th> <th>1</th> <th>2</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Всплывают</td> <td><math>R &lt; 0</math></td> <td><math>R &gt; 0</math></td> </tr> <tr> <td>Тонут</td> <td><math>R &gt; 0</math></td> <td><math>R &lt; 0</math></td> </tr> <tr> <td>Находятся во взвешенном состоянии</td> <td><math>R = 0</math></td> <td><math>R = 0</math></td> </tr> </tbody> </table>		1	2	Всплывают	$R < 0$	$R > 0$	Тонут	$R > 0$	$R < 0$	Находятся во взвешенном состоянии	$R = 0$	$R = 0$	<p>2 Оперативными параметрами регулирования процессами обогащения в сепараторах КНС являются</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Изменение положения дек.</li> <li>2. Изменение угла наклона сепаратора.</li> <li>3. Расход воды и удельная производительность</li> </ol>
	1	2											
Всплывают	$R < 0$	$R > 0$											
Тонут	$R > 0$	$R < 0$											
Находятся во взвешенном состоянии	$R = 0$	$R = 0$											
<p>3 Воздушный цикл безпоршневой отсадочной машины включает периоды</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Выпуск, впуск воздуха и пауза.</li> <li>2. Впуск и выпуск воздуха.</li> <li>3. Впуск воздуха и пауза.</li> </ol>	<p>4 Процесс обесшламливания угля применяют перед</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Классификацией угля на грохотах.</li> <li>2. Обогащением методом флотации.</li> <li>3. Обогащением в тяжелых средах и отсадке мелких классов.</li> </ol>												
<p>5 Флотацию разжиженных пульп применяют при</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Углей марки Г.</li> <li>2. Повышенном содержании в пульпе крупных частиц.</li> <li>3. Повышенном содержании в пульпе тонких шламов или необходимости регенерации оборотной воды.</li> </ol>	<p>6 Средний удельный расход воды на технологические нужды составляет (<math>\text{м}^3/\text{т}</math>)</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th></th> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> <th>4</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td>1–3</td> <td>3–4</td> <td>4–5</td> <td>5–6</td> </tr> </tbody> </table>		1	2	3	4		1–3	3–4	4–5	5–6		
	1	2	3	4									
	1–3	3–4	4–5	5–6									
<p>7 Какое оборудование в схемах углефабрик обозначает приведенное условное изображение ?</p>  <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Воздуходувка.</li> <li>2. Вакуум-насос.</li> <li>3. Насос.</li> </ol>	<p>8 При ополаскивании продуктов обогащения снижается их влажность (%)</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th></th> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Мелкий концентрат (класс 0,5–13 мм)</td> <td>0,5</td> <td>0,8</td> <td>1,1</td> </tr> <tr> <td>Шлам</td> <td>1,0</td> <td>1,5</td> <td>1,8</td> </tr> </tbody> </table>		1	2	3	Мелкий концентрат (класс 0,5–13 мм)	0,5	0,8	1,1	Шлам	1,0	1,5	1,8
	1	2	3										
Мелкий концентрат (класс 0,5–13 мм)	0,5	0,8	1,1										
Шлам	1,0	1,5	1,8										

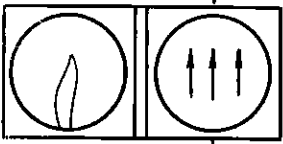
Контрольная карточка 34

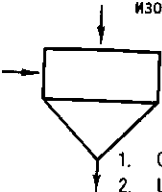
<p>1 Продукты гравитационного обогащения угля характеризуются плотностью разделения (<math>\text{кг/м}^3</math>)</p> <table border="1" data-bbox="67 192 471 377"> <thead> <tr> <th></th> <th>1</th> <th>2</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Концентрат</td> <td>&lt; 1400</td> <td>&lt; 1600</td> </tr> <tr> <td>Промпродукт</td> <td>1400–1800</td> <td>1600–2000</td> </tr> <tr> <td>Отходы</td> <td>&gt; 1800</td> <td>&gt; 2000</td> </tr> </tbody> </table>		1	2	Концентрат	< 1400	< 1600	Промпродукт	1400–1800	1600–2000	Отходы	> 1800	> 2000	<p>2 Струя воды поднимает все частицы над решетом отсадочной машины при скорости (<math>\text{м/с}</math>)</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Больше или равной конечной скорости падения в воде наиболее крупных и тяжелых частиц.</li> <li>2. Не менее 2 <math>\text{м/с}</math>.</li> </ol>
	1	2											
Концентрат	< 1400	< 1600											
Промпродукт	1400–1800	1600–2000											
Отходы	> 1800	> 2000											
<p>3 Оптимальный размер пузырьков воздуха в механических флотомашинах (<math>\text{мм}</math>)</p> <table border="1" data-bbox="67 577 471 669"> <thead> <tr> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> <th>4</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0,5–0,8</td> <td>0,8–1</td> <td>1–1,5</td> <td>1,5–2</td> </tr> </tbody> </table>	1	2	3	4	0,5–0,8	0,8–1	1–1,5	1,5–2	<p>4 Разгрузочные камеры при пылеулавливании применяют для</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Завершающего этапа очистки газов.</li> <li>2. Увеличения скорости движения потока газов.</li> <li>3. Предварительной очистки газов с тем, чтобы обеспечить эффективную работу последующих аппаратов газоочистки.</li> </ol>				
1	2	3	4										
0,5–0,8	0,8–1	1–1,5	1,5–2										
<p>5 Какое оборудование в схемах углефабрик обозначает приведенное условное изображение ?</p>  <p>1. Железнодорожный вагон. 2. Яму привозных углей. 3. Весы вагонные.</p>	<p>6 Засорение концентрата посторонними фракциями в сепараторах КНС не должно превышать (%)</p> <table border="1" data-bbox="533 924 958 1047"> <thead> <tr> <th></th> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Для крупного угля</td> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>Для мелкого угля</td> <td>2</td> <td>3</td> <td>5</td> </tr> </tbody> </table>		1	2	3	Для крупного угля	1	2	3	Для мелкого угля	2	3	5
	1	2	3										
Для крупного угля	1	2	3										
Для мелкого угля	2	3	5										
<p>7 Центрифугированием называется процесс</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Отделение твердых частиц от жидкости на простых перегородках.</li> <li>2. Отделение твердых частиц от жидкости под действием центробежных сил.</li> <li>3. Отделение твердых частиц от жидкости за счет центробежных сил вращающегося материала.</li> </ol>	<p>8 Допустимое содержание твердого в оборотной воде углеобогатительных фабрик (<math>\text{г/л}</math>)</p> <table border="1" data-bbox="533 1324 958 1409"> <thead> <tr> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> <th>4</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>30–40</td> <td>40–60</td> <td>60–80</td> <td>80–100</td> </tr> </tbody> </table>	1	2	3	4	30–40	40–60	60–80	80–100				
1	2	3	4										
30–40	40–60	60–80	80–100										

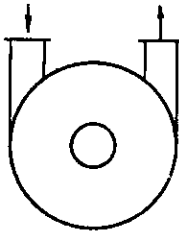
<p>1 Гравитационными методами обогащения являются</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Обогащение в тяжелых средах, в противоточных и пневматических сепараторах, отсадка.</li> <li>2. Обогащение в тяжелых средах, отсадка, флотация и в гидроциклонах.</li> </ol>	<p>2 Независимо от крупности частицы в отсадочной машине разделяются по плотности при</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Переходе восходящей струи на нисходящую.</li> <li>2. Восходящей струе.</li> <li>3. Нисходящей струе.</li> </ol>												
<p>3 Удельный расход воды (<math>\text{м}^3/\text{т}</math>) при обогащении в сепараторах КНС при колебаниях производительности</p> <table border="1" data-bbox="82 539 466 677"> <thead> <tr> <th></th> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>&lt; 10 %</td> <td>2-3</td> <td>3,5-4,5</td> <td>4-6</td> </tr> <tr> <td>&gt; 10 %</td> <td>3-4</td> <td>5-6</td> <td>6-8</td> </tr> </tbody> </table>		1	2	3	< 10 %	2-3	3,5-4,5	4-6	> 10 %	3-4	5-6	6-8	<p>4 Какой пылеуловитель в качестве II ступени очистки рационально применять при содержании в высушиваемом угле до 65 % класса 0-1 мм?</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Мокрый пылеуловитель.</li> <li>2. Циклон.</li> <li>3. Батарейный пылеуловитель.</li> </ol>
	1	2	3										
< 10 %	2-3	3,5-4,5	4-6										
> 10 %	3-4	5-6	6-8										
<p>5 Какое оборудование в схемах углефабрик обозначает приведенное условное изображение ?</p>  <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Бак оборотной воды.</li> <li>2. Сгуститель радиальный.</li> <li>3. Сместитель суспензии.</li> </ol>	<p>6 Средний удельный расход флокулянта должен составлять (<math>\text{г}/\text{т}</math>)</p> <table border="1" data-bbox="569 924 932 1016"> <thead> <tr> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> <th>4</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>10-20</td> <td>20-30</td> <td>30-60</td> <td>60-90</td> </tr> </tbody> </table>	1	2	3	4	10-20	20-30	30-60	60-90				
1	2	3	4										
10-20	20-30	30-60	60-90										
<p>7 Равномерность распределения воздуха по камере механической флотомашины зависит от</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Степени аэрации и расхода засасываемого воздуха.</li> <li>2. Частоты вращения импеллера, конструкции статора и камеры.</li> <li>3. Всех перечисленных факторов.</li> </ol>	<p>8 Оптимальный удельный расход воды на ополаскивание составляет (<math>\text{м}^3/\text{т}</math>)</p> <table border="1" data-bbox="518 1262 953 1493"> <thead> <tr> <th></th> <th>1</th> <th>2</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Крупный концентрат</td> <td>0-25</td> <td>0,5-0,35</td> </tr> <tr> <td>Мелкий концентрат</td> <td>0,25-0,35</td> <td>0,35-0,45</td> </tr> <tr> <td>Шлам</td> <td>0,75-1,0</td> <td>1,0-1,5</td> </tr> </tbody> </table>		1	2	Крупный концентрат	0-25	0,5-0,35	Мелкий концентрат	0,25-0,35	0,35-0,45	Шлам	0,75-1,0	1,0-1,5
	1	2											
Крупный концентрат	0-25	0,5-0,35											
Мелкий концентрат	0,25-0,35	0,35-0,45											
Шлам	0,75-1,0	1,0-1,5											

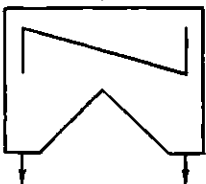
<p>1 Гравитационное обогащение применяется для углей крупностью (мм)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0,5-300</td> <td>0-300</td> <td>0-150</td> </tr> </tbody> </table>	1	2	3	0,5-300	0-300	0-150	<p>2 Продолжительность пребывания угля в барабанных термических сушилках (мин)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>5-15</td> <td>15-40</td> <td>40-50</td> </tr> </tbody> </table>	1	2	3	5-15	15-40	40-50
1	2	3											
0,5-300	0-300	0-150											
1	2	3											
5-15	15-40	40-50											
<p>3 Уплотнение осадка в сгустителе с осадкоуплотнителем происходит</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Под действием специального уплотнителя.</li> <li>2. За счет конусности нижней части.</li> <li>3. Под действием давления сил тяжести твердых частиц, вызывающих движение жидкости вверх.</li> </ol>	<p>4 Интенсивность перемешивания пульпы во флотомашине ограничивается с целью недопущения</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Выноса в концентрат породных частиц.</li> <li>2. Повышения расхода электроэнергии.</li> <li>3. Отрыва крупнозернистых частиц углей от пузырьков воздуха.</li> </ol>												
<p>5 Какое оборудование в схемах углефабрик обозначает приведенное условное изображение ?</p>  <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Электромагнитный уловитель металла.</li> <li>2. Магнитный сепаратор.</li> <li>3. Фильтр-пресс.</li> </ol>	<p>6 Ограничение скорости нисходящей струи в отсадочной машине достигают</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Прекращением подачи воздуха.</li> <li>2. Плавным выпуском воздуха.</li> <li>3. Непрерывной подачей воды под решето машины.</li> </ol>												
<p>7 При пневматическом обогащении засорение концентрата посторонними фракциями не должно превышать (%)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Разделение на 2 продукта</td> <td>2-4</td> <td>4-10</td> <td>10-12</td> </tr> <tr> <td>Разделение на 3 продукта</td> <td>1-3</td> <td>2-5</td> <td>5-8</td> </tr> </tbody> </table>		1	2	3	Разделение на 2 продукта	2-4	4-10	10-12	Разделение на 3 продукта	1-3	2-5	5-8	<p>8 Главную часть центрифуги, вращающейся вокруг вертикально или горизонтально расположенной оси, называют</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Статором.</li> <li>2. Барабаном.</li> <li>3. Конусом.</li> <li>4. Ротором.</li> </ol>
	1	2	3										
Разделение на 2 продукта	2-4	4-10	10-12										
Разделение на 3 продукта	1-3	2-5	5-8										



<p>1 Простейшую оценку работы гравитационной машины дает</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Определение зольности продуктов и сравнение их с установленными нормами.</li> <li>2. Расслоение в тяжелых жидкостях продуктов обогащения и сравнение содержания в них посторонних фракций с установленными нормами.</li> </ol>	<p>2 В результате многократного повторения циклов отсадки исходный материал расслаивается</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. По плотности.</li> <li>2. По крупности.</li> <li>3. По плотности и крупности.</li> </ol>																
<p>3 При пневматическом обогащении засорение отходов посторонними фракциями не должно превышать (%) при разделении</p> <table border="1" data-bbox="77 600 481 723"> <thead> <tr> <th></th> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>На 2 продукта</td> <td>3-10</td> <td>5-12</td> <td>8-16</td> </tr> <tr> <td>На 3 продукта</td> <td>2-6</td> <td>3-9</td> <td>6-10</td> </tr> </tbody> </table>		1	2	3	На 2 продукта	3-10	5-12	8-16	На 3 продукта	2-6	3-9	6-10	<p>4 Схемой цепи аппаратов называют</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Изображение аппаратного оснащения обогатительных фабрик, отражающее последовательность установки машин и аппаратов.</li> <li>2. Изображение последовательности технологических операций.</li> </ol>				
	1	2	3														
На 2 продукта	3-10	5-12	8-16														
На 3 продукта	2-6	3-9	6-10														
<p>5 При пониженном содержании твердого в исходной пульпе флотации необходимо</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Повысить интенсивность перемешивания пульпы.</li> <li>2. Снизить интенсивность перемешивания пульпы.</li> <li>3. Увеличить подачу воздуха.</li> </ol>	<p>6 Из шламовых отстойников осадок удаляют при влажности не более (%)</p> <table border="1" data-bbox="533 931 906 1054"> <thead> <tr> <th></th> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Угольный шлам</td> <td>25</td> <td>35</td> <td>40</td> </tr> <tr> <td>Отходы флотации</td> <td>35</td> <td>45</td> <td>50</td> </tr> </tbody> </table>		1	2	3	Угольный шлам	25	35	40	Отходы флотации	35	45	50				
	1	2	3														
Угольный шлам	25	35	40														
Отходы флотации	35	45	50														
<p>7 Какое оборудование в схемах углефабрик обозначает приведенное условное изображение ?</p>  <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Приборы контроля температуры и давления в сушилках.</li> <li>2. Сушилка термическая с топкой.</li> <li>3. Диспетчерский пульт управления.</li> </ol>	<p>8 На грохотах при обезвоживании продуктов обогащения возможно обеспечить влажность (%)</p> <table border="1" data-bbox="523 1262 968 1478"> <thead> <tr> <th></th> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Крупный концентрат</td> <td>10-12</td> <td>8-15</td> <td>6-12</td> </tr> <tr> <td>Мелкий концентрат</td> <td>18-20</td> <td>14-18</td> <td>10-14</td> </tr> <tr> <td>Шлам</td> <td>25-30</td> <td>23-25</td> <td>22-23</td> </tr> </tbody> </table>		1	2	3	Крупный концентрат	10-12	8-15	6-12	Мелкий концентрат	18-20	14-18	10-14	Шлам	25-30	23-25	22-23
	1	2	3														
Крупный концентрат	10-12	8-15	6-12														
Мелкий концентрат	18-20	14-18	10-14														
Шлам	25-30	23-25	22-23														

<p>1 Наиболее важными свойствами магнетитовой суспензии являются</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Плотность, вязкость, устойчивость.</li> <li>2. Содержание утяжелителя и шлама в водной среде.</li> <li>3. Плотность утяжелителя и шлама.</li> </ol>	<p>2 Подача воздуха в пневматический сепаратор должна обеспечить</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Расслоение исходного питания по крупности.</li> <li>2. Вынос из сепаратора тонких частиц.</li> <li>3. Текучесть постели по всей площади деки.</li> </ol>																
<p>3 Исходный материал в отсадочной машине перемещается в горизонтальном направлении в результате воздействия</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Транспортной воды.</li> <li>2. Транспортной и подрешетной воды.</li> <li>3. Порций загружаемого материала, транспортной и подрешетной воды.</li> </ol>	<p>4 Технологической схемой называются</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Изображение аппаратного оснащения углефабрики.</li> <li>2. Изображение последовательности технологических операций и движения потоков продуктов переработки.</li> <li>3. Изображение потоков угля, жидкости и воздуха.</li> </ol>																
<p>5 Какое оборудование в схемах углефабрик обозначает приведенное условное изображение ?</p>  <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Сгустительную воронку.</li> <li>2. Циклон-пылеуловитель.</li> </ol> <p>3. Гидроциклон тяжелосредный обогатительный.</p>	<p>6 Режим водно-шламового хозяйства считается нормальным при значениях показателя циркуляции</p> <table border="1" data-bbox="538 947 927 1116"> <thead> <tr> <th></th> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Антрациты</td> <td>0,36</td> <td>0,40</td> <td>0,50</td> </tr> <tr> <td>Коксовые угли</td> <td>0,45</td> <td>0,55</td> <td>0,65</td> </tr> <tr> <td>Газовые угли</td> <td>0,50</td> <td>0,70</td> <td>0,75</td> </tr> </tbody> </table>		1	2	3	Антрациты	0,36	0,40	0,50	Коксовые угли	0,45	0,55	0,65	Газовые угли	0,50	0,70	0,75
	1	2	3														
Антрациты	0,36	0,40	0,50														
Коксовые угли	0,45	0,55	0,65														
Газовые угли	0,50	0,70	0,75														
<p>7 Ухудшение качества продуктов флотации может быть вызвано</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Недостаточной аэрацией пульпы.</li> <li>2. Черезмерной аэрацией пульпы.</li> <li>3. Общими перечисленными факторами.</li> </ol>	<p>8 Технологическую эффективность центрифуг характеризует фактор разделения, показывающий</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Степень снижения влажности продукта.</li> <li>2. Отношение центробежной силы к силе тяжести.</li> <li>3. Отношение ускорения под действием центробежной силы к ускорению свободного падения.</li> </ol>																

<p>1 Плотность рабочей суспензии зависит от</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Плотности утяжелителя и его содержания.</li> <li>2. Плотности утяжелителя и шлама, их содержания.</li> <li>3. Плотности утяжелителя и его granulometric composition.</li> </ol>	<p>2 Нижние слои постели, состоящие из тяжелых мелких частиц, удаляются из отсадочной машины</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Через разгрузочную щель.</li> <li>2. С переливными водами через порог.</li> <li>3. Через отверстия в решетках.</li> </ol>								
<p>3 Недостаточная подача воздуха в пневматический сепаратор вызывает</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ускоренное прохождение исходного угля по сепаратору.</li> <li>2. Затруднение выноса пыли из сепаратора.</li> <li>3. Ухудшение разрыхления постели и ее текучесть.</li> </ol>	<p>4 Какое оборудование в схемах углефабрик обозначает приведенное условное изображение ?</p>  <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Вакуум-насос.</li> <li>2. Воздуходувку.</li> <li>3. Компрессор.</li> </ol>								
<p>5 Качественно-количественной технологической схемой называют</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Изображение технологической схемы с качественно-количественным отражением результатов работы машин и аппаратов.</li> <li>2. Изображение технологической схемы с качественной и количественной характеристикой потоков, исходного угля и продуктов обогащения.</li> </ol>	<p>6 Взрывоопасная пылевоздушная смесь возникает при концентрации взвешенной в воздухе пыли более (г/м<sup>3</sup>)</p> <table border="1" data-bbox="518 939 973 1024"> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>10</td> <td>20</td> <td>30</td> <td>40</td> </tr> </tbody> </table>	1	2	3	4	10	20	30	40
1	2	3	4						
10	20	30	40						
<p>7 Временем флотации называют</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Продолжительность прилипания частиц к пузырьку воздуха и подъем их в пенный продукт.</li> <li>2. Продолжительность пребывания пульпы во флотомашине.</li> <li>3. Продолжительность пребывания частицы в одной камере.</li> </ol>	<p>8 Осадительное центрифугирование осуществляется в центрифугах</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Со сплошными стенками ротора.</li> <li>2. С перфорированным ротором.</li> <li>3. С ротором, вращающимся вокруг вертикальной оси.</li> </ol>								

<p>1 Допустимое содержание шлама (класса 0–1 мм) при заданной плотности суспензии (%)</p> <table border="1" data-bbox="62 177 492 392"> <thead> <tr> <th>Плотность суспензии кг/м<sup>3</sup>:</th> <th>1</th> <th>2</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1600</td> <td>300</td> <td>400</td> </tr> <tr> <td>1800</td> <td>200</td> <td>300</td> </tr> <tr> <td>2000</td> <td>100</td> <td>150</td> </tr> </tbody> </table>	Плотность суспензии кг/м <sup>3</sup> :	1	2	1600	300	400	1800	200	300	2000	100	150	<p>2 Верхние слои постели удаляются из отсадочной машины</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Через разгрузочную щель первой камеры.</li> <li>2. Вместе с водой, переливающейся через порог.</li> <li>3. Через разгрузочную щель второй камеры.</li> </ol>
Плотность суспензии кг/м <sup>3</sup> :	1	2											
1600	300	400											
1800	200	300											
2000	100	150											
<p>3 Повышенная подача воздуха в пневматический сепаратор вызывает</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ухудшение выгрузки продуктов из сепаратора.</li> <li>2. Образование в постели вздутий, промоин, фонтанов.</li> <li>3. Повышенный унос пыли.</li> </ol>	<p>4 Какое оборудование в схемах углефабрик обозначает приведенное условное изображение ?</p>  <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Пульподелитель.</li> <li>2. Аппарат кондиционирования пульпы.</li> <li>3. Классификатор.</li> </ol>												
<p>5 В шнековых центрифугах выгрузка осадка происходит благодаря</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Неподвижных скребков шнекообразной формы.</li> <li>2. Вибрации ротора.</li> <li>3. Вращающегося внутри ротора шнека.</li> </ol>	<p>6 Шламовые бассейны используют для</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Организации обратного водоснабжения.</li> <li>2. Складирования шламов.</li> <li>3. Приема вод при внезапных остановках фабрик или очистки емкостей.</li> </ol>												
<p>7 Как называют условное изображение на технологических схемах углебогатительных фабрик потоков, машин и аппаратов отрезками линии ?</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Условной схемой.</li> <li>2. Упрощенной схемой.</li> <li>3. "Палочной" схемой.</li> </ol>	<p>8 В механических флотомашинных оптимальное время флотации составляет (мин)</p> <table border="1" data-bbox="549 1278 901 1362"> <thead> <tr> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> <th>4</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>2–5</td> <td>5–9</td> <td>9–11</td> <td>11–13</td> </tr> </tbody> </table>	1	2	3	4	2–5	5–9	9–11	11–13				
1	2	3	4										
2–5	5–9	9–11	11–13										

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

---

1. *Артюшин С. П.* Сборник задач по обогащению углей.— М., Недра, 1979.
2. *Волошин А. П., Рыбников С. Е.* Экономика, организация и планирование на углеобогатительных и брикетных фабриках.— М., Недра, 1984.
3. *Гройсман С. И.* Технология обогащения углей.— М., Недра, 1987.
4. *Данилов И. Д.* Секреты программируемого микрокалькулятора.— М., Наука, 1986.
5. *Кипнис Ш. Ш.* Технический контроль на углеобогатительных фабриках.— М., Недра, 1985.
6. *Навроцки Е.* Графо-аналитические методы оценки работы гравитационных аппаратов.— М., Недра, 1980.
7. *Рогинский Ф. Н.* Решение задач горного производства с применением программируемых калькуляторов.— М., Недра, 1987.
8. *Руденко К. Г., Шамаханов М. М.* Обезвоживание и пылеулавливание.— М., Недра, 1981.
9. *Справочник по обогащению углей/Под ред. И. С. Благова, А. М. Коткина, Л. С. Зарубина.*— М., Недра, 1984.
10. *Филиппов В. А.* Технология сушки и термоаэроклассификации углей.— М., Недра, 1987.

Поправочные коэффициенты для расчета производительности инерционных грохотов

Коэффициент	Условия грохочения									
	Содержание в исходном питании частиц крупностью менее половины размера отверстий сита, %									
m (влияние мелочи)	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90
	—	0,7	0,8	0,9	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0
Содержание в исходном питании избыточных зерен, %										
n (влияние крупных частиц)	10	20	25	30	40	50	60	70	80	90
	0,94	0,97	1,0	1,03	1,09	1,18	1,32	1,55	2,0	3,36

## Приложение 2

## Удельная производительность инерционных грохотов

Размер отверстий сита, мм	6	8	10	13	25	50	75	100
Удельная производительность, т/(м <sup>2</sup> ·ч)	11,8	14,1	16,1	18,9	27,9	33,7	43,6	53,2

## Приложение 3

## Значение интеграла вероятности Гаусса

$$F(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^x e^{-\frac{x^2}{2}} dx$$

x	F(x)	x	F(x)	x	F(x)
-3,60	0,0001	-3,45	0,0003	-3,30	0,0005
-3,59	0,0002	-3,44	0,0003	-3,29	0,0005
-3,58	0,0002	-3,43	0,0003	-3,28	0,0005
-3,57	0,0002	-3,42	0,0003	-3,27	0,0005
-3,56	0,0002	-3,41	0,0003	-3,26	0,0006
-3,55	0,0002	-3,40	0,0003	-3,25	0,0006
-3,54	0,0002	-3,39	0,0004	-3,24	0,0006
-3,53	0,0002	-3,38	0,0004	-3,23	0,0006
-3,52	0,0002	-3,37	0,0004	-3,22	0,0006
-3,51	0,0002	-3,36	0,0004	-3,21	0,0007
-3,50	0,0002	-3,35	0,0004	-3,20	0,0007
-3,49	0,0002	-3,34	0,0004	-3,19	0,0007
-3,48	0,0003	-3,33	0,0004	-3,18	0,0007
-3,47	0,0003	-3,32	0,0004	-3,17	0,0008
-3,46	0,0003	-3,31	0,0005	-3,16	0,0008

$x$	$F(x)$	$x$	$F(x)$	$x$	$F(x)$
-3,15	0,0008	-2,61	0,0045	-2,07	0,0192
-3,14	0,0008	-2,60	0,0047	-2,06	0,0197
-3,13	0,0009	-2,59	0,0048	-2,05	0,0202
-3,12	0,0009	-2,58	0,0049	-2,04	0,0207
-3,11	0,0009	-2,57	0,0051	-2,03	0,0212
-3,10	0,0010	-2,56	0,0052	-2,02	0,0217
-3,09	0,0010	-2,55	0,0054	-2,01	0,0222
-3,08	0,0010	-2,54	0,0055	-2,00	0,0228
-3,07	0,0011	-2,53	0,0057	-1,99	0,0233
-3,06	0,0011	-2,52	0,0059	-1,98	0,0239
-3,05	0,0011	-2,51	0,0060	-1,97	0,0244
-3,04	0,0012	-2,50	0,0062	-1,96	0,0250
-3,03	0,0012	-2,49	0,0064	-1,95	0,0256
-3,02	0,0013	-2,48	0,0066	-1,94	0,0262
-3,01	0,0013	-2,47	0,0068	-1,93	0,0268
-3,00	0,0014	-2,46	0,0069	-1,92	0,0274
-2,99	0,0014	-2,45	0,0071	-1,91	0,0281
-2,98	0,0014	-2,44	0,0073	-1,90	0,0287
-2,97	0,0015	-2,43	0,0076	-1,89	0,0294
-2,96	0,0015	-2,42	0,0078	-1,88	0,0301
-2,95	0,0016	-2,41	0,0080	-1,87	0,0307
-2,94	0,0016	-2,40	0,0082	-1,86	0,0314
-2,93	0,0017	-2,39	0,0084	-1,85	0,0322
-2,92	0,0018	-2,38	0,0087	-1,84	0,0329
-2,91	0,0018	-2,37	0,0089	-1,83	0,0336
-2,90	0,0019	-2,36	0,0091	-1,82	0,0344
-2,89	0,0019	-2,35	0,0094	-1,81	0,0351
-2,88	0,0020	-2,34	0,0096	-1,80	0,0359
-2,87	0,0021	-2,33	0,0099	-1,79	0,0367
-2,86	0,0021	-2,32	0,0102	-1,78	0,0375
-2,85	0,0022	-2,31	0,0104	-1,77	0,0384
-2,84	0,0023	-2,30	0,0107	-1,76	0,0392
-2,83	0,0023	-2,29	0,0110	-1,75	0,0401
-2,82	0,0024	-2,28	0,0113	-1,74	0,0409
-2,81	0,0025	-2,27	0,0116	-1,73	0,0418
-2,80	0,0026	-2,26	0,0119	-1,72	0,0427
-2,79	0,0026	-2,25	0,0122	-1,71	0,0436
-2,78	0,0027	-2,24	0,0125	-1,70	0,0446
-2,77	0,0028	-2,23	0,0129	-1,69	0,0455
-2,76	0,0029	-2,22	0,0132	-1,68	0,0465
-2,75	0,0030	-2,21	0,0136	-1,67	0,0475
-2,74	0,0031	-2,20	0,0139	-1,66	0,0485
-2,73	0,0032	-2,19	0,0143	-1,65	0,0495
-2,72	0,0033	-2,18	0,0146	-1,64	0,0505
-2,71	0,0034	-2,17	0,0150	-1,63	0,0516
-2,70	0,0035	-2,16	0,0154	-1,62	0,0526
-2,69	0,0036	-2,15	0,0158	-1,61	0,0537
-2,68	0,0037	-2,14	0,0162	-1,60	0,0548
-2,67	0,0038	-2,13	0,0166	-1,59	0,0559
-2,66	0,0039	-2,12	0,0170	-1,58	0,0571
-2,65	0,0040	-2,11	0,0174	-1,57	0,0582
-2,64	0,0041	-2,10	0,0179	-1,56	0,0594
-2,63	0,0043	-2,09	0,0183	-1,55	0,0606
-2,62	0,0044	-2,08	0,0188	-1,54	0,0618

$x$	$F(x)$	$x$	$F(x)$	$x$	$F(x)$
-1,53	0,0630	-0,99	0,1611	-0,45	0,3264
-1,52	0,0643	-0,98	0,1635	-0,44	0,3300
-1,51	0,0655	-0,97	0,1660	-0,43	0,3336
-1,50	0,0668	-0,96	0,1685	-0,42	0,3372
-1,49	0,0681	-0,95	0,1711	-0,41	0,3409
-1,48	0,0694	-0,94	0,1736	-0,40	0,3446
-1,47	0,0708	-0,93	0,1762	-0,39	0,3483
-1,46	0,0721	-0,92	0,1788	-0,38	0,3520
-1,45	0,0735	-0,91	0,1814	-0,37	0,3557
-1,44	0,0749	-0,90	0,1841	-0,36	0,3594
-1,43	0,0764	-0,89	0,1867	-0,35	0,3632
-1,42	0,0778	-0,88	0,1894	-0,34	0,3669
-1,41	0,0793	-0,87	0,1922	-0,33	0,3707
-1,40	0,0808	-0,86	0,1949	-0,32	0,3745
-1,39	0,0823	-0,85	0,1977	-0,31	0,3783
-1,38	0,0838	-0,84	0,2005	-0,30	0,3821
-1,37	0,0853	-0,83	0,2033	-0,29	0,3859
-1,36	0,0869	-0,82	0,2061	-0,28	0,3897
-1,35	0,0885	-0,81	0,2090	-0,27	0,3936
-1,34	0,0901	-0,80	0,2118	-0,26	0,3974
-1,33	0,0918	-0,79	0,2148	-0,25	0,4013
-1,32	0,0934	-0,78	0,2177	-0,24	0,4052
-1,31	0,0951	-0,77	0,2206	-0,23	0,4090
-1,30	0,0968	-0,76	0,2236	-0,22	0,4129
-1,29	0,0985	-0,75	0,2266	-0,21	0,4168
-1,28	0,1003	-0,74	0,2296	-0,20	0,4207
-1,27	0,1020	-0,73	0,2327	-0,19	0,4247
-1,26	0,1038	-0,72	0,2358	-0,18	0,4286
-1,25	0,1056	-0,71	0,2389	-0,17	0,4325
-1,24	0,1075	-0,70	0,2420	-0,16	0,4364
-1,23	0,1093	-0,69	0,2451	-0,15	0,4404
-1,22	0,1112	-0,68	0,2483	-0,14	0,4443
-1,21	0,1131	-0,67	0,2514	-0,13	0,4483
-1,20	0,1151	-0,66	0,2546	-0,12	0,4522
-1,19	0,1170	-0,65	0,2578	-0,11	0,4562
-1,18	0,1190	-0,64	0,2611	-0,10	0,4602
-1,17	0,1210	-0,63	0,2643	-0,09	0,4641
-1,16	0,1230	-0,62	0,2676	-0,08	0,4681
-1,15	0,1251	-0,61	0,2709	-0,07	0,4721
-1,14	0,1271	-0,60	0,2743	-0,06	0,4761
-1,13	0,1292	-0,59	0,2776	-0,05	0,4801
-1,12	0,1314	-0,58	0,2810	-0,04	0,4840
-1,11	0,1335	-0,57	0,2843	-0,03	0,4880
-1,10	0,1357	-0,56	0,2877	-0,02	0,4920
-1,09	0,1379	-0,55	0,2912	-0,01	0,4960
-1,08	0,1401	-0,54	0,2946	0	0,5000
-1,07	0,1423	-0,53	0,2981	0,01	0,5040
-1,06	0,1446	-0,52	0,3015	0,02	0,5080
-1,05	0,1469	-0,51	0,3050	0,03	0,5120
-1,04	0,1492	-0,50	0,3085	0,04	0,5160
-1,03	0,1515	-0,49	0,3121	0,05	0,5199
-1,02	0,1539	-0,48	0,3156	0,06	0,5239
-1,01	0,1562	-0,47	0,3192	0,07	0,5279
-1,00	0,1587	-0,46	0,3228	0,08	0,5319



$x$	$F(x)$	$x$	$F(x)$	$x$	$F(x)$
0,09	0,5359	0,63	0,7357	1,17	0,8790
0,10	0,5398	0,64	0,7389	1,18	0,8810
0,11	0,5436	0,65	0,7422	1,19	0,8830
0,12	0,5478	0,66	0,7454	1,20	0,8849
0,13	0,5517	0,67	0,7486	1,21	0,8869
0,14	0,5557	0,68	0,7517	1,22	0,8888
0,15	0,5596	0,69	0,7549	1,23	0,8907
0,16	0,5636	0,70	0,7580	1,24	0,8925
0,17	0,5675	0,71	0,7611	1,25	0,8924
0,18	0,5714	0,72	0,7642	1,26	0,8962
0,19	0,5753	0,73	0,7673	1,27	0,8980
0,20	0,5793	0,74	0,7704	1,28	0,8997
0,21	0,5832	0,75	0,7734	1,29	0,9015
0,22	0,5871	0,76	0,7764	1,30	0,9032
0,23	0,5910	0,77	0,7794	1,31	0,9049
0,24	0,5948	0,78	0,7823	1,32	0,9066
0,25	0,5987	0,79	0,7852	1,33	0,9082
0,26	0,6026	0,80	0,7881	1,34	0,9099
0,27	0,6064	0,81	0,7910	1,35	0,9115
0,28	0,6103	0,82	0,7939	1,36	0,9131
0,29	0,6141	0,83	0,7967	1,37	0,9147
0,30	0,6179	0,84	0,7995	1,38	0,9162
0,31	0,6217	0,85	0,8023	1,39	0,9177
0,32	0,6255	0,86	0,8051	1,40	0,9192
0,33	0,6293	0,87	0,8078	1,41	0,9207
0,34	0,6331	0,88	0,8106	1,42	0,9222
0,35	0,6368	0,89	0,8133	1,43	0,9236
0,36	0,6406	0,90	0,8159	1,44	0,9251
0,37	0,6443	0,91	0,8186	1,45	0,9265
0,38	0,6480	0,92	0,8212	1,46	0,9279
0,39	0,6517	0,93	0,8238	1,47	0,9292
0,40	0,6554	0,94	0,8264	1,48	0,9306
0,41	0,6591	0,95	0,8289	1,49	0,9319
0,42	0,6628	0,96	0,8315	1,50	0,9332
0,43	0,6664	0,97	0,8340	1,51	0,9345
0,44	0,6700	0,98	0,8365	1,52	0,9357
0,45	0,6736	0,99	0,8389	1,53	0,9370
0,46	0,6772	1,00	0,8413	1,54	0,9382
0,47	0,6808	1,01	0,8438	1,55	0,9394
0,48	0,6844	1,02	0,8461	1,56	0,9406
0,49	0,6879	1,03	0,8485	1,57	0,9418
0,50	0,6915	1,04	0,8508	1,58	0,9429
0,51	0,6950	1,05	0,8531	1,59	0,9441
0,52	0,6985	1,06	0,8554	1,60	0,9452
0,53	0,7019	1,07	0,8577	1,61	0,9463
0,54	0,7054	1,08	0,8599	1,62	0,9474
0,55	0,7088	1,09	0,8621	1,63	0,9484
0,56	0,7123	1,10	0,8643	1,64	0,9495
0,57	0,7157	1,11	0,8665	1,65	0,9505
0,58	0,7190	1,12	0,8686	1,66	0,9515
0,59	0,7224	1,13	0,8708	1,67	0,9525
0,60	0,7257	1,14	0,8729	1,68	0,9535
0,61	0,7291	1,15	0,8749	1,69	0,9545
0,62	0,7324	1,16	0,8770	1,70	0,9554

$x$	$F(x)$	$x$	$F(x)$	$x$	$F(x)$
1,71	0,9564	2,25	0,9878	2,79	0,9974
1,72	0,9573	2,26	0,9881	2,80	0,9974
1,73	0,9582	2,27	0,9884	2,81	0,9975
1,74	0,9591	2,28	0,9887	2,82	0,9976
1,75	0,9599	2,29	0,9890	2,83	0,9977
1,76	0,9608	2,30	0,9893	2,84	0,9977
1,77	0,9616	2,31	0,9896	2,85	0,9978
1,78	0,9625	2,32	0,9898	2,86	0,9979
1,79	0,9633	2,33	0,9901	2,87	0,9979
1,80	0,9641	2,34	0,9904	2,88	0,9980
1,81	0,9649	2,35	0,9906	2,89	0,9981
1,82	0,9656	2,36	0,9909	2,90	0,9981
1,83	0,9664	2,37	0,9911	2,91	0,9982
1,84	0,9671	2,38	0,9913	2,92	0,9982
1,85	0,9678	2,39	0,9916	2,93	0,9983
1,86	0,9686	2,40	0,9918	2,94	0,9984
1,87	0,9693	2,41	0,9920	2,95	0,9984
1,88	0,9699	2,42	0,9922	2,96	0,9985
1,89	0,9706	2,43	0,9924	2,97	0,9985
1,90	0,9713	2,44	0,9927	2,98	0,9986
1,91	0,9719	2,45	0,9929	2,99	0,9986
1,92	0,9726	2,46	0,9931	3,00	0,9986
1,93	0,9732	2,47	0,9932	3,01	0,9987
1,94	0,9738	2,48	0,9934	3,02	0,9987
1,95	0,9744	2,49	0,9936	3,03	0,9988
1,96	0,9750	2,50	0,9938	3,04	0,9988
1,97	0,9756	2,51	0,9940	3,05	0,9989
1,98	0,9761	2,52	0,9941	3,06	0,9989
1,99	0,9767	2,53	0,9943	3,07	0,9989
2,00	0,9772	2,54	0,9945	3,08	0,9990
2,01	0,9778	2,55	0,9946	3,09	0,9990
2,02	0,9783	2,56	0,9948	3,10	0,9990
2,03	0,9788	2,57	0,9949	3,11	0,9991
2,04	0,9793	2,58	0,9951	3,12	0,9991
2,05	0,9798	2,59	0,9952	3,13	0,9991
2,06	0,9803	2,60	0,9953	3,14	0,9992
2,07	0,9808	2,61	0,9955	3,15	0,9992
2,08	0,9812	2,62	0,9956	3,16	0,9992
2,09	0,9817	2,63	0,9957	3,17	0,9992
2,10	0,9821	2,64	0,9959	3,18	0,9993
2,11	0,9826	2,65	0,9960	3,19	0,9993
2,12	0,9830	2,66	0,9961	3,20	0,9993
2,13	0,9834	2,67	0,9962	3,21	0,9993
2,14	0,9838	2,68	0,9963	3,22	0,9994
2,15	0,9842	2,69	0,9964	3,23	0,9994
2,16	0,9846	2,70	0,9965	3,24	0,9994
2,17	0,9850	2,71	0,9966	3,25	0,9994
2,18	0,9854	2,72	0,9967	3,26	0,9994
2,19	0,9857	2,73	0,9968	3,27	0,9995
2,20	0,9861	2,74	0,9969	3,28	0,9995
2,21	0,9864	2,75	0,9970	3,29	0,9995
2,22	0,9868	2,76	0,9971	3,30	0,9995
2,23	0,9871	2,77	0,9972	3,31	0,9995
2,24	0,9875	2,78	0,9973	3,32	0,9996

$x$	$F(x)$	$x$	$F(x)$	$x$	$F(x)$
3,33	0,9996	3,43	0,9997	3,53	0,9998
3,34	0,9996	3,44	0,9997	3,54	0,9998
3,35	0,9996	3,45	0,9997	3,55	0,9998
3,36	0,9996	3,46	0,9997	3,56	0,9998
3,37	0,9996	3,47	0,9997	3,57	0,9998
3,38	0,9996	3,48	0,9997	3,58	0,9998
3,39	0,9996	3,49	0,9998	3,59	0,9998
3,40	0,9997	3,50	0,9998	3,60	0,9999
3,41	0,9997	3,51	0,9998	> 3,60	1,0000
3,42	0,9997	3,52	0,9998		

## Приложение 4

## Поправочные коэффициенты на форму частиц

$f$	$k_p$	$k_a$	$k_c$	$f$	$k_p$	$k_a$	$k_c$
0,40	0,30	0,40	0,63	0,65	0,44	0,65	0,81
0,45	0,33	0,45	0,67	0,70	0,47	0,70	0,84
0,50	0,35	0,50	0,71	0,75	0,51	0,75	0,87
0,55	0,38	0,55	0,74	0,80	0,56	0,80	0,89
0,60	0,41	0,60	0,78	0,85	0,62	0,85	0,92

## Приложение 5

## Удельная производительность отсадочных машин типа ОМ

Удельная производительность, $t/(m^2 \cdot ч)$	Категория обогатимости угля		
	легкая	средняя	трудная
По крупному углю	18—22	14—17	12—14
По мелкому углю	15—18	12—15	10—12
По неклассифицированному углю	20—25	16—20	—
По контрольной отсадке	5—10	5—10	5—10
По отходам (фракция > 1800 $kg/m^3$ )			
крупного класса	7—10	6—8	6—8
мелкого класса	4—7	3—5	3—5

## Приложение 6

Эффективность грохочения  $E$  при массовой доле внешней влаги до 3%

Удельная производи- тельность, $t/(ч \cdot m^2)$	Размер отверстий сита, мм			
	6 × 6	10 × 10	13 × 13	25 × 25 (50 × 50)
6	98	—	—	—
8	92	—	—	—
10	84	98	—	—
12	—	94	98	—
14	—	88	94	—

Удельная производи- тельность, т/(ч·м <sup>2</sup> )	Размер отверстий сита, мм			
	6×6	10×10	13×13	25×25 (50×50)
16	—	84	92	—
18	—	—	88	98
20	—	—	84	96
22	—	—	—	94
24	—	—	—	92
26	—	—	—	88
28	—	—	—	86
30	—	—	—	84

## Приложение 7

## Удельные производительности обезвоживающих аппаратов

Аппарат	Рабочая площадь сита, м <sup>2</sup>	Обезвоживаемый материал	Размер щели сит, мм			
			1,0		0,5	
			$q$ , т/(м <sup>2</sup> ·ч)	$q_1$ , м <sup>3</sup> /(м <sup>2</sup> ·ч)	$q$ , т/(м <sup>2</sup> ·ч)	$q_1$ , м <sup>3</sup> /(м <sup>2</sup> ·ч)
Сита предвари- тельного обез- воживания	—	Крупный и мелкий класс	—	50—60	—	30—40
СД-1	0,95	Мелкий класс и шлам	—	150	—	—
СД-2А	1,9	То же	—	200	—	—
СДО-3	3,0	»	—	200	—	—
ГК-3	3,0	Мелкий класс	До 24	До 84	—	—
ГК-6	6,0	То же	До 25	До 84	—	—

## Приложение 8

## Удельные производительности обезвоживающих грохотов

Продукт	$q$ , т/(м <sup>2</sup> ·ч)	$q_1$ , м <sup>3</sup> /(м <sup>2</sup> ·ч)
---------	-----------------------------	---

## Обезвоживание

Крупный класс > 13 (10) мм грохота: односитного двухситного	18—20	60—70
	34—40	60—70
Мелкий класс < 13 (10) мм грохота: односитного двухситного	10—12	60—70
	20—24	60—70
Шлам	2—3	—

## Сброс суспензии и обезвоживание

Класс, мм:		
25—200	11,3—13,3	—
13—200	9,5—11,0	—
6—50	6,6—7,5	—

Продукт	$q$ , т/(м <sup>2</sup> ·ч)	$q_1$ , м <sup>3</sup> /(м <sup>2</sup> ·ч)
6—25	6,1—6,6	—
0,5—25	4,7—5,0	—
0,5—13(10)	4,0—4,5	—

## Приложение 9

Допустимые значения относительных поправок  $\Delta X/X_{cp}$ 

Крупность продукта рассортировки, мм	По зольности	По влаге	По сере
> 25	0,25	0,17	0,20
25—13	0,25	0,17	0,20
13—6	0,25	0,17	0,20
> 6 (обогащенный)	0,20	0,15	0,20
6—0	0,15	0,15	0,20

Примечание. Предельные нормы показателей качества продуктов рассортировки устанавливаются прибавлением к средней норме ( $X_{cp}$ ) поправки ( $\Delta X$ ), учитывающей колебания показателей качества в отгруженной продукции за истекший период. Поправки определяются как разность между максимальным и средним значениями данного показателя качества ( $\Delta X = X_{max} - X_{cp}$ ). При этом отношение  $\Delta X/X_{cp}$  не должно превышать значений, приведенных в прил. 9.

## Приложение 10

## Характеристика шламов при обогащении углей

Операция	Машинный класс, мм	Выход шлама, % исходного питания, при содержании класса 0—0,5 (т)		
		>20	10—20	<10
Обогащение в тяжелых суспензиях	> 13	2	1—2	1
	< 13 (25)	2	1—2	1
Отсадка угля: крупного	> 13 (10)	5	3	1,5
	< 13 (10)	10—15	5—10	3—5
мелкого и неклассифицированного контрольная	< 13 (10)	7—10	5—7	3—5
	13—100	10	6—8	4—5
Дробление промпродукта				

## Приложение 11

Значение погрешности разделения  $I$  для различных обогатительных машин

Тип машины	Крупность угля, мм	$I$
Отсадочные типа ОМ: крупного угля	> 13 (10)	0,12—0,16
	< 13 (10)	0,14—0,20
Отсадочные типа ОМА	6—250	0,12
	0,5—75	0,18—0,25
Пневматические сепараторы		

Удельный расход воды  $l$  в различных операциях

Операция	Размер отверстий сита, мм	Удельный расход воды $l$ , м <sup>3</sup> /т
Мокрое грохочение и обесшламливание	25	0,8
	13	1,2
	10	1,4
	6	1,8
Обесшламливание при сухом грохочении	25	0,5
	13	0,8—1,0
	10	1,0—1,2
	6	1,2—1,6
Отмывка магнетита от класса, мм:	6—25	1,4
	6—50	1,2
	13(10)—50	1,1
	13—100 и более	1,0
	25—100 —»—	0,8

Массовая доля влаги  $W'_f$  в продуктах обогащения

Продукт	Класс, мм	Аппарат для обезвоживания	$W'_f$ , %
Надрешетный	> 13(10)	Грохот для мокрого грохочения	9—10
Обесшламленный	< 13(10)	Грохот	18—20
Концентрат:	> 13(10)	»	7—9
	< 13(10)	»	15—18
Промпродукт	> 13(10)	Центрифуга	7—9
	< 13(10)	Элеватор	12—14
		»	18—20
Отходы	—	Центрифуга	8—9
	—	Элеватор	13—25
Шлам	—	Бункер	11—14
	< 1	Грохот	23—27
Флотационный концентрат	< 0,5	Центрифуга	23—24
		Вакуум-фильтр	21—23
Отходы флотации	—	Центрифуга	26—29
		Центрифуга	25—35

Коэффициент  $k_M$  при массовой доле влаги более 3%

Размер отверстий сита, мм	Массовая доля внешней влаги, %					
	3,0	4,0	4,5	5,0	6,0	> 6
6 × 6	1	0,75	0,65	0,60	0,50	—
10 × 10	1	0,85	0,70	0,65	0,56	—
13 × 13	1	0,90	0,75	0,70	0,65	—
25 × 25 (50 × 50)	1	1	0,95	0,92	0,90	0,8

Примечание. При мокрой классификации с ополаскиванием принимают  $k_M = 1$ .

Массовая доля влаги в  $W_n$  (%) в непромытых продуктах обогащения различных классов

Класс, мм	$W_n$	Класс, мм	$W_n$
0,5—10	45	13—100	7,5
6—25	18	13—150	7
6—50	13	25—100	6,5
10—50	11	25—150	6
13—50	9	25—200	5

Предельно допустимое содержание  $P$  (кг/м<sup>3</sup>) магнетита в суспензии при обогащении

Плотность суспензии, кг/м <sup>3</sup>	Уголь	Антрацит	Плотность суспензии, кг/м <sup>3</sup>	Уголь	Антрацит
1400	355	—	1800	945	905
1500	505	435	1900	1095	1065
1600	645	595	2000	1245	1225
1700	795	745	2100	—	1375

Расход воды  $W$  (м<sup>3</sup>/т) при обогащении угля

Операция	$W$	Операция	$W$
Отсадка угля: крупного мелкого и контрольная неклассифицированного	3—4	Обезвоживание на грохотах: крупного концентрата мелкого » шлама	0—0,25
	2,5—3		0,2—0,3
	3—4		0,3—1,0

## ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ПРОГРАММИРОВАНИИ НА КАЛЬКУЛЯТОРАХ

Программируемый микрокалькулятор (ПМК) состоит из арифметически-логического блока обработки данных, управляющего устройства, памяти для программы и данных, устройства ввода и вывода, которые предназначены для выполнения вычислений как в счетном, так и программном режимах.

Одна из моделей программируемых микрокалькуляторов, используемая при расчетах, «Электроника БЗ-34», имеет программную память для 98 команд и 14 ячеек дополнительной памяти для чисел. Все внешние устройства калькулятора расположены на внешней панели. У калькулятора «Электроника БЗ-34» — это клавиатура и два переключателя (см. рис. 27). Левый переключатель предназначен для включения калькулятора в сеть. При переводе его в крайнее правое

положение на индикаторе загорается 0, калькулятор готов к работе. Правый переключатель используется при вычислениях тригонометрических функций. Он имеет два положения: Р—Г. При установке переключателя на Р аргумент тригонометрических функций должен вводиться с единицей измерения радиан, а при установке на Г—градус.

### Работа на калькуляторе «Электроника БЗ-34»

**Счетный режим.** Счетный режим включает ввод чисел, арифметические действия над ними, вычисление специальных функций, считывание результата. Программируемый микрокалькулятор (ПМК) готов к работе в счетном режиме сразу после подачи напряжения, когда на индикаторе загорается 0. При работе в счетном режиме для запоминания промежуточных результатов могут использоваться регистры дополнительной памяти калькулятора.

**Клавиатура калькулятора** (см. рис. 27). Для удобства пользования клавиатура калькулятора окрашена в четыре цвета. Черным цветом окрашены клавиши ввода чисел и префиксная клавиша *F*. Красная клавиша *C<sub>x</sub>* служит для сброса чисел. Голубые клавиши предназначены для выполнения различных действий над числами. Серые клавиши являются логическими или управляющими и используются при программировании. При работе в счетном режиме из них используются только клавиши ИП и П.

Микрокалькулятор устроен так, что каждая клавиша выполняет две или три функции. Принцип разделения функций следующий: действия, указанные непосредственно на клавишах, выполняются прямым их нажатием; для выполнения действий, записанных красным цветом на панели калькулятора над клавишами, нужно предварительно нажать префиксную клавишу *F*; префиксные клавиши ИП и П служат для обращения к регистрам дополнительной памяти. Перечень функций, реализуемых с помощью клавиатуры при работе в счетном режиме, приведен в табл. 1.

Т а б л и ц а 1

#### Перечень функций, реализуемых с помощью клавиатуры

Клавиша	Функция		
	при прямом нажатии клавиши	при предварительном нажатии префиксной клавиши <i>F</i>	при предварительном нажатии префиксных клавиш П, ИП
7	Вызов цифр: 7	Вычисление: синуса	Обращение к ячейке 7 дополнительной памяти
8	8	косинуса	То же, к ячейке 8
9	9	тангенса	То же, к ячейке 9



Клавиша	Функция		
	при прямом нажатии клавиши	при предварительном нажатии префиксной клавиши $F$	при предварительном нажатии префиксных клавиш П, ИП
×	Умножение	Квадрат числа	Нет функции
+	Сложение	Вызов числа	То же
4	Вызов цифр: 4	Вычисление:	Обращение к ячейке дополнительной памяти 4
5	5		То же, к ячейке 5
6	6		То же, к ячейке 6
÷	Деление	Обратного числа	Нет функции
—	Вычитание	Извлечение квадратного корня	То же
1	Вызов цифр: 1	Вычисление: экспоненты	Обращение к ячейке дополнительной памяти 1
2	2	десятичного логарифма	То же, к ячейке 2
3	3	натурального логарифма	То же, к ячейке 2
$\frac{x}{y}$ →	Обмен числами в регистрах $X$ ; $Y$	произвольного числа $x$ в степени $y$	Нет функции
↑	Пересылка числа из регистра $X$ в регистр $Y$	Вызов в регистр $X$ второго операнда после выполнения арифметического действия	То же
0	Вызов цифры 0	Вычисление $10^x$	Обращение к ячейке дополнительной памяти 0
,	Десятичная запятая	Обращение к стековой памяти	То же, к ячейке $A$
/-/	Знак отрицательного числа	Нет функции	То же, к ячейке $B$

Клавиша	Функция		
	при прямом нажатии клавиши	при предварительном нажатии префиксной клавиши <i>F</i>	при предварительном нажатии префиксных клавиш П, ИП
ВП	Префиксная клавиша ввода порядка	То же	То же, к ячейке С
$C_x$	Сброс числа	»	То же, к ячейке D

*Представление чисел.* В ПМК числа могут быть представлены в естественном и нормализованном видах. В естественном виде число может занимать до восьми позиций. Десятичная запятая отдельной позиции не требует. Следовательно, в естественном виде наименьшее положительное число 0,0000001, наибольшее 99999999.

*Точность вычислений.* В современных ЭВМ числа могут быть представлены как целые или действительные. Целые числа не имеют дробной части. Действительные числа могут иметь дробную часть. В результате действий над ними в ЭВМ они могут получать приближенные значения. В ПМК числа представляются и вычисляются как действительные. Точные результаты получаются только при выполнении простых арифметических действий и при условии, что результат занимает не более восьми позиций. Поэтому если результат вычислений имеет шесть девяток после запятой, его нужно округлить до целого числа. Например, вычислим  $2^3$  с помощью функции  $Fx^y$ . Результат 7,9999993 является приближением числа 8.

*Нормализованное представление чисел.* В нормализованном виде число представляется в виде  $M \cdot 10^A$ , где  $M$  — мантисса числа;  $A$  — порядок. При этом в ПМК мантисса всегда записывается так, что целая часть ее более 1, но менее 10. Число 125,4 после нормализации будет представлено как  $1,254 \cdot 10^2$ ; дробное число 0,00037 будет представлено как  $3,7 \cdot 10^{-4}$ . Наибольшее значение порядка 99, наименьшее — 99. Нормализация чисел происходит автоматически в процессе ввода данных и вычислений. Вместе с тем числа с порядком могут вводиться в калькулятор непосредственно пользователем.

*Ввод чисел* производится с помощью черных цифровых клавиш 0—9 и десятичной запятой. Если число отрицательное, то после его ввода нужно нажать голубую клавишу  $/-/$ . Например, число  $-25,4$  вводится последовательным нажатием клавиш 2, 5, , , 4 и  $/-/$ . При вводе числа с порядком необходимо после ввода числа и его знака нажать голубую клавишу ВП (ввод порядка) и затем с помощью цифровых клавиш набрать необходимый порядок. Знак порядка  $/-/$  набирается после ввода порядка. Примеры ввода чисел с порядком: число  $25 \cdot 10^3$  вводится нажатием клавиш 2, 5, ВП, 3; число  $-25 \cdot 10^{-3}$  — нажатием клавиш 2, 5,  $/-/$ , ВП, 3,  $/-/$ . Таким образом,

общая последовательность ввода чисел: число, знак числа, порядок числа, знак порядка.

*Индикация чисел.* Индикатор микрокалькулятора имеет 12 позиций (табл. 2).

Т а б л и ц а 2

**Позиции индикатора микрокалькулятора**

Позиция	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Назначение			Число (мантисса числа)									Порядок числа

*Исправление неправильно введенного числа.* Нажатием красной клавиши С набранное число, включая его порядок и знаки числа и порядка, сбрасывается, после чего набирается правильное число. Исправление порядка не требует сброса числа. Оно производится нажатием цифровых клавиш правильного порядка. При этом предыдущая запись смещается влево и затем исчезает. Например, нужно набрать  $5 \cdot 10^{14}$ . В действительности нажаты клавиши 5, ВП, 4, в результате чего на индикаторе в позициях 11 и 12 высветился порядок 04. Для исправления продолжаем нажимать клавиши 1, 4. В результате нажатия клавиши 1 имеем на индикаторе порядок 41, клавиши 4 — порядок 14. Исправление неправильно набранного знака числа или порядка производится повторным нажатием клавиши /-/. Такое исправление возможно только сразу после неправильного набора знака.

*Регистры памяти ПМК.* Регистром называется блок ЭВМ, предназначенный для промежуточного хранения чисел в процессе выполнения операций. ПМК имеет регистры операционные и дополнительной памяти.

*Операционные регистры.* Калькулятор имеет два операционных регистра, названных условно X и Y. Регистр X служит для ввода чисел и их индикации. В регистр число попадает из регистра X после нажатия клавиши ↑. Вместе с тем, число остается в регистре X и высвечивается на индикаторе. Оно исчезает из регистра X после ввода в него второго числа.

Необходимость двух операционных регистров связана с тем, что большинство действий выполняются над двумя числами (сложение, вычитание, умножение, деление, возведение в степень). В регистре Y находится одно из чисел. При вычитании — это уменьшаемое, а при делении — делимое (числитель дроби), при возведении в степень — показатель степени. Следовательно, если нужно разделить 6 на 2, то в регистре Y должно быть 6, а в регистре X — 2. Если числа будут расположены по-другому, то получим операцию деления 2:6.

Клавиша  $\overleftarrow{xu}$  позволяет производить обмен чисел в операционных регистрах X и Y в соответствии с содержанием выполняемой операции.

При выполнении цепных вычислений (см. «Цепные вычисления в счетном режиме») нажать клавишу  $\uparrow$  требуется только после ввода первого числа. Пересылка результата вычислений в регистр  $Y$  осуществляется автоматически после ввода в регистр  $X$  очередного числа. Чтобы вычислить  $(2+3)4$ , нужно последовательно нажать клавиши 2,  $\uparrow$ , 3, +, 4,  $\times$ .

Применение клавиши  $\uparrow$  не требуется также, если числа вводятся в операционные регистры из дополнительной памяти. Например, нужно перемножить 9 на число 8, находящееся в ячейке дополнительной памяти. Нажимаем клавиши 9, ИП, 8,  $\times$ . Результат читаем на индикаторе.

При одноместных операциях, выполняемых над одним числом (вычисление  $\sin x$ ,  $\cos x$ ,  $x^2$ ,  $\sqrt{x}$  и т. д.), результат вычислений будет оставаться в регистре  $X$ . Ранее засланное в регистр  $Y$  число не теряется.

*Регистры дополнительной памяти.* Калькулятор «Электроника БЗ-34» имеет 14 ячеек дополнительной оперативной памяти. Они заблокированы с цифровой клавиатурой 1—9, а также с нижним рядом клавиш. Соответственно регистры дополнительной памяти получили название (построчно слева направо и сверху вниз): 7, 8, 9, 4, 5, 6, 1, 2, 3, 0,  $A$ ,  $B$ ,  $C$ ,  $D$ , причем указанные четыре буквы подписаны на панели под соответствующими клавишами.

Числа заполняются в следующей последовательности: ввод числа в регистр  $X$ , нажатие клавиши П (память) и клавиши ячейки памяти. Например, для запоминания числа 12 в ячейке 4 последовательно нажимаем 1, 2, П, 4. Если запоминаемое число уже находится в регистре  $X$ , ввод его в ячейку дополнительной памяти производится нажатием только клавиш П и ячейки памяти. Извлечение числа из ячейки дополнительной памяти производится нажатием клавиши ИП (извлечение из памяти) и клавиши ячейки памяти, в которой находится число.

Например, число 12 находится в ячейке 4. Нажимаем клавиши ИП, 4, на индикаторе получаем 12. Нажмем клавишу  $C_x$  и сбросим число 12 из регистра  $X$ . Повторим процедуру вызова числа из ячейки 4 и каждый раз будем получать число 12. Следовательно, в ячейке дополнительной памяти введенное число при извлечении его оттуда не исчезает. Для того чтобы стереть число в ячейке дополнительной памяти, нужно ввести в нее ноль (в рассматриваемом примере нажать клавиши 0, П, 4).

Полная очистка всех ячеек памяти производится также при отключении питания калькулятора.

*Простые арифметические действия.* К ним относятся операции сложения, вычитания, умножения, деления; выполняются они с помощью голубых клавиш +, -,  $\times$ ,  $\div$ . Особенностью калькулятора является использование принципа «обратной польской записи». Суть ее состоит в том, что вначале вводятся оба числа (операнда), затем знак операции. Традиционный знак «=» отсутствует. Для того чтобы

вычислить  $2+3$ , последовательно нажимают клавиши 2, 3, +. Поскольку клавиша  $\uparrow$  пересылки числа в регистр  $Y$  нажимается только после 1-го числа, то при цепных вычислениях в дальнейшем вводятся только числа и знаки операций. Например, нужно вычислить  $(2+3)5-6$ . Последовательно нажимаем клавиши 2,  $\uparrow$ , 3, +, 5,  $\times$ , 6, -. Результат 19.

**Вычисление специальных функций.** Выполняется с помощью микропрограмм. Функции надписаны на панели калькулятора над клавишами. Это тригонометрические функции  $\sin x$ ,  $\cos x$ ,  $\operatorname{tg} x$ , а также функции вычисления  $x^2$ ,  $1/x$ ,  $\sqrt{x}$ ,  $e^x$ ,  $\ln x$ ,  $\lg x$ ,  $10^x$ . Здесь везде под  $x$  подразумевается аргумент функции — число, находящееся в операционном регистре  $X$ . Общий порядок вычисления функций состоит в том, что вначале в регистр  $X$  вводится аргумент (число), затем нажимаются клавиша  $F$  и клавиша функции. Например, нужно вычислить  $\lg 2,3$ . Нажимаем последовательно клавиши 2, ', 3,  $F$ ,  $\lg$ . Результат  $\approx 0,3617$ . Перед вычислением тригонометрических функций необходимо установить переключатель  $P-\Gamma$  в положение в зависимости от того, в каких единицах измерения вводится аргумент ( $P$ —если аргумент в радианах,  $\Gamma$ —если в градусах). Примеры вычисления тригонометрических функций приведены в табл. 3.

Таблица 3

**Пример вычисления тригонометрических функций**

Функция	Числовой пример	Порядок набора клавиш	Положение переключателя	Результат (с округлением)
$\sin x$	30	3, 0, $F$ , $\sin$	$\Gamma$	0,5
$\operatorname{tg} x$	0,5	0, ', 5, $F$ , $\operatorname{tg}$	$P$	0,5463
$\arccos x$	0,5	0, ', 5, $F$ , $\arccos$	$\Gamma$	60,0
$\arccos \bar{x}$	0,5	0, ', 5, $F$ , $\arccos$	$P$	1,0472

Если аргумент задан в градусах, минутах и секундах, то нужно пересчитать минуты и секунды в десятичную дробь. Например, требуется вычислить  $\sin 20^\circ 5' 30''$ . Порядок вычисления аргумента в виде десятичной дроби:  $(30:60 + 5):60 + 20$ . Для этого нажимаем клавиши 3, 0, 6, 0,  $\div$ , 5, +, 6, 0,  $\div$ , 2, 0, +, в результате получаем  $20,091667^\circ$ . Затем нажимаем клавиши  $F$ ,  $\sin$  и получаем 0,3435 (с округлением).

Функция  $x^y$  позволяет возводить числа в произвольную степень, а также извлекать корни. При этом основание степени должно находиться в регистре  $X$ , а показатель — в регистре  $Y$ . Последовательность действий при возведении в степень: ввести показатель степени, нажать клавишу  $\uparrow$ , ввести основание степени, нажать клавиши  $F$ ,  $x^y$ . Допустим, требуется вычислить  $2^3$ . Нажимаем клавиши 3,  $\uparrow$ , 2,  $F$ ,  $x^y$ . Результат 7,9999993. Извлечение корня  $\sqrt[m]{a}$  можно записать как  $1/a^m$ . Например, необходимо извлечь корень  $\sqrt[3]{8}$ . Запишем это как  $8^{1/3}$ . Последовательность нажатия клавиш 3,  $F$ ,  $1/x$ , 8,  $F$ ,  $x^y$ .

Результат 2. Заметим, что здесь клавиша  $\uparrow$  для засылки показателя степени в регистр не требовалась, поскольку после засылки числа 3 была выполнена функция.

Сброс неправильно набранной клавиши  $F$  производится нажатием клавиши  $C_x$ .

*Запрещенные действия.* Калькулятор не выполняет следующие действия:

деление на нуль, включая функцию  $F\frac{1}{x}$ , если  $x=0$ ;

вычисление десятичного или натурального логарифма, если аргумент меньше или равен нулю;

извлечение корня квадратного (функция  $F\sqrt{\quad}$ ) из отрицательных чисел;

возведение в степень или извлечение корня с помощью функции  $Fx^y$ , если основание степени отрицательное или равно нулю. В то же время показатель степени может быть отрицательным числом или равняться нулю. Например, следует вычислить  $4^{-2}$ . Нажимаем клавиши 2, /-/,  $\uparrow$ , 4,  $F$ ,  $x^y$ , результат 0,0625; вычисление  $\operatorname{tg} x$ , если

$x = \frac{\pi}{2} \pm n\pi$  (в радианах), где  $n$  — целое число;

вычисление  $\operatorname{arcsin} x$  и  $\operatorname{arccos} x$ , если модуль  $|x| > 1$ .

При попытке выполнить запрещенные действия на индикаторе загорается сообщение об ошибке ЕГГОГ. Вслед за этим сообщением нужно очистить регистр  $X$  нажатием клавиши  $C_x$  и можно выполнять другие операции (ввод чисел, продолжить начатые цепные вычисления).

*Цепные вычисления в счетном режиме.* Вычисления, в которых последовательно обрабатываются более двух чисел, называются цепными. При выполнении цепных вычислений полезны следующие рекомендации:

для запоминания промежуточных результатов использовать дополнительную память;

при вычислении формулы, представленной дробью, вначале вычислить и запомнить знаменатель. Это исключит необходимость последующего обмена данными между регистрами  $X$  и  $Y$  с помощью клавиши  $\overleftarrow{x}y$ ;

если знаменатель представлен произведением нескольких простых сомножителей, удобно вначале вычислять числитель, затем последовательно делить его на каждый из сомножителей знаменателя;

если в формуле имеется выражение в виде корня (степени), целесообразно вначале вычислить подкоренное выражение (основание и показатель степени), взять корень (возвести число в степень), а затем уже выполнять простые арифметические действия;

возведение числа в степень, представленную целым числом, целесообразно выполнять умножением числа на себя или с помощью функции  $Fx^y$ . Время выполнения этих операций меньше, чем  $Fx^y$ . Кроме того, не образуется погрешность.

*Программирование* включает выявление исходных и выходных данных задачи, выбор порядка выполнения расчетов и собственно написание программы.

*Данные.* Данными называются числа, которые используются или получаются в результате вычислений. Различают данные исходные, которые вводятся в ПМК до начала вычислений или в процессе их; выходные, необходимые пользователю и получаемые в итоге вычислений; промежуточные, также получаемые в ходе вычислений, но пользователю непосредственно не нужные. Они предназначены для получения конечного результата (выходных данных).

*Типы исходных данных.* Исходные данные делятся на переменные и константы. Переменные — это символы в формуле, вместо которых могут быть подставлены любые числа (разумеется, соответствующие этим символам). Константами называются числа, входящие в состав формул. Например, число 100 (для перевода долей в %); 9, 81 — ускорение свободного падения; значения  $\pi$ ,  $e$  (основание натуральных логарифмов) и т. д.

*Массивы данных.* В инженерных расчетах каждая переменная обычно является простой — представляется одним числом. Отличительная черта экономических расчетов — данные чаще всего представляются в виде таблиц (массивов). Математически массив — это упорядоченная совокупность данных (элементов массива), обозначаемых одним символом (переменной) с индексом, указывающим место элемента в массиве. Например, массив данных о выполнении нормы выработки рабочими-сдельщиками. Он содержит номера рабочих и сведения о выполнении каждым из них нормы. Элементы массива  $P_i$ , где  $P$  — выполнение нормы,  $i$  — индекс, указывающий номер рабочего (порядковый номер элемента в массиве). Такой массив является одномерным.

Если каждый экономический объект характеризуется несколькими показателями, такой массив будет многомерным. В математике элементы многомерного массива принято обозначать символом с индексами, например  $x_{ij}$ . Может быть принят другой подход. Например, каждый показатель объекта обозначается своим символом. Соответственно массив будет состоять из совокупности переменных — показателей, относящихся к каждому объекту, и указания номера объекта. Например, цикл работ состоит из рабочих процессов. Каждый  $i$ -й рабочий процесс характеризуется тремя показателями: объемом  $q_i$ , нормой времени на единицу работ  $H_i$ , расценкой за единицу  $P_i$ .

*Размещение данных в памяти и ПМК.* Все входные, промежуточные и выходные данные, обрабатываемые в программном режиме, размещаются в ПМК по адресному принципу. Для этого используются адресуемые регистры дополнительной памяти. При недостатке памяти для хранения данных следует предусмотреть повторное использование высвобождающихся в процессе счета ячеек.

*Программа.* Программой называется совокупность команд, обеспечивающих обработку исходных данных в соответствии с выбранным

порядком вычислений вплоть до получения требуемого конечного числового результата. Результатом может быть также сообщение о невозможности получить требуемое решение.

**Команда.** Командой называется указание о действиях, которые необходимы для использования программы. Каждая команда реализует одну из следующих операций: вызов числа из памяти по заданному адресу, обработку чисел с помощью арифметических операций или специальных функций, логическую проверку, запоминание числа по заданному адресу. Программа включает также управляющие команды: останов вычислений, переход по заданному адресу программы, организация циклов, обращение к подпрограмме с возвратом в основную программу. Перечень операций, команд и их кодов, используемых при программировании для калькулятора «Электроника БЗ-34», приведен в табл. 4.

Таблица 4

Перечень операций, команд и кодов для калькулятора «Электроника БЗ-34»

Этап	Операция	Команда	Код	
1	2	3	4	
I	Операция вызова и запоминания чисел			
	Вызов числа из ячейки:			
	0	ИП0	60	
	1	ИП1	61	
	2	ИП2	62	
	3	ИП3	63	
	4	ИП4	64	
	5	ИП5	65	
	6	ИП6	66	
	7	ИП7	67	
	8	ИП8	68	
	9	ИП9	69	
	A	ИПА	6—	
	B	ИПВ	6L	
	C	ИПС	6□	
	D	ИПD	6Г	
		Запоминание числа в ячейке:		
	0	П0	40	
	1	П1	41	
	2	П2	42	
	3	П3	43	
	4	П4	44	
	5	П5	45	
	6	П6	46	
	7	П7	47	
	8	П8	48	
	9	П9	49	
	A	ПА	4—	
		Запоминание числа в ячейке:		
	B	ПВ	4L	
	C	ПС	4□	
	D	ПD	4Г	



Этап	Операция	Команда	Код
1	2	3	4
	Ввод цифры 0 программной командой	0	00
	» 1 »	1	01
	» 2 »	2	02
	» 3 »	3	03
	» 4 »	4	04
	» 5 »	5	05
	» 6 »	6	06
	» 7 »	7	07
	» 8 »	8	08
	» 9 »	9	09
	Ввод десятичной запятой	,	0-
	Вызов числа $\pi$	$F\pi$	20
	Команда, предшествующая вводу порядка числа	$ВП$	$0\overline{\square}$
	Ввод знака «-» для числа и порядка и изменение знака на обратный	/-/	$0\overline{\square}$
	Пересылка числа из регистра $X$ в регистр $Y$	$\uparrow$	0E
	Обмен числами между регистрами $X$ и $Y$	$\overleftarrow{xy}$ $\overrightarrow{xy}$	14
II	Арифметические операции		
	Сложение	+	10
	Вычитание	-	11
	Умножение	$\times$	12
	Деление	$\div$	13
III	Вычисление функций		
	Вычисление $10^x$	$F10^x$	15
	Вычисление:		
	экспоненты $x$	$Fe^x$	16
	десятичного логарифма $x$	$Flg$	17
	натурального логарифма $x$	$Fln$	18
	корня квадратного из $x$	$F\sqrt{x}$	21
	квадрата числа $x$	$Fx^2$	22
	числа, обратного $x$	$F1/x$	23
	Возведение числа $x$ в степень $y$	$x^y$	24
	Вычисление:		
	$\sin x$	$F\sin$	$1\overline{\square}$
	$\cos x$	$F\cos$	$1\overline{\square}$
	$\operatorname{tg} x$	$F\operatorname{tg}$	1E
	$\arcsin x$	$F\arcsin$	19
	$\arccos x$	$F\arccos$	$1-$
	$\operatorname{arctg} x$	$F\operatorname{arctg}$	$1\overline{\square}$
IV	Логические операции		
	Проверка условий:		
	$x < 0$	$Fx < 0$	$5\overline{\square}$
	$x = 0$	$Fx = 0$	5E
	$x \geq 0$	$Fx \geq 0$	59
	$x \neq 0$	$Fx \neq 0$	57
V	Управляющие команды		
	Организация цикла со счетчиком в ячейке:		

Этап	Операция	Команда	Код
1	2	3	4
	0	FL 0	5Г
	1	FL 1	5L
	2	FL 2	58
	3	FL 3	5—
	Останов	С/П	50
	Безусловный переход по адресу, указанному после данной команды	Б/П	51
	Возврат в основную программу после исполнения подпрограммы	В/О	52
	Обращение к подпрограмме по адресу, указанному после данной команды	ПП	53
	Нет операции	К НОП	54

*Адресный принцип программирования* состоит в том, что все команды программы записываются по конкретным адресам. Программная память имеет 98 адресов, которые пронумерованы двузначными числами 00, 01, 02, 03, ..., 97. Адреса команд в программе записываются с номера 00. Они могут записываться с любого другого большего номера, но это уменьшает размер программы. Поэтому с промежуточных номеров рекомендуется записывать только подпрограммы. Не допускается пропуск номеров команд или использование одного номера для адресации нескольких команд.

*Написание программы.* После того как исходные и выходные данные выявлены, выбраны ячейки памяти для их размещения и определен порядок выполнения расчетов, приступают к написанию программы. Программа записывается по форме:

Адрес	Команда	Комментарий
1	2	3

Адресация команд в графе 1 формы обязательна. Прежде всего она необходима для контроля за правильностью ввода программы в калькулятор. Во-вторых, без адресации невозможно организовать переходы в разветвляющихся, циклических и структурных программах.

Порядок записи команд в графе 2 определяется последовательностью выполнения операций, включая команды вызова и запоминания данных. По существу программу для микрокалькулятора можно представить как описание последовательности нажатия клавиш при выполнении расчетов в ручном режиме, но с условием, что данные вводятся через ячейки оперативной памяти, а также с добавлением некоторых управляющих команд.

Каждая программа заканчивается командой останова С/П. При отсутствии такой команды калькулятор будет работать без останова, причем результат вычислений на индикаторе получен не будет.

Заполнение графы 3 производится для того, чтобы сделать понятным содержание выполняемых операций. Это может понадобиться при отладке программы. Опыт показывает, что комментарий следует записывать не для каждой команды отдельно, а укрупненно, для группы команд, что делает описание более понятным.

*Ввод и вывод данных.* Исходные данные вводятся в ячейки дополнительной памяти до начала программных вычислений. Константы могут вводиться непосредственно с помощью программных команд. Так, командой *Ft* вызывается число  $\pi$ . Нажатием клавиши 2 вводится число 2 и т. д. Но каждая программная команда вводит только одну цифру или десятичную запятую. Для того чтобы ввести число 9,81, необходимо использовать четыре команды. Поэтому константы, состоящие более чем из двух — трех цифр, следует вводить через ячейки памяти.

При обработке массивов в связи с ограниченной памятью калькулятора исходные данные табличного характера вводятся построчно (пообъективно). Это позволяет выделять ячейки памяти по числу характеристик объектов.

Например, если каждый  $i$ -й объект характеризуется тремя показателями  $q_i$ ,  $N_i$ ,  $P_i$ , для них резервируются только три ячейки памяти. В них поочередно вводятся значения показателей отдельных объектов. Каждая введенная строка данных обрабатывается, после чего вводятся данные следующей строки (объекта). Для ввода данных очередного объекта программа предусматривает останов калькулятора.

Аналогично могут вводиться в процессе вычислений числовые значения простых переменных. Если выходной показатель один, то после вычислений он выводится на индикатор калькулятора. Если выходных показателей несколько, они не могут одновременно высветиться на индикаторе. В таком случае необходимо предусмотреть запоминание выходных данных в ячейках памяти. После останова вычислений эти данные извлекаются из памяти калькулятора с помощью клавиш ИП, 1, где 1 — номер ячейки.

*Линейные программы.* Программа, в которой все команды выполняются последовательно и без повторения, называется линейной.

*Разветвляющиеся программы.* В некоторых случаях ход вычислений может изменяться в зависимости от некоторого условия. Например, необходимо вычислить значение  $y$ , причем

$$y = \begin{cases} 3x, & \text{если } x < 1, \\ x, & \text{если } x \geq 1. \end{cases}$$

Разумеется, достаточно проверить одно из условий, например  $x < 1$ , и если это условие выполняется, вычислить  $y = 3x$ . Если же условие не выполняется, принять  $y = x$ .

Калькулятор допускает проверку четырех условий:  $x < 0$ ,  $x = 0$ ,  $x \geq 0$ ,  $x \neq 0$ . Поскольку эти команды записаны на панели калькулятора, то каждая из них реализуется нажатием двух клавиш: префиксной  $F$  и проверяемого условия. Соответственно в программе команды проверки условий записываются  $Fx < 0$ ,  $Fx = 0$ ,  $Fx \geq 0$ ,  $Fx \neq 0$ . Здесь  $x$  — символ проверяемого числа, находящегося в операционном регистре  $X$ .

Проверяемое число может предварительно вводиться в память калькулятора или получаться путем вычислений. С правой стороны проверяемого условия всегда должен стоять 0. Если в формулах для вычислений проверяемое условие записано в другой форме, оно должно быть предварительно приведено к допустимому виду путем соответствующих алгебраических преобразований. Кроме того, калькулятор не выполняет проверки условий  $x > 0$  и  $x \leq 0$ . Преобразование таких условий в допустимый вид производится умножением обеих частей неравенства на  $-1$ . Ниже даны некоторые примеры образований:

Исходное условие:

1.  $x < t$
2.  $y + x \geq 2$
3.  $x > 0$
4.  $x \leq t$

После приведения к допустимому виду:

$$\begin{aligned} x - t < 0 \\ y + x - 2 \geq 0 \\ -x < 0 \\ t - x \geq 0 \end{aligned}$$

В зависимости от выполнения условия вычисления производят по одному из двух направлений. Такой переход называется условным (в отличие от безусловного, выполняемого по заданному адресу независимо от каких-либо условий). Последовательность записи команд для реализации условного перехода следующая:

команды приведения проверяемого условия к допустимому виду и вычисления  $x$ ;

команда проверки условия;

адрес перехода — номер команды, с которой будут продолжены вычисления, если проверяемое условие не выполняется;

программа вычислений, если условие выполняется.

Разветвляющиеся программы могут использоваться для вычисления модуля числа, исключения деления на ноль. Для вычисления модуля числа последнее проверяется по условию  $x < 0$  и, если условие выполняется, число  $x$  умножается на  $(-1)$ . Для исключения деления на ноль проверяется условие  $x = 0$  и, если условие выполняется, деление на  $x$  не производится.

*Циклические программы.* Используются в случаях, когда вычисления по одним и тем же формулам повторяются несколько раз. Например, при обработке числовых массивов (таблиц) данные приходится вводить небольшими порциями; отдельно по каждому объекту. Формулы для обработки данных каждого объекта одинаковы, т. е. вычисления повторяются. Поэтому после ввода данных очередного объекта производится возврат к началу вычислений.

Для организации цикла в конце его может использоваться команда безусловного перехода БП, после которой указывается адрес команды начала цикла. Для ввода очередной «порции» данных нового цикла в этих программах предусматривается команда останова калькулятора С/П, которая может находиться в самом начале цикла или в конце, перед командой безусловного перехода БП.

Если число циклов заранее известно, то в качестве управляющих для организации циклов могут использоваться команды *FL0*, *FL1*, *FL2*, *FL3*. При использовании команды *FL0* в ячейку 0 вводится число *n* — число циклов. По команде *FL0* происходит обращение к ячейке 0. При каждом обращении содержимое ячейки автоматически уменьшается на 1 и производится сравнение остатка с нулем. Если остаток в ячейке 0 больше нуля, то осуществляется переход к началу цикла или другому указанному месту программы. Для этого после команды *FL0* записывается адрес перехода. Если же содержимое ячейки 0 равно нулю, т. е. все *n* циклов закончены, выполняется команда, записанная в программе сразу за адресом перехода.

*Примеры записи программ с циклами.* Допустим, цикл начинается с адреса 05

Цикл с командой безусловного перехода		Цикл с командой-счетчиком	
Адрес	Команда	Адрес	Команда
05	} Тело цикла	05	} Тело цикла
06		...	
...		...	
...		С/П	
...		БП	
...	05	...	С/П
		...	<i>FL0</i>
		...	05

Команды *FL1*, *FL2*, *FL3* реализуются аналогично команде *FL0* с той разницей, что число выполняемых циклов заносится в ячейки 1, 2 или 3 (соответственно).

*Программы вычислений сумм.* Программа вычисления суммы конечного числа слагаемых является частным случаем циклической программы. Слагаемые или исходные данные для их вычитания вводятся в цикле или вычисляются по заданной программе. По мере суммирования слагаемых результат накапливается в специально выделенной ячейке. До начала вычислений эта ячейка должна быть очищена, для чего в нее засылается число 0.

*Структурные программы.* Структурной программой называется программа, состоящая из основной программы и одной или нескольких подпрограмм. В качестве подпрограмм выделяются вычисления, которые повторяются несколько раз. Если эти вычисления включать непосредственно в состав программы каждый раз, когда они требуются, то программа может получиться слишком длинной. Программа содержит обращение к подпрограмме. В том месте программы, где

необходимо вызвать подпрограмму, указывается команда ПП и за ней адрес, с которого начинается подпрограмма. В свою очередь, подпрограмма завершается командой В/О, которая осуществляет возврат к тому месту основной программы, с которого началось выполнение подпрограммы.

В качестве примера можно обратиться к программе задачи 293, которая содержит подпрограмму с адреса 32 по 41. В ряде случаев подпрограммы предусматривают обработку данных, которые должны находиться в определенных ячейках памяти. Поэтому до обращения к такой подпрограмме необходимо данные переслать в нужные ячейки памяти.

### Работа на калькуляторе «Электроника БЗ-34» в программном режиме

*Порядок работы на калькуляторе в программном режиме.* Работа в программном режиме включает три этапа:

- запись программы в программную память калькулятора;
- тестирование и отладку программы на контрольном примере;
- счет по программе.

Управляющие и отладочные команды, используемые при работе в программном режиме, следующие:

<i>Операция</i>	<i>Команда</i>
Перевод калькулятора в режим записи программы .....	F, ПРГ
Перевод калькулятора из режима записи программы в счетный	F, АВТ
Сдвиг программы в режиме записи влево (на адрес меньше) .....	←ШГ
Сдвиг программы в режиме записи вправо (на адрес больше)	→ШГ
Вызов программной памяти с адреса 00 .....	В/О
Вызов программной памяти с адреса .....	БП
Запуск калькулятора для вычислений в программном режиме	С/П
Пошаговый прогон вычислений по программе .....	ПП
Аварийный останов калькулятора при вычислениях в программном режиме .....	C <sub>x</sub>

*Перевод калькулятора в режим записи программы.* Для перевода калькулятора в режим записи программы с адреса 00 необходимо нажать клавиши В/О, F, ПРГ. В результате на индикаторе в позициях 11—12 высветится 00. Если программа или подпрограмма вводится с адреса  $i \neq 00$ , то нужно нажать клавиши БП,  $i$ , F, ПРГ, где  $i$ —адрес команды, с которой начинается запись программы (подпрограммы).

*Ввод программы.* Производится после перевода калькулятора в режим записи программы нажатием клавиш команд в последовательности, в которой они записаны в ней. При этом на индикаторе будут высвечиваться четыре двухзначных числа:

Позиция	1	2 3	4	5 6	7	8 9	10	11 12
Число		A		B		C		i

Число  $i$  показывает адрес команды, которую предстоит набрать. Число  $A$  — код последней введенной команды,  $B$  и  $C$  — коды ранее введенных команд (коды команд см. табл. 4). По мере ввода программы адреса команд  $i$  увеличиваются, а коды команд сдвигаются вправо. После окончания ввода программы нужно нажать клавиши  $F$ , АВТ. При этом калькулятор возвратится в счетный режим. На индикаторе высветится число, которое было до начала ввода программы. Программа хранится в памяти калькулятора до тех пор, пока вместо нее не будет записана другая. Программа полностью стирается при отключении калькулятора. При введенной программе на калькуляторе можно выполнять любые вычисления в счетном режиме. Программа при этом не нарушается.

*Контроль правильности ввода программы.* В процессе ввода программы следует контролировать, чтобы номера адресов команд на индикаторе соответствовали записанным в тексте. Соответствие состоит в том, что на индикаторе должен высвечиваться адрес  $i$ , на единицу больший адреса последней введенной команды. Если такого соответствия нет, следует прежде всего проверить отсутствие ошибок в нумерации адресов команд в тексте программы. Если нумерация команд в программе правильная, то ошибка допущена при ее вводе (пропущена команда, если на индикаторе адрес меньше положенного, или набрана лишняя команда, если на индикаторе адрес больше положенного).

*Устранение ошибок при вводе программы.* В верхнем ряду клавиатуры имеются две клавиши  $\overline{\text{ШГ}}$  и  $\overline{\text{ШГ}}$ , при нажатии которых программа сдвигается на одну команду. При нажатии клавиши  $\overline{\text{ШГ}}$  сдвиг происходит в сторону больших адресов, клавиши  $\overline{\text{ШГ}}$  — в сторону меньших. Если при вводе программы допущена ошибка и она сразу замечена, то с помощью клавиши  $\overline{\text{ШГ}}$  можно возвратиться на шаг назад и набрать правильную клавишу.

При программировании после команд условного и безусловного перехода, обращения к подпрограммам, счетчика цикла должен записываться адрес перехода. Номер адреса перехода всегда двузначный и набирается нажатием двух цифровых клавиш. Первой цифрой может быть ноль, например при адресе 06. В таких случаях нажимать клавишу 0 обязательно. Аналогично, если адрес перехода 00, то нужно дважды нажать клавишу 0. Двойное нажатие клавиш реализуется в виде одного числа только после команд перехода.

Если же цифровые клавиши нажимаются не в качестве адреса перехода, то каждое нажатие будет воспринято как вызов константы (числа). Как показывает опыт, при вводе адресов перехода возможны сбои, которые выражаются в том, что адрес вводится двумя числами. Например, после нажатия клавиш адреса перехода 06 на индикаторе может получиться два числа: 00 и 06. При выполнении программы число 00 будет воспринято как адрес перехода, а второе число — как команда ввода константы 6. Для исправления сбоя необходимо

дважды нажать клавишу  $\overline{\text{ШГ}}$ , снова набрать предшествующую переходу команду (БП, ПП,  $FL0$  и т. д.), затем правильный адрес.

*Контрольный пример.* Служит для проверки правильности ввода программы. Контрольный пример представляет собой набор исходных данных и результат вычислений, рассчитанный вручную или на калькуляторе в счетном режиме. Для разветвляющихся программ контрольный пример должен содержать исходные данные для проверки всех ее ветвей. Если программа включает операции суммирования, исходные данные должны быть представлены в виде массива, допускающего проверку правильности суммирования.

*Тестирование и отладка программы.* Тестирование (проверка правильности программы) в автоматическом режиме предусматривает ввод исходных данных и выполнение расчетов в соответствии с инструкцией, прилагаемой к программе. Совпадение результатов вычислений с результатами контрольного примера указывает на то, что программа введена в калькулятор правильно. Если результаты контрольного примера и вычислений не совпадают, программу следует набрать заново.

Для выявления ошибок в программе может быть использован метод пошагового прогона. Для этого нужно вручную (или на калькуляторе в счетном режиме) рассчитать результаты, которые будут получаться после исполнения каждой команды.

Для пошагового прогона программы вместо клавиши  $S/P$  нажимается клавиша ПП. После каждого нажатия клавиши ПП исполняется одна команда и на индикаторе высвечивается результат ее выполнения. Сопоставление получаемых результатов с табличными позволяет выявить место ошибки. Для устранения выявленной ошибки нужно нажать клавиши:  $F$ , ПРГ, ШГ (правильная клавиша согласно программе)  $F$ , АВТ, В/О. Затем пошаговый прогон для проверки повторяется снова (с начала программы) до полного устранения ошибок.

Пользователи, знакомые с кодами команд, приведенными в табл. 4, могут использовать следующий метод отладки программы:

а) нажать клавиши В/О,  $F$ , ПРГ для выхода к началу программы в режиме записи;

б) нажимать клавишу  $\overline{\text{ШГ}}$  и после каждого нажатия проверять соответствие кодов команд программе;

в) нажать клавишу  $\overline{\text{ШГ}}$  (клавиша правильной команды) при выявлении неправильной команды.

Пункты «б» и «в» продолжать до полной проверки программы. Затем нажать клавиши  $F$ , АВТ для перехода в счетный режим.

*Вычисления по программе.* Общая схема вычислений следующая:

а) нажать клавишу В/О, тем самым выйти на начало программы. Если программа записана с адреса  $i \neq 0$ , то нажать клавиши БП;

б) ввести нули в ячейки памяти, предназначенные для накопления сумм;

в) ввести исходные данные в ячейки дополнительной памяти;



г) запустить калькулятор нажатием клавиши С/П;

д) после останова вычислений считать результаты.

При обработке массивов данных пункты «в», «г», «д» повторяются до полного ввода и обработки всех данных.

Продолжительность программных вычислений определяется длиной программы и используемыми командами. В среднем на выполнение одной арифметической операции требуется 0,5 с, на вычисление функций — не более 2 с, на возведение в степень — не более 3,5 с.

Если в процессе работы калькулятора возникает необходимость аварийного останова, следует нажать клавишу F или C<sub>x</sub>. Калькулятор остановится (но не мгновенно, а после завершения очередной операции).

В начале работы с любой моделью программируемых микрокалькуляторов ознакомление с заводской инструкцией по эксплуатации обязательно.

#### Ответы к задачам

№ задачи	Ответ
1	85,0%
2	$\gamma_{\pi} = 75,2\%$ $\gamma_{\text{м}} = 4\%$ $\gamma_0 = 20,8\%$
3	93,1%
4	21,6%
5	75 мм; 37,5 мм; 19 мм
6	24 мм
7	14 кг
14	38,3%
15	42,3%
16	37,8%
17	59,2%
18	69,4%
19	16,1%
20	31°
21	5,27 м/с <sup>2</sup>
22	2,6 м/с <sup>2</sup>
23	0,179 м/с
24	47 мм
25	86,2%
26	73,8%
27	84,7%
29	200 т/ч
30	Один грохот
31	По верхнему сити 213 т/ч По нижнему сити 122 т/ч
34	2,5
35	8,8
36	80
37	96,2%
38	84,6%
39	80,4%
40	380 т/ч

№ задачи	Ответ
41	715 т/ч
43	50 кг, 25 кг, 13 кг
46	Трудная
60	72,5
61	62,8
63	$\varepsilon_x = 99,95\%$ $\varepsilon_o = 0,05\%$
64	$\varepsilon_x = 85,08\%$ $\varepsilon_o = 1,07\%$
65	$G_1 = 15\text{Н}$ всплывает $G_2 = 0,31\text{Н}$ тонет
66	$C_1 = 0,14$ $C_2 = 0,22$
70	$M = 322 \text{ т}$ $W = 430 \text{ м}^3$
71	0,0015 Па·с
72	Один
73	0,048
74	$E_{p1} = 0,05$ $E_{p2} = 0,066$
78	0,13 м/с
79	0,11 м/с
80	0,021 м/с
81	0,0078 м/с
82	$1,88 \cdot 10^{-5} \text{ м/с}$
83	0,0002 м/с
84	0,144 м/с
85	0,064 м/с
86	0,0003 м/с
87	0,61
88	0,063 м/с
89	996 Па
90	0,012 м/с
91	78%
93	Один
94	Два
97	0,124 м/с
100	0,3 с
104	Две машины
106	$\gamma_x = 74,3\%$ $\gamma_o = 25,7\%$
112	82,25 т/ч
116	6,98 м/с
117	0,084 м/с
118	0,17 м/с
119	4,3 м/с
120	$u_o = 2,88 \text{ м/с}$ $u_{\text{max}} = 4,15 \text{ м/с}$
121	1,4 кПа
122	Два сепаратора
123	$4^\circ 50'$
124	$0^\circ 24'$
125	Не удержится
126	Нет

№ задачи	Ответ
127	0,24 мм
128	0,32 мм
129	95%
131	0,31
132	215 м <sup>3</sup> /ч
133	6,3 мин
134	227 м <sup>3</sup> /ч
135	39,4 т/ч
136	Четыре машины
137	130 т/ч
138	$\gamma_k = 80\%$ $\gamma_o = 20\%$
139	8,0 мм
140	55%
141	416 ч
142	3333 м <sup>2</sup>
143	2 м <sup>2</sup>
144	Два сита
146	Два грохота $W = 1200$ мз/ч
147	67 т/ч
148	162 т/ч
149	400 т
150	Пять бункеров
151	208 м <sup>3</sup>
155	100
156	8,0%
157	7,0%
158	15,7%
159	203 м <sup>3</sup> /ч
160	Три центрифуги
162	70,6%
166	0,0015 м/с
167	461 м <sup>3</sup> /ч
168	Четыре фильтра
169	Пять фильтров
170	Вакуум-насос $V = 56$ м <sup>3</sup> /мин Воздуходувка $V = 24$ м <sup>3</sup> /мин
172	121,5 т/ч
174	9,3
175	177 г/л
176	1,075 г/см <sup>3</sup>
177	0,0014 м/с
178	0,0016 м/с
179	0,0005 м/с
180	П18
182	Один сгуститель
183	$D = 4000$ мм
184	Три гидроциклона
185	49%
187	8,3 кг
188	280 л/мин
192	$D = 15$ м
195	1,56 м/с

№ задачи	Ответ
196	66,6%
197	73,4
198	74,5
200	Один грохот
201	720 м <sup>3</sup> /ч
202	98,8%
203	11,4 т/ч
204	0,088 м/с
205	88650 м <sup>3</sup> /ч
206	550 Па
207	Один пылеуловитель
214	2020 т
215	$\gamma_{13-100} = 33,7\%$ $\gamma_{0-13} = 66,3\%$
217	315 т/ч
219	140 м <sup>3</sup> /ч
220	732 см <sup>3</sup> /мин
221	1,25 кг
222	3,9 л/мин
263	6,18 тыс. руб.
264	21,7 тыс. руб.
266	15,7%
267	2,4%
269	0,29
270	75,8 тыс. руб. на 1 рабочего
271	139,4 т/тыс. руб.
272	1,07
273	1,168
274	45 дней
275	100,7
276	3,38 дня
278	0,60%
279	11 929,9 тыс. руб.
281	940 500 руб.
282	500 тыс. руб.
283	207 тыс. руб.

## Ответы к упражнениям

№ карточки	№ вопроса								№ карточки	№ вопроса							
	1	2	3	4	5	6	7	8		1	2	3	4	5	6	7	8
1	1	3	1	2	1	1	1	1	21	1	2	1	1	2	3	2	2
2	3	2	2	2	3	1	2	2	22	1	1	3	3	3	1	3	3
3	2	1	2	2	1	3	1	4	23	2	2	1	3	3	3	1	2
4	2	2	1	3	2	1	2	1	24	4	1	1	2	2	1	3	2

Продолжение ответов к упражнениям

№ карточки	№ вопроса								№ карточки	№ вопроса							
	1	2	3	4	5	6	7	8		1	2	3	4	5	6	7	8
5	1	3	2	3	2	3	2	1	25	3	1	3	3	3	2	1	3
6	2	3	1	3	3	2	3	3	26	2	1	1	1	3	2	1	1
7	1	3	2	1	5	3	3	2	27	1	3	3	2	1	1	3	2
8	1	1	3	2	3	2	2	2	28	3	2	1	1	4	1	1	3
9	1	1	2	1	1	2	1	3	29	1	3	2	2	1	3	2	4
10	3	1	3	3	1	2	1	2	30	2	2	3	1	3	3	2	2
11	2	1	2	3	2	4	1	3	31	1	2	2	2	2	3	3	2
12	3	2	1	1	2	1	3	1	32	1	1	2	2	4	1	2	3
13	3	1	2	1	1	3	1	1	33	1	3	1	3	3	2	3	3
14	1	1	2	2	1	4	1	3	34	1	1	2	3	3	2	2	4
15	1	3	4	1	2	1	3	1	35	1	1	2	3	2	3	2	1
16	1	1	3	3	2	1	3	3	36	1	2	3	3	3	3	2	4
17	1	3	1	2	2	3	2	3	37	2	1	2	1	2	2	2	3
18	1	1	3	2	2	1	3	2	38	1	3	3	2	2	1	3	3
19	1	1	1	1	3	3	4	1	39	1	3	3	1	2	2	2	1
20	3	2	3	3	2	1	1	2	40	1	2	2	2	3	3	3	2

Предисловие .....	3
Глава I. Показатели процесса обогащения .....	4
Глава II. Грохочение и дробление углей .....	4
1. Гранулометрический состав углей .....	4
2. Грохочение углей .....	13
3. Дробление углей .....	20
Глава III. Гравитационное обогащение углей .....	22
4. Фракционный анализ и обогатимость углей .....	22
5. Кривые обогатимости .....	24
6. Теоретический баланс продуктов обогащения .....	40
7. Эффективность гравитационного обогащения .....	43
8. Обогащение углей в тяжелых средах .....	45
9. Свободное падение твердых тел в воде .....	50
10. Стесненное падение тел .....	51
11. Гидравлическая классификация .....	52
12. Обогащение углей отсадкой .....	54
13. Обогащение углей в противоточных гравитационных аппаратах ...	64
14. Пневматическое обогащение .....	67
Глава IV. Флотация углей .....	68
15. Расчет показателей флотации углей .....	68
16. Кривые флотиремости .....	69
17. Оборудование для флотации углей .....	71
Глава V. Обезвоживание продуктов обогащения .....	72
18. Дренажное .....	72
19. Обезвоживание в центрифугах .....	74
20. Фильтрация продуктов флотации и шламов .....	77
Глава VI. Сгущение шламов и осветление оборотных вод .....	79
Глава VII. Обеспыливание, обесшламливание и пылеулавливание .....	85
Глава VIII. Сушка и термоаэроклассификация углей .....	87
Глава IX. Контроль и нормирование качества на углеобогащительных фабриках .....	99
Глава X. Расчет технологических схем .....	108
21. Расчет качественно-количественных схем обогащения углей .....	108
22. Расчет водно-шламовых схем и схем регенерации суспензии .....	121
Глава XI. Экономика, организация и планирование производства на угле- обогащительных фабриках .....	129
Глава XII. Решение задач с применением программируемых микрокаль- куляторов .....	138
Глава XIII. Контрольные карточки для решения упражнений по теории и практике обогащения углей .....	162
Список литературы .....	205

Приложение 1. Поправочные коэффициенты для расчета производительности инерционных грохотов .....	206
Приложение 2. Удельная производительность инерционных грохотов ..	206
Приложение 3. Значение интеграла вероятности Гаусса .....	206
Приложение 4. Поправочные коэффициенты на форму частиц .....	211
Приложение 5. Удельная производительность отсадочных машин типа ОМ .....	211
Приложение 6. Эффективность грохочения $E$ при массовой доле внешней влаги до 3% .....	211
Приложение 7. Удельные производительности обезвоживающих аппаратов .....	212
Приложение 8. Удельные производительности обезвоживающих грохотов .....	212
Приложение 9. Допустимые значения относительных поправок $\Delta X/X_{cp}$ .....	213
Приложение 10. Характеристика шламов при обогащении углей .....	213
Приложение 11. Значение погрешности разделения для различных обогатительных машин .....	213
Приложение 12. Удельный расход воды $n$ в различных операциях .....	214
Приложение 13. Массовая доля влаги $W'$ в продуктах обогащения .....	214
Приложение 14. Коэффициент $K_w$ при массовой доле влаги более 3% .....	214
Приложение 15. Массовая доля влаги $W_n$ (%) в непромытых продуктах обогащения .....	215
Приложение 16. Предельно допустимое содержание $P$ (кг/м <sup>3</sup> ) магнетита в суспензии при обогащении .....	215
Приложение 17. Расход воды $W$ (м <sup>3</sup> /т) при обогащении угля .....	215
Приложение 18. Общие сведения о программировании на калькуляторах ..	215
Ответы к задачам .....	233
Ответы к упражнениям .....	236

УЧЕБНОЕ ИЗДАНИЕ

Гройсман Соломон Ильич

## СБОРНИК ЗАДАЧ И УПРАЖНЕНИЙ ПО ОБОГАЩЕНИЮ УГЛЕЙ

Заведующий редакцией *О. И. Паркани*

Редактор издательства *Т. Д. Новикова*

Технические редакторы *Е. Н. Новикова, Н. В. Жидкова*

Корректор *К. И. Савенкова*

ИБ № 8651

---

Сдано в набор 06.08.91. Подписано в печать 23.12.91. Формат 60×88<sup>1</sup>/<sub>16</sub>. Бумага офсетная № 2. Гарнитура таймс. Печать офсетная. Усл. печ. л. 14,7. Усл. кр.-отт. 14,95. Уч.-изд. л. 16,7. Тираж 1030 экз. Заказ 545 /2556--2.

---

Издательство «Недра». 125047 Москва, Тверская застава, 3.

Набрано в ордена Октябрьской Революции и ордена Трудового Красного Знамени МПО «Первая Образцовая типография» Министерства печати и информации Российской Федерации.

113054 Москва, Валовая 28.

Отпечатано в московской типографии № 9 НПО «Всесоюзная книжная палата» Министерства печати и информации Российской Федерации.