

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ).**

**Общие сведения**

1.	Кафедра	<b>Горного дела, наук о Земле и природообустройства</b>
2.	Специальность	<b>21.05.04 «Горное дело» специализация № 6 «Обогащение полезных ископаемых»</b>
3.	Дисциплина (модуль)	<b>Б1.Б.35 «Проектирование обогатительных фабрик»</b>
4.	Количество этапов формирования компетенций (ДЕ, разделов, тем и т.д.)	<b>14</b>

**Перечень компетенций**

<p>- готовностью к разработке проектных инновационных решений по эксплуатационной разведке, добыче, переработке твердых полезных ископаемых, строительству и эксплуатации подземных объектов (ПК-19);</p> <p>- способностью разрабатывать и реализовывать проекты производства при переработке минерального и техногенного сырья на основе современной методологии проектирования, рассчитывать производительность и определять параметры оборудования обогатительных фабрик, формировать генеральный план и компоновочные решения обогатительных фабрик (ПСК-6.4)</p>
--

**Критерии и показатели оценивания компетенций на различных этапах их формирования**

Этап формирования компетенции (разделы, темы дисциплины)	Формируемая компетенция	Критерии и показатели оценивания компетенций			Формы контроля сформированности компетенций
		Знать:	Уметь:	Владеть:	
1. Введение.	ПК-19	основные задачи по развитию обогатительной промышленности на ближайшее время; объем и содержание необходимых для проектирования исследовательских работ по обогащению; требования к качеству концентратов			Презентация
2. Выбор принципиальной схемы обогащения	ПСК-6.4	разделительные признаки минералов, используемые при обогащении; процессы, основанные на признаках разделения; точность разделения процессами обогащения	определять оптимальный вариант схемы рудоподготовки с точки зрения капиталовложений; определять минимальное содержание полезного компонента в исходном сырье в зависимости от предельно допустимой себестоимости готовой продукции	теоретическими и практическими навыками по технологии обогащения сырья; навыками практического использования необходимых нормативных документов для выбора и обоснования технологических схем обогащения	Устный опрос
3. Определение производительности фабрики и отдельных ее цехов	ПСК-6.4	основные условия, влияющие на выбор производительности фабрики; сроки амортизации; запасы полезного ископаемого; потребность в концентратах	определять календарный и машинный фонд времени; определять суточную и часовую производительности фабрики и отдельных ее цехов		Устный опрос
4. Выбор и расчет схем дробления	ПСК-6.4	физические свойства сырья; способы добычи; основные варианты схем дробления; типичные характеристики продуктов дробления щековых и конусных дробилок;	выбирать принципиальную схему рудоподготовки на основе знаний о физических свойствах руды и способов	навыками практического использования необходимых нормативных документов для	Устный опрос, решение задач, практическая работа 1

		условия применения операций предварительного и поверочного грохочения; общие условия и методы расчета, исходные данные для расчета схемы, порядок для расчета схемы	добычи; выбирать исходя из условия применения операций предварительного и поверочного грохочения; рассчитывать количественную схему дробления	выбора и обоснования технологических схем	
5. Выбор и расчет схем измельчения.	ПСК-6.4	операции классификации в схемах измельчения; назначение операций классификации и условия их применения; основные схемы измельчения и условия их применения; наиболее часто встречающуюся в практике измельчения разновидность стадий измельчения; классификацию схем измельчения, их достоинства и недостатки	вывести формулу для расчета типовых одностадийных схем измельчения рассчитывать количественную схему измельчения	навыками практического использования необходимых нормативных документов для выбора и обоснования технологических схем	Устный опрос, решение задач, практическая работа 2
6. Выбор и расчет схем флотации	ПСК-6.4	признаки классификации флотационных схем и принципиальные схемы флотации моно- и полиметаллических руд; характеристики вкрапленности полезных минералов, минералов пустой породы; содержания полезных компонентов в руде, кондиции, предъявляемые к концентратам, и флотиремости полезных минералов	определять зависимость числа стадий обогащения от характеристики вкрапленности полезных минералов и способности их к ошламованиему; строить схемы в отдельных стадиях и циклах флотации; определять необходимое и достаточное число исходных показателей для расчета схемы; рассчитывать коллективную схему флотации	теоретическими и практическими навыками по технологии обогащения сырья флотационным методом; навыками практического использования необходимых нормативных документов для выбора и обоснования технологических схем обогащения	Устный опрос, решение задач, практическая работа 3

<p>7. Выбор и расчет схем обогащения гравитационными, магнитными и комбинированными методами</p>	<p>ПСК-6.4</p>	<p>технологические схемы для главных видов промышленного сырья свойства сырья; общие требования, которые должны соблюдаться при проработке его тем или иным способом; кондиции на концентраты;</p>	<p>учитывать кондиции на концентраты при выборе схемы; строить принципиальные схемы обогащения; рассчитывать схемы обогащения</p>	<p>теоретическими и практическими навыками по технологии обогащения сырья; навыками практического использования необходимых нормативных документов для выбора и обоснования технологических схем обогащения</p>	<p>Решение задач, опорный конспект по темам 1-7</p>
<p>8. Проектирование и расчет шламовой схемы</p>	<p>ПСК-6.4</p>	<p>символы и систему обозначений для показателей, характеризующих шламовую схему; количественные (математические) зависимости между этими показателями; исходные показатели для расчета шламовой схемы, их подразделение на группы; метод и порядок расчета схемы</p>	<p>использовать операции обезвоживания при проектировании шламовой схемы; рассчитывать шламовые схемы с полным водооборотом</p>	<p>навыками практического использования необходимых нормативных документов для выбора и обоснования схем обогащения</p>	
<p>9. Общие принципы выбора технологического расчета обогатительного оборудования</p>	<p>ПСК-6.4</p>	<p>условия, влияющие на выбор типа аппарата; переменные параметры, влияющие на производительность данного типа аппарата; зависимость производительности рассматриваемого аппарата от свойств сырья, режима работы аппарата и требований, предъявляемых к продуктам обработки; методы определения производительности аппарата; методы выбора размеров числа аппаратов для рассматриваемой операции</p>	<p>выбирать тип и производить технологический расчет оборудования для дробления, грохочения, измельчения, мокрой классификации, гравитационных, флотационных и магнитных процессов, для обезвоживания, пылеулавливания, приготовления и подачи реагентов; составлять схему опробования и конторля для получения</p>	<p>методикой определения основных конструктивных и режимных параметров машин их производительности и эффективности в горно-обогатительном производстве; методикой оценки технического состояния машин и их надежности в процессе эксплуатации</p>	<p>Решение задач, практические работы 4,5,6</p>

			технологического и товарного баланса компонентов сырья; рассчитывать технико-экономические показатели отдельных типов аппаратов		
10. Генеральный план обогатительной фабрики	ПСК-6.4	условия, влияющие на выбор площадки для строительства фабрики; основные варианты компоновочных схем и условия, влияющие на выбор варианта компоновки; основные требования к генеральному плану – расстояния между зданиями, подъезды, блокировка корпусов, зданий, объектов по площадке	выбирать площадку для строительства фабрики; строить основные схемы размещения цехов, с указанием возможной блокировки зданий и зонирования объектов	навыками практического использования необходимых нормативных документов для выбора и обоснования площадки для строительства фабрики	
11. Размещение оборудования в цехах обогатительной фабрики	ПСК-6.4	правила размещения оборудования в цехах фабрики; конструктивное размещение приемных устройств обогатительной фабрики в зависимости от ее производительности, крупности кусков руды, содержания в руде влаги и глины, рельефа местности; компоновочные схемы цехов среднего и мелкого дробления	начертить схему размещения приемного устройства и компоновку оборудования в отделениях крупного, среднего и мелкого дробления; начертить схему размещения оборудования на гравитационных фабриках; начертить схему размещения оборудования цехов обезвоживания и сушки	навыками практического использования необходимых нормативных документов для выбора и обоснования размещения оборудования в цехах обогатительной фабрики	
12. Техника безопасности и санитария на обогатительных фабриках	ПК-19	допустимые концентрации ядовитых газов, токсичной и нетоксичной пыли; правила хранения и применения реагентов; мероприятия по снижению шума на	при проектировании обогатительной фабрики руководствоваться знаниями о ПДК загрязняющих веществ; правилами хранения и	навыками практического использования необходимых нормативных документов при	Презентация

		рабочих местах; основные правила противопожарной безопасности	применения реагентов; мероприятиями по снижению шума на рабочих местах; основными правилами противопожарной безопасности	проектировании обогатительных фабрик	
13. Основы строительного дела	ПК-19	климатические условия и сейсмичность; материалы и конструкции для строительства; размер пролетов; шаг колонн; высота этажей	соблюдать требования максимальной унификации основных строительных параметров зданий; стремиться к минимальному числу типоразмеров основных элементов зданий по фабрике в целом	навыками практического использования необходимых нормативных документов при проектировании обогатительных фабрик	Опорный конспект по темам 8-13
14. Проектирование обогатительной фабрики для руд (углей) данного месторождения.	ПК-19	все вышеизложенное	все вышеизложенное	навыками всего вышеизложенного	Курсовой проект

## Критерии и шкалы оценивания

### 1. Устный опрос

Процент правильных ответов	До 60	61-80	81-100
Количество баллов за ответы	0,5	1	2

### 2. Решение задач

5 баллов выставляется, если студент решил все рекомендованные задачи, правильно изложил все варианты их решения, аргументировал их, с обязательной ссылкой на соответствующие нормативы (если по содержанию это необходимо).

3 балла выставляется, если студент решил не менее 85% рекомендованных задач, правильно изложил все варианты решения, аргументировал их, с обязательной ссылкой на соответствующие нормативы (если по содержанию это необходимо).

2 балла выставляется, если студент решил не менее 65% рекомендованных задач, правильно изложил все варианты их решения, аргументировал их, с обязательной ссылкой на соответствующие нормативы (если по содержанию это необходимо).

0 баллов - если студент выполнил менее 50% задания, и/или неверно указал варианты решения.

### 3. Презентация (критерии оценки презентации)

Структура презентации	Максимальное количество баллов
<b>Содержание</b>	
Сформулирована цель работы	0,7
Понятны задачи и ход работы	0,7
Информация изложена полно и четко	0,7
Иллюстрации усиливают эффект восприятия текстовой части информации	0,7
Сделаны выводы	0,7
<b>Оформление презентации</b>	
Единый стиль оформления	0,7
Текст легко читается, фон сочетается с текстом и графикой	0,7
Все параметры шрифта хорошо подобраны, размер шрифта оптимальный и одинаковый на всех слайдах	0,7
Ключевые слова в тексте выделены	0,7
<b>Эффект презентации</b>	
Общее впечатление от просмотра презентации	0,7
<b>Мах количество баллов</b>	<b>7</b>

### 4. Подготовка опорного конспекта

*Опорный конспект- это сокращенная запись крупного блока изучаемого материала, которая поможет студентам структурировать знания, грамотно и точно воспроизвести изученный материал при подготовке к зачету.*

Баллы	Содержание конспекта
8	записаны все темы; выделены главные (ключевые слова); использованы системы условных обозначений, символов и т.д.

5	записаны все темы; выделены главные (ключевые слова)
2	записаны все темы

## 5. Выполнение практической работы

Пять баллов выставляется за выполненную практическую работу.

## 6. Курсовой проект

Баллы	Критерии оценки
25	проект выполнен в соответствии с утвержденным планом, полностью раскрыто содержание каждого вопроса, студентом сформулированы собственные аргументированные выводы по теме проекта. Оформление проекта соответствует предъявляемым требованиям. При защите проекта студент свободно владеет материалом и отвечает на вопросы.
20	проект выполнен в соответствии с утвержденным планом, полностью раскрыто содержание каждого вопроса. Незначительные замечания к оформлению проекта. При защите проекта студент владеет материалом, но отвечает не на все вопросы.
8	проект выполнен в соответствии с утвержденным планом, но не полностью раскрыто содержание каждого вопроса. Студентом не сделаны собственные выводы по теме проекта. Грубые недостатки в оформлении проекта. При защите проекта студент слабо владеет материалом, отвечает не на все вопросы.
4	проект выполнен не в соответствии с утвержденным планом, не раскрыто содержание каждого вопроса. Студентом не сделаны выводы по теме проекта. Грубые недостатки в оформлении проекта. При защите проекта студент не владеет материалом, не отвечает на вопросы.

*Типовые контрольные задания и методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы*

### 1) Типовые вопросы к устному опросу

1. Что такое «глубина обогащения» коксующихся и энергетических углей?
2. Что такое «удельная производительность мельниц по вновь образованному расчетному классу»?
3. Что такое «эффективность измельчения»?
4. Что такое приведенный объем мельниц?
5. Что такое удельная производительность по вновь образованному классу?
6. Что такое стадия стадия обогащения?
7. Что такое цикл обогащения?
8. Что такое принципиальная схема обогащения?

### 2) Примеры заданий

**Задача 1.** Произвести предварительный расчет схемы дробления и подобрать дробилки.

Исходные данные для расчета:

- производительность фабрики,  $Q_f$ , млн.т/год – 3;
- чистое время работы, ч/сут – 21 (цех дробления), 24 (цех измельчения);



- число дней работы в неделю: фабрики – 7, цеха дробления – 6;
- коэффициент движения,  $K_v = 0.9$ ;
- коэффициент неравномерности,  $K_n = 1.1$ ;
- характеристика руды по твердости – руды крепкие;
- максимальная крупность руды: исходной ( $D_{max}$ ) – 700, дробленой ( $d$ ) – 25.

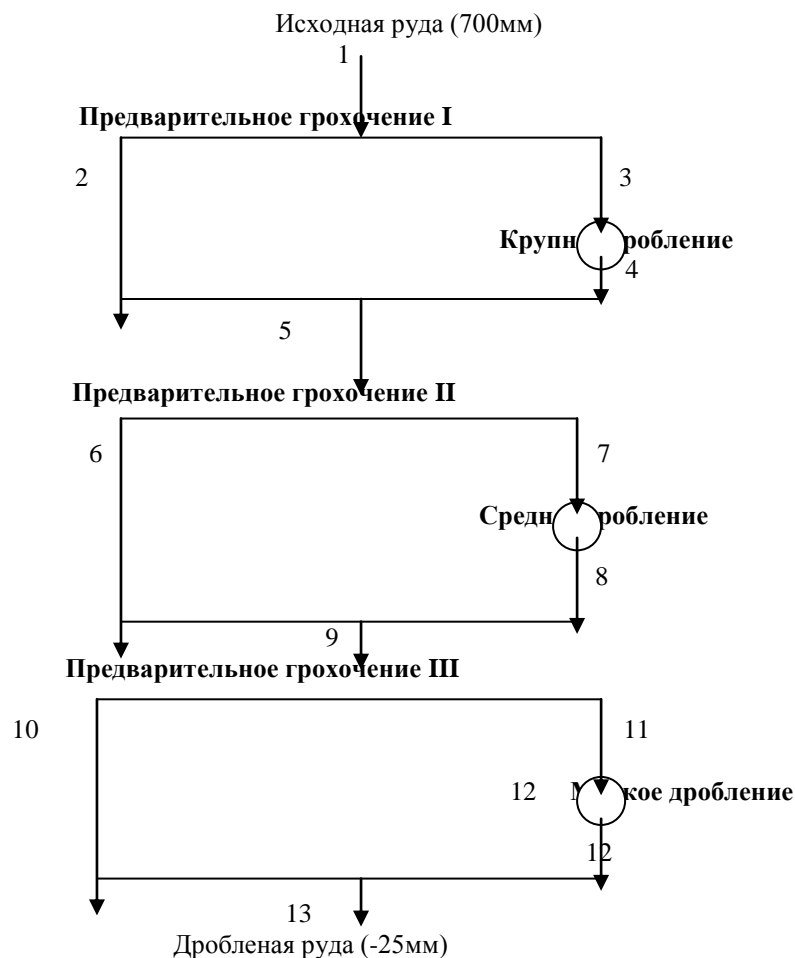


Рис. 1 Расчетная схема дробления руды

1. Определяю часовую производительность отделения измельчения и цеха дробления. Расчет производительности фабрики по руде:

$$Q_{\phi} = Q_z / (Nmn) = Q_z / t_k \quad (1)$$

Где:  $N$  — число рабочих дней в году (365);  $m$  — число рабочих смен в сутки (для дробильного отделения – 3, для мельнично-флотационного – 2);  $n$  — число рабочих часов в смене (для отделения дробления – 21, для мельнично-флотационного – 24);  $t_k$  — расчётное (рабочее) время обслуживания оборудования технологическим персоналом, ч/год.

$$Q_{\phi} = 3000000 / (365 \cdot 2 \cdot 12) = 343 \text{ т/ч.}$$

Часовая производительность цеха отличается от часовой производительности оборудования в цехе. Производительность оборудования в цехе  $Q_o$  (т/ч):

$$Q_o = Q_z / (t_k K_v K_n) [1, \text{стр.29}] \quad (2)$$

где  $K_v$  — коэффициент использования оборудования (0.9);  $K_n$  — коэффициент неравномерности подачи питания (1.1)

Часовая производительность цеха дробления:

$$Q_o = 3000000 / (6552 \cdot 0.9 \cdot 1.1) = 463 \text{ т/ч.}$$

2. Определяю общую степень дробления

$$S_{\text{общ}} = D_{\text{исх}} / d_k, [1, \text{стр.42}] \quad (3)$$

где  $D_{\text{исх}}$  — номинальная крупность исходной руды (700мм),  $d_k$  — номинальная крупность дробленого продукта (25 мм).

$$S_{\text{общ}} = 700/25 = 28.$$

3. Определяю среднюю степень дробления по стадиям.

$$S_{\text{ср}} = \sqrt[N]{S_{\text{общ}}}, \quad (4)$$

где  $N$  — число стадий дробления (3).

$$S_{\text{ср}} = \sqrt[3]{28} = 3.04.$$

4. Задаюсь значениями степени дробления в операциях крупного и среднего дробления.

Принимаем:  $S_I = 3$ ;  $S_{II} = 3$ . Подсчитываю степень дробления в стадии мелкого дробления:  $S_{III} = S_{\text{общ}} / (S_I S_{II}) = 28/9 = 3.11$ .

5. Рассчитываю номинальную крупность продуктов, получаемую после каждой стадии дробления.

$$d_{\text{нI}} = D_I / S_I = 700/3 = 234 \text{ мм};$$

$$d_{\text{нII}} = d_{\text{нI}} / S_{II} = 234/3 = 78 \text{ мм};$$

$$d_{\text{нIII}} = d_{\text{нII}} / S_{III} = 78/3.11 = 25 \text{ мм.}$$

6. Определяю необходимую минимальную ширину  $B_m$  приемных отверстий дробилок в каждой стадии:

$$B_m = D_{\text{им}} / K_z, \quad (5)$$

где  $K_z$  — коэффициент, учитывающий закругление куска максимального диаметра  $D_{\text{max}}$  по сравнению с номинальным,  $D_n$ , :  $K_z = 0.8$  — для стадий крупного и среднего дробления;  $K_z = 0.85$  — для стадий мелкого дробления.

$$B_I = D_{\text{нI}} / 0.8 = 700/0.8 = 875 \text{ мм};$$

$$B_{II} = D_{\text{нII}} / 0.8 = 234/0.8 = 293 \text{ мм};$$

$$B_{III} = D_{\text{нIII}} / 0.85 = 78/0.85 = 92 \text{ мм.}$$

7. Определяю необходимые размеры выходных щелей дробилок в каждой стадии исходя из величины максимальной относительной крупности кусков дробленого продукта ( $z_{95}$ ) в зависимости от крепости руды и типа дробилки.

Значения  $z_{95}$  приняты по справочной литературе, для твердых руд: для крупного дробления — 1.55, для среднего дробления — 3, для мелкого дробления — 3.5

Размер разгрузочных щелей дробилок определяется по формуле:

$$i_m = d_{\text{им}} / z_{95m} \quad (6)$$

$$i_I = d_{\text{нI}} / z_{95I} = 234/1.55 = 150 \text{ мм};$$

$$i_{II} = d_{\text{нII}} / z_{95II} = 78/3 = 26 \text{ мм};$$

$$i_{III} = d_{\text{нIII}} / z_{95III} = 25/3.5 = 7 \text{ мм.}$$

8. Определяем ориентировочно выходы продуктов поступающих на каждую стадию дробления.

Значения выходов продуктов принимаем по справочной литературе [1, табл. 2.13, стр. 42]

Крупное дробление — 80 – 90 %;

Среднее дробление — 80 – 85 %;

Мелкое дробление — 150 – 190 %;

9. Находим необходимые объемные производительности дробилок по этим продуктам.

При расчете принимаем насыпную плотность руды ( $\rho$ ) – 1.6. Результаты предварительного расчета сводим в таблицу 1.

Таблица 1. — Результаты предварительного расчета схемы дробления

Стадия дробления	Выход питания дробилок от Исходного материала, %	Требуемая объемная производительность дробилок, м <sup>3</sup> /ч
I	80 – 90	232 – 261
II	80 – 85	232 – 246
III	75 – 80	218 – 232

10. Требования к дробилкам в отдельных стадиях дробления сводим в таблицу 2.

Таблица 2. — Требования к дробилкам в отдельных стадиях дробления.

Стадия дробления	Тип дробилки	$B$ , мм	$i$ , мм	Требуемая Производительность, м <sup>3</sup> /ч	Варианты установки дробилок
I	ККД	875	150	232 – 261	ККД – 900/140 ККД – 1200/150
II	КСД	293	26	232 – 246	КСД – 3000Т
III	КМД	92	7	218 – 232	КМД – 1750Т КМД – 2200Т

Определяем объемную производительность выбранных дробилок.

Объемная производительность дробилок крупного дробления, при заданных размерах разгрузочных щелей:

Дробилки ККД – 900/140, при ширине разгрузочной щели 150мм — 450 м<sup>3</sup>/ч.

Дробилки ККД – 1200/150 — 680 м<sup>3</sup>/ч.

Для дробилок КСД и КМД при известной производительности при заданных размерах щелей производительность определяется по формуле:

$$Q_i = Q_{\max} - \frac{Q_{\max} - Q_{\min}}{i_{\max} - i_{\min}} (i_{\max} - i), \text{ м}^3/\text{ч}. \quad (7)$$

Производительность дробилки КСД – 3000Т, при ширине разгрузочной щели 25мм — 435 м<sup>3</sup>/ч.

Производительность дробилки КМД – 1750Т:  $Q_i = 110 - \frac{110 - 85}{15 - 5} (15 - 7) = 90 \text{ м}^3/\text{ч}.$

Производительность дробилки КМД – 2200Т:  $Q_i = 220 - \frac{220 - 160}{15 - 5} (15 - 5) = 160 \text{ м}^3/\text{ч}.$

11. Подсчитываем число дробилок, необходимых для установке по предварительному расчету.

Требуемую производительность в схема с грохочением принимаем средней.

Результаты расчета представлены в таблице 3.

Таблица 3. — Сравнение вариантов установки дробилок.

Стадия дробления	Тип дробилки	Производительность, м <sup>3</sup> /ч		Число дробилок	Установочная мощность эл./дв кВт	
		требуемая	одной дробилки		одной	всех
I	ККД- 900/140	247	450	1	250	250

	ККД – 1200/150	247	680	1	320	320
II	КСД – 3000Т	239	435	1	400	400
III	КМД – 1750Т	225	90	3	160	480
	КМД – 2200Т	225	160	2	250	500

В операции крупного дробления принимаю дробилку ККД – 900/140, обеспечивающей снижение капитальных и эксплуатационных затрат по сравнению с дробилкой ККД – 1200/150.

В операции среднего дробления принимаю дробилку КСД – 3000Т. Для мелкого дробления руды предпочтителен вариант установки двух дробилок КМД – 2200Т.

**Задача 2.** Рассчитать количественную схему измельчения и классификации.

Исходные данные для расчета:

- производительность отделения  $Q$ , т/ч – 75;
- содержание расчетного класса  $-0.074\text{мм}$ , %: в исходной руде – 8 ( $\beta_1^{-0.074}$ ); в конечном продукте – 68 ( $\beta_4^{-0.074}$ );
- отношение объемов мельниц второй стадии к объему мельниц первой стадии  $m$ , - 1;
- отношение удельной производительности по классу  $-0.074\text{мм}$  мельниц второй стадии к мельницам первой стадии  $K$ , - 0.82.

Расчетная схема представлена на рис. 2

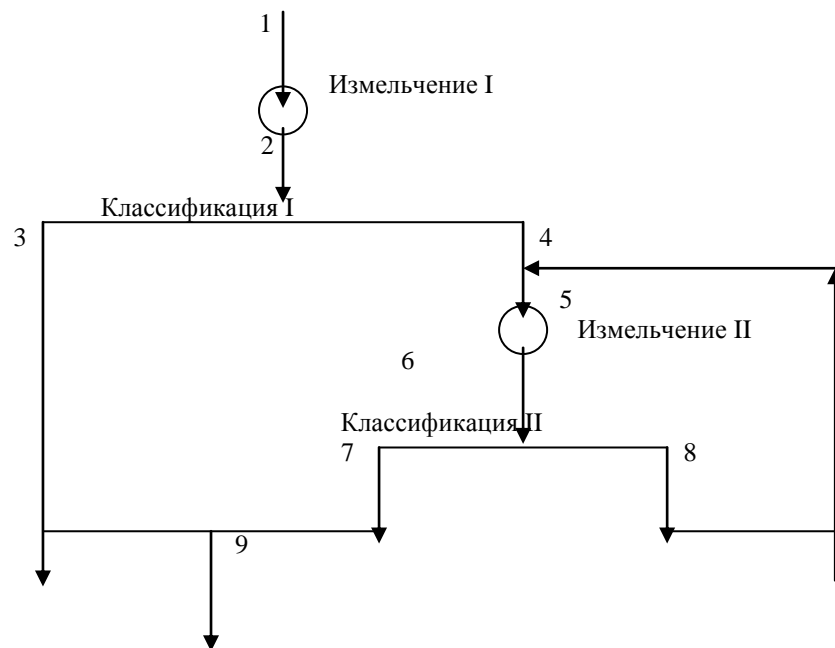


Рис. 2 Расчетная схема измельчения руды

$$Q_1 = Q_9 = 75 \text{ т/ч.}$$

Определяем содержание расчетного класса в продукте разгрузки мельницы I стадии измельчения:

$$\beta_2^{-0.074} = \beta_1^{-0.074} + (\beta_4^{-0.074} - \beta_1^{-0.074}) / (1 + Km) \quad (8)$$

$$\beta_2^{-0.074} = 8 + (68 - 8) / (1 + 1 \cdot 0.82) = 41\%.$$

Определяю разжижение песков классификации I:

$$R_n = (1 - T_n) / T_n. \quad (9)$$

Где  $T_n$  — параметр, характеризующий плотность песков классификации. При крупности слива 68 % кл. -0.074мм, принимаем его равным 0.75.

$$R_n = (1 - 0.75) / 0.75 = 0.33$$

Задаю разжижением слива классификации,  $R_3 = 1.6$

Рассчитываем выход продукта 3:

$$\gamma_c = (\beta_u R_c - \beta_c R_n) / [\beta_c (R_c - R_n)] \quad (10)$$

$$\gamma_c = (0.41 \cdot 1.6 - 0.68 \cdot 0.33) / [0.68(1.6 - 0.33)] = 0.36$$

$$\gamma_n = 1 - \gamma_c = 1 - 0.36 = 0.64$$

$$Q_3 = Q_2 \cdot \gamma_c = 75 \cdot 0.36 = 27 \text{ т/ч.}$$

$$Q_4 = Q_2 - Q_3 = 75 - 27 = 48 \text{ т/ч.}$$

По условиям работы мельницы в замкнутом цикле измельчения получаем:  $Q_4 = Q_7 = 48$  т/ч.

Задаем значение циркулирующей нагрузки во второй стадии измельчения. Принимаем к условию руды средней крепости. При крупности конечного продукта 68 % кл. -0.074мм, значение циркулирующей нагрузки:  $C = 280\%$ .

$$Q_5 = Q_6 = Q_4(1+C) = 48(1+2.8) = 182.4 \text{ т/ч.}$$

$$Q_8 = Q_6 - Q_7 = 182.4 - 48 = 134.3 \text{ т/ч.}$$

Выбор и расчет оборудования для измельчения.

Исходные данные для расчета:

— производительность мельниц по руде 75 т/ч;

— производительность мельниц доизмельчения 48 т/ч;

— крупность питания мельниц измельчения – 8% кл. – 0,074 мм;;

— крупность питания мельниц доизмельчения 20 % кл. – 0,074 мм;

— крупность конечного продукта 68 % кл. – 0,074 мм;

Производительность мельницы по руде определяется формулой:

$$Q = \frac{q \cdot V}{\beta - \alpha}, \text{ т/ч}$$

где  $Q$  – производительность по руде, т/ч;

$q$  – удельная производительность по вновь образованному расчетному классу, т/ч·м<sup>3</sup>;

$V$  – рабочий объем мельницы, м<sup>3</sup>;

$\beta$  – содержание расчетного класса в измельченном продукте, доли единицы;

$\alpha$  – содержание расчетного класса в исходном продукте, доли единицы.

При расчете принимаем данные по переработке железной руды на Ковдорском ГОКе

На аналоговой фабрике, измельчение производится в мельнице типа МСЦ 3200×4500мм.

Мельница работает при следующих условиях:

крупность питания мельницы – 20мм;

— содержание класса -0,074 в питании мельницы – 4,5%;

— содержание класса -0,074мм в сливе мельницы – 20%;

— удельная производительность по вновь образованному классу -0,074мм, т/м<sup>3</sup>·ч, составляет 1,45 т/м<sup>3</sup>·ч.

Расчёт производительности мельницы осуществляю по эффективности измельчения.

В ходе расчёта я предполагаю сравнить варианты установки мельниц МСЦ 3200×4500, МСЦ 3600×4500 и МСЦ 4000×5500.

Определяю эффективность измельчения действующей мельницы по вновь образованному классу крупности (-0,074мм):

$$e_1 = \frac{Q_1(\beta_k - \beta_u)}{N_1} \text{ т/(кВт·ч)}, \text{ где:}$$

$N$  — мощность двигателя мельницы, кВт;

$Q$  — производительность действующей мельницы, т/ч;

$\beta_k$  — содержание класса -0,074мм в сливе мельницы, %;

$\beta_u$  — содержание класса -0,074мм в питании мельницы, %;

$$e_1 = \frac{215(0,2 - 0,045)}{1000} = 0,033 \text{ т/(кВт·ч)}.$$

Определяю эффективность измельчения мельниц на проектируемой фабрике:

$$e = e_1 K_u K_k, \text{ т/(кВт·ч)} \text{ где:}$$

$K_u$  — коэффициент измельчаемости, принимаем равным 1 (так как перерабатываются руды по своим свойствам аналогичные действующему предприятию);

$K_k$  — коэффициент крупности руды,  $K_k = m/m_3$ , где:  $m$  — относительная производительность мельницы при запроектированной крупности исходного и конечного продуктов,  $m_3$  — то же для эталонной мельницы, работающей в промышленных условиях.  $m$ , принимаем равным 0,73, а  $m_3$ , равным 0,81.

$$K_k = 0,73/0,81 = 0,9;$$

$$e = 0,033 \cdot 1 \cdot 0,9 = 0,03 \text{ т/(кВт·ч)}$$

Определяю производительность мельниц по формуле:

$$Q = \frac{Ne}{\beta_k - \beta_u}, \text{ т/ч.}$$

$$\text{Для МСЦ } 3200 \times 4500: Q = \frac{900 \cdot 0,03}{0,41 - 0,08} = 81 \text{ т/ч;}$$

$$\text{Для МСЦ } 3600 \times 4500: Q = \frac{1000 \cdot 0,03}{0,41 - 0,08} = 91 \text{ т/ч;}$$

$$\text{Для МСЦ } 4000 \times 5500: Q = \frac{2000 \cdot 0,03}{0,41 - 0,08} = 158 \text{ т/ч;}$$

Определяю требуемое число мельниц:

$$\text{Для МСЦ } 3200 \times 4500: n = 75/81 = 0,93 = 1;$$

$$\text{Для МСЦ } 3600 \times 4500: n = 75/91 = 0,82 = 1;$$

$$\text{Для МСЦ } 4000 \times 5500: n = 75/158 = 0,47 = 1.$$

Таблица 4 — Сравнение вариантов установки мельниц по основным показателям

Размеры барабанов, D×L, мм	Число мельниц	Вес мельниц, т		Установочная мощность, кВт	
		одной	всех	одной	всех
3200×4500	1	141	141	900	900
3600×4500	1	160	141	1000	1000
4000×5500	1	250	141	2000	2000

По условиям минимизации капитальных и эксплуатационных затрат на фабрике принимаем к установке мельницу МСЦ 3200×4500

Выбор и расчет мельниц для доизмельчения.

По исходным данным соотношение мельниц первой и второй стадий измельчения составляет 1:1

Требуемая производительность одной мельницы для доизмельчения составляет:

$$Q = \frac{48}{1} = 48 \text{ т/ч}$$

Соотношение удельной производительности мельниц второй стадии измельчения к первой составляет 0.82.

При расчете рассмотрим вариант установки шаровых мельниц типа МШЦ 3200х3100 и МШЦ 3200х4500мм.

Определяем удельную производительность мельниц II стадии:

$$q_{II} = Kq_I = 0.83 \cdot 0.82 = 0.68 \text{ т/ м}^3 \cdot \text{ч}$$

Коэффициент измельчаемости принимаем 1, крупности – 0.85 (так как измельчение более тонкое чем на действующей фабрике).

$$q_{II} = 0.68 \cdot 1 \cdot 0.85 = 0.58 \text{ т/ м}^3 \cdot \text{ч}$$

Рабочий объем мельниц МШЦ – 3200×3100 и 3600×4500 равен 22м<sup>3</sup> и 32 м<sup>3</sup> соответственно.

Производительность мельниц по питанию составит:

$$Q_{3,2 \times 3,1} = \frac{q \cdot V}{\beta - \alpha} = \frac{0.58 \cdot 22}{0.68 - 0.41} = 75 \text{ т/ч}$$

$$Q_{3,6 \times 4,5} = \frac{0.58 \cdot 32}{0.68 - 0.41} = 108 \text{ т/ч}$$

Для условий проектируемой фабрики достаточно принять к установке мельницу МШЦ – 3200×3100мм.

**Задача 4.** Определить время флотации и число камер в операции, если известен суммарный геометрический объем флотационной машины и минутный объем поступающей пульпы.

В расчетах принять: время пребывания пульпы в одной камере 0.5 мин., коэффициент заполнения 0.85, коэффициент аэрации 1.25

Исходные данные:

Геометрический объем флотационной машины, м<sup>3</sup> – 30;

Объем поступающей пульпы, м<sup>3</sup>/мин. – 5

4.1. Определим число камер в операции по формуле:

$$n = \frac{V \cdot t}{1440 \cdot v_k \cdot K}$$

Где: V – суточный объем флотуемой пульпы м<sup>3</sup>/сут.  $V = 5 \cdot 60 \cdot 24 = 7200 \text{ м}^3/\text{сут.}$

t – продолжительность флотации, примем время флотации в операции: t = 25 мин.

v<sub>k</sub> – геометрический объем камеры;

k – отношение объема пульпы в камере при работе флотационной машины к геометрическому объему камеры. k = 0.7 – 0.8. Примем k = 0.8.

$$n = \frac{7200 \cdot 25}{1440 \cdot 30 \cdot 0.8} = 5.21 = 6, \text{ принимаем 6 камер.}$$

4.2. Определим время одной операции:

$$t_o = n \cdot t_n \cdot a \cdot K_s$$

Где: t<sub>o</sub> – продолжительность одной операции; t<sub>n</sub> – продолжительность пребывания пульпы в одной камере; a – коэффициент аэрации; k<sub>s</sub> – коэффициент заполнения.

$$t_o = 6 \cdot 0.5 \cdot 1.25 \cdot 0.85 = 3.19 \text{ мин.}$$

**Задача 5.** Рассчитать технологические показатели переработки железной руды по схемам магнитного и флотационного обогащения.

Исходные данные для расчета:

- массовая доля железа в руде: магнетитового – 23%, гематитового – 13%;
- массовая доля железа в концентрате, %: магнетитового – 68, гематитового – 52;
- массовая доля железа в хвостах (по циклам), %: магнетитового – 1, гематитового – 2.

5.1 Рассчитываем показатели магнитного обогащения:

$$5.1.1 \text{ Определяем выход концентрата магнетитового: } \gamma_k = \frac{\alpha - \Theta}{\beta - \Theta} 100 = \frac{23 - 1}{68 - 1} 100 = 32.84\%$$

$$5.1.2 \text{ Определяем извлечение магнетита в магнетитовый концентрат: } \varepsilon = \frac{\beta \gamma_k}{\alpha} = \frac{68 \cdot 32.84}{23} = 97.09 \%$$

$$5.1.3 \text{ Степень концентрации для магнетита: } K = \frac{\beta}{\alpha} = \frac{67}{23} = 2.91$$

$$5.1.4 \text{ Степень сокращения: } R = \frac{100}{\gamma_k} = \frac{100}{32.84} = 3.05$$

$$5.1.5 \text{ Эффективность обогащения: } \eta = \frac{\varepsilon_k - \gamma_k}{100 - \alpha} 100 = \frac{97.09 - 32.84}{100 - 23} 100 = 83.44 \%$$

5.1.6 Масса металла в концентрате:

$$Q_k = Q_1 \cdot \gamma_k / 100$$

Примем условно исходную массу руды  $Q_1 = 500$  т/ч, тогда:

$$Q_k = 500 \cdot 32.84 / 100 = 164.2 \text{ т/ч.}$$

$$Q_{\text{хв}} = Q_1 - Q_k = 500 - 164.2 = 335.8 \text{ т/ч.}$$

$$5.1.7 \text{ Определяем баланс руды: } \frac{Q \cdot \alpha}{100} = \frac{K\beta}{100} + \frac{X\vartheta}{100}$$

где  $Q$  – масса исходной руды, т/ч;  $K$  – масса концентрата, т/ч;  $X$  – масса хвостов т/ч.

Баланс руды по представленной схеме магнитного обогащения выглядит следующим образом:

$$\frac{500 \cdot 23}{100} = \frac{164.2 \cdot 68}{100} + \frac{335.8 \cdot 1}{100} \Rightarrow 115 = 111.66 + 3.34 \text{ т/ч.}$$

5.2 Рассчитываем показатели флотационного обогащения (для гематитового цикла)

$$5.2.1 \text{ Определяем выход концентрата гематитового: } \gamma_k = \frac{\alpha - \Theta}{\beta - \Theta} 100 = \frac{13 - 2}{52 - 2} 100 = 22\%$$

$$5.2.2 \text{ Определяем извлечение гематита в концентрат: } \varepsilon = \frac{\beta \gamma_k}{\alpha} = \frac{52 \cdot 22}{13} = 88 \%$$

$$5.2.3 \text{ Степень концентрации для магнетита: } K = \frac{\beta}{\alpha} = \frac{52}{13} = 4$$

$$5.2.4 \text{ Степень сокращения: } R = \frac{100}{\gamma_k} = \frac{100}{22} = 4.55$$

$$5.2.5 \text{ Эффективность обогащения для флотационного цикла: } \eta = \frac{\varepsilon_k - \gamma_k}{100 - \alpha} 100 =$$

$$\frac{88 - 22}{100 - 13} 100 = 75.86 \%$$



5.2.6 Масса металла в концентрате:

$$Q_k = Q_1 \cdot \gamma_k / 100$$

Примем условно исходную массу руды  $Q_1 = 500$  т/ч, тогда:

$$Q_k = 500 \cdot 22 / 100 = 110 \text{ т/ч.}$$

$$Q_{\text{хв}} = Q_1 - Q_k = 500 - 110 = 390 \text{ т/ч.}$$

5.2.7 Определяем баланс руды:  $\frac{Q \cdot \alpha}{100} = \frac{K\beta}{100} + \frac{X\vartheta}{100}$

где  $Q$  – масса исходной руды, т/ч;  $K$  – масса концентрата, т/ч;  $X$  – масса хвостов т/ч.

Баланс руды по представленной схеме магнитного обогащения выглядит следующим образом:

$$\frac{500 \cdot 13}{100} = \frac{110 \cdot 52}{100} + \frac{390 \cdot 2}{100} \Rightarrow 65 = 57.2 + 7.8 \text{ т/ч.}$$

**3) Для выполнения курсового проекта студентам предлагаются следующие темы:**

- 1) Разработать проект обогатительной фабрики по переработке апатитовых руд Хибинского месторождения.
- 2) Разработать проект обогатительной фабрики по переработке хвостов железорудного производства Ковдорского ГОКа.
- 3) Разработать проект обогатительной фабрики по переработке медно-никелевых руд Ждановского месторождения.
- 4) Разработать проект обогатительной фабрики по переработке хвостов апатитового производства с получением нефелинового и сфенового концентратов.

**Вопросы к зачету**

1. В каких инстанциях необходимо утверждать проекты строительства фабрик большой и малой стоимости?
2. В чем состоит назначение операций предварительного и поверочного грохочения? В каких случаях можно отказаться от операции предварительного грохочения?
3. В чем состоит сущность метода, используемого при выборе оптимального варианта схемы обогащения?
4. В чем состоит технологическое значение операций поверочной классификации?
5. В чем состоят основные различия схем обогащения энергетических углей?
6. В каком порядке производится расчет схемы обогащения каменного угля в суспензиях?
7. Выведите формулу  $N_{II} = c(n_p - a_p + 1) - 1$ .
8. Выпишите из одиннадцатого параграфа четвертой главы [4] правила и мероприятия по ограничению ошламования руд редких металлов. И руководствуясь ими, сделайте самостоятельно выбор схемы обогащения для касситеритовых руд с крупной неравномерной вкрапленностью касситерита; то же для руды с мелкой вкрапленностью этого минерала.
9. Дайте определения понятий «глубина обогащения» коксующихся и энергетических углей. Укажите условия, влияющие на выбор глубины обогащения.
10. Докажите, что при современном дроблении в большинстве случаев следует применять трехстадиальную или двухстадиальную схему дробления. Нарисуйте более распространенные варианты.
11. Как определяется минимально допустимое содержание полезного минерала в руде?
12. Как подсчитывается часовая производительность цехов фабрики?

13. Какие основные правила и требования должны соблюдаться при проектировании схем обогащения для кварцево-касситеритовых руд?
14. Какие показатели называются абсолютными, относительными, искомыми, исходными, рассчитываемыми?
15. Какие примеси лимитируются в свинцовых, цинковых, медных концентратах? Какое минимальное количество ценных компонентов должно содержаться в апатитовом и нефелиновом концентратах?
16. Какие принципиальные схемы применяются при флотации крупновкрапленных малошламуемых руд, руд с агрегативной вкрапленностью, руд с неравномерной вкрапленностью, руд с мелкой равномерной вкрапленностью? Объясните, почему применяются эти схемы.
17. Какие процессы и принципиальные схемы обогащения применяются для смешанных магнетитогематитовых руд?
18. На какие классы и группы подразделяются руды черных металлов?
19. Назовите исходные допущения, положенные в основу расчета схем дробления.
20. Назовите основные варианты схем «дробление - измельчение», включающие операции самоизмельчения.
21. Начертите основные разновидности одно- и двухстадиальных схем измельчения.
22. Начертите принципиальные схемы обогащения руд черных металлов с разрушенной вмещающей породой; то же для руд с частично разрушенной вмещающей породой.
23. Начертите принципиальные схемы флотации полезных ископаемых, при обогащении которых выделяется один концентрат.
24. Начертите схему обогащения тонковкрапленной магнетитовой руды.
25. Начертите типовую схему обогащения легко- и среднеобогатимых коксующихся углей с глубиной обогащения до нуля.
26. Начертите типовую схему обогащения энергетических углей при глубине обогащения до 6-13 мм.
27. От каких условий зависит число перечисток концентрата в схеме флотации? В каких случаях, и для каких руд применяются схемы с большим числом перечисток концентрата? В каких случаях можно применять схему без перечисток концентрата?
28. Сколько уравнений баланса можно написать для одной операции схемы, для всей схемы?
29. Сколько уравнений первого рода можно написать для одного продукта обработки схемы, для исходного продукта, для всех продуктов схемы?
30. Сформулируйте исходные положения для расчета схем измельчения.
31. Укажите общий порядок расчета флотационной схемы. В чем состоит особенность расчета коллективной флотации?
32. Укажите различие между стадией дробления и схемой дробления.
33. Разберитесь, какие показатели учитываются при технико-экономическом сравнении конкурирующих вариантов схем «дробление - измельчение».
34. Выведите формулу для определения суточной производительности фабрики, зная годовую производительность завода по выпускаемому продукту.
35. Дайте определения понятий: стадия обогащения, цикл обогащения, принципиальная схема обогащения.
36. Какие задачи и каким образом можно решать с помощью кривых обогатимости?
37. Каким показателям следует отдать предпочтение при выборе исходных относительных показателей и почему?

## Вопросы к экзамену

1. В каком порядке производится расчет шламовой схемы?
2. Вспомните правила хранения, растворения и дозировки реагентов.
3. Выведите формулу для определения требуемого числа камер для одной операции флотации.
4. Главнейшее требование к площадке строительства (рельеф, уклон, грунтовые условия и др.).
5. Дайте определения понятий «удельная производительность мельниц по вновь образованному расчетному классу», «эффективность измельчения». Как определяются численные значения этих показателей для эталонной мельницы?
6. Дайте определения понятий: приведенный объем мельницы; удельная производительность по вновь образованному классу.
7. Для чего предназначена модульная система в промышленном строительстве? Что включается в это понятие?
8. Из каких компонентов, и в каких соотношениях, состоят строительные растворы, бетон?
9. Из каких производственных и вспомогательных цехов, отделений и служб состоит обогатительная фабрика?
10. Из каких стадий состоит процесс проектирования крупных объектов?
11. Изобразите «розу ветров» с преобладающими ветрами юго-западного направления. Расположите фабрику и населенный пункт так, чтобы на населенный пункт не попадали вредности с обогатительной фабрики.
12. Как влияет агрессивность сред на выбор типа материала для изготовления элементов зданий и строительных конструкций?
13. Как выбирается промышленная площадка для строительства фабрики?
14. Как выбирают и рассчитывают грохоты для сухого грохочения и обезвоживания?
15. Как выбирают и рассчитывают магнитные сепараторы для сухого и мокрого магнитного обогащения?
16. Как выбирают и рассчитывают оборудование для гравитационного обогащения (суспензионные сепараторы, отсадочные машины, концентрационные столы, шлюзы, винтовые сепараторы, машины для пневматического обогащения)?
17. Как выбирают и рассчитывают оборудование для пылеулавливания?
18. Как выбирают и рассчитывают оборудование для сушки?
19. Как выбирают оборудование для отбора и разделки проб сухих, влажных материалов и пульпы?
20. Как защищаются строительные конструкции от агрессивного воздействия сред?
21. Как изображаются на чертежах основные строительные материалы, конструкции и элементы зданий (грунт, кладка, стены, металлические профили, двери, проемы, лестницы, перекрытия, кровли)?
22. Как используются типовые характеристики крупности дробленых продуктов различных дробильных машин?
23. Как определяется емкость аккумулярующих бункеров и складов? В каком порядке производится расчет шламовой схемы?
24. Как определяется производительность и число короткокonusных дробилок при работе их в открытом и замкнутом циклах?
25. Как определяется производительность молотковых и роторных дробилок? Дайте определение понятия «индекс работы».
26. Как определяется производительность промывочных аппаратов?
27. Как определяются средние нормативные значения температуры воздуха в районе строительства фабрики?
28. Как подсчитывается приведенный объем мельниц?

29. Как подсчитывается производительность агрегата, включающего стержневую и шаровую мельницы? В каком соотношении должны быть объемы этих мельниц?
30. Как проектируют склады и погрузочные устройства для продуктов обогащения?
31. Как размещается оборудование в цехах магнитного обогащения?
32. Как размещается оборудование в цехах сгущения, флотации и сушки?
33. Как размещаются вспомогательные здания и помещения?
34. Как унифицируются одноэтажные здания по ширине пролетов, шагу колонн, высоте?
35. Как формируются генеральные планы и проектируется хвостовое хозяйство обогатительных фабрик?
36. Как формируются многоэтажные производственные здания?
37. Какие данные по проектированию интерьеров включаются в рабочие чертежи?
38. Какие задачи решает комплексное использование минерального сырья и в чем сущность безотходной технологии?
39. Какие инженерно-геологические и гидрогеологические условия влияют на выбор площадки и размещение фундаментов под тяжелое оборудование?
40. Какие конструктивные затруднения вызывает осуществление схемы дробления в замкнутом цикле при большой производительности фабрики?
41. Какие мероприятия проводятся на обогатительных фабриках по снижению шума в рабочих помещениях?
42. Какие меры необходимо принимать при строительстве зданий в сейсмичных районах?
43. Какие методы применяются для расчета производительности мельниц рудного самоизмельчения?
44. Какие обстоятельства, связанные с проектированием зданий, существенно отражаются на последующих эксплуатационных расходах?
45. Какие основные правила и требования должны соблюдаться при проектировании схем обогащения для кварцево-касситеритовых руд?
46. Какие основные требования следует соблюдать при размещении флотационных машин и насосов в цехе флотации?
47. Какие сведения о районе строительства, геологическом строении месторождения и горной части проекта нужно знать для проектирования?
48. Какие схемы естественного освещения Вам известны? Как следует проектировать расположение оконных проемов?
49. Какие уклоны желобов устанавливаются на обогатительных фабриках?
50. Какие условия влияют на выбор площадки для строительства фабрики?
51. Какие условия влияют на производительность щековых и конусных дробилок? Как определяется производительность этих дробилок при проектировании фабрик? Каким основным требованиям должны удовлетворять выбранные дробилки?
52. Какие факторы влияют на выбор производительности обогатительных фабрик, расположенных при шахте и при металлургическом заводе?
53. Какие факторы учитываются при изображении «розы ветров»? Где находится наблюдатель, на которого дуют ветры преобладающих направлений?
54. Какие эксплуатационные и ремонтно-монтажные подъемнотранспортные устройства устанавливаются на обогатительных фабриках? Как зависит их грузоподъемность от способа ремонта аппаратов?
55. Каким основным условиям и требованиям должно удовлетворять размещение оборудования в цехах фабрики?

56. Какими условиями определяется оптимальная крупность питания шаровых мельниц? Назовите обычную крупность питания стержневых мельниц, мельниц самоизмельчения.
57. Назовите методы определения производительности шаровых мельниц. Напишите расчетные формулы для этих методов. Как определяют численные значения входящих в формулы коэффициентов?
58. Назовите основные виды гравитационных машин. Сравните преимущества и недостатки, области применения.
59. Назовите основные типы обезвоживающих центрифуг, их относительные достоинства и недостатки; области применения.
60. Назовите основные требования правил техники безопасности по защите трудящихся от поражения током, отравления реагентами, легочных заболеваний.
61. Назовите преимущества и недостатки вариантов с секционным и многосекционным размещением оборудования в главном цехе обогатительной фабрики.
62. Напишите примерный титульный список объектов типичной флотационной фабрики большой производительности.
63. Начертите основные разновидности одно- и двухстадиальных схем измельчения.
64. Начертите схему приемного устройства и размещения дробилки крупного дробления при крупнокусковой руде и большой производительности фабрики: а) с приемной воронкой и питателем; б) при работе дробилки под завалом. Почему в этих условиях дробилки устанавливаются рядом с приемным устройством?
65. Начертите схему расположения дробилок среднего и мелкого дробления и грохотов в замкнутом цикле дробления на фабрике малой производительности.
66. То же, на фабрике большой производительности: а) с совмещенными операциями грохочения в третьей стадии при легкогрохотимой и трудногрохотимой руде; б) с отдельными операциями грохочения в третьей стадии (грохота под дробилками).
67. Начертите схему расположения оборудования в цехе измельчения: а) однорядное размещение мельниц; б) двухрядное размещение мельниц; в) замыкание мельниц с гидроциклонами.
68. Начертите схему расположения оборудования цеха измельчения при установке мельниц рудного самоизмельчения.
69. Определите термин «плотность застройки».
70. Перечислите главные условия, предъявляемые к площадке для складирования мокрых хвостов.
71. Перечислите меры борьбы с вредным влиянием класса критической крупности при рудном самоизмельчении и полусамоизмельчении.
72. Перечислите нормы и требования, которые должны соблюдаться при проектировании обогатительных фабрик.
73. Перечислите основные способы складирования сухих хвостов обогатительных фабрик. Каковы общие принципы выбора и технологического расчета обогатительного оборудования?
74. Перечислите основные требования к генеральному плану обогатительной фабрики.
75. Перечислите условия, от которых зависит выбор производительности фабрики.
76. При каких условиях мельница будет эффективно работать в открытом цикле?
77. Принципы компоновки оборудования на углеобогатительных фабриках с отсадочными машинами и суспензионными аппаратами.

78. Укажите, на какие группы подразделяются исходные показатели для расчета шламовой схемы?
79. Чем определяется целесообразность использования готовых деталей и применение металлических конструкций в отдаленных районах?
80. Что такое технологический регламент?