

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Емельянов Сергей Геннадьевич
Должность: ректор
Дата подписания: 02.06.2022 15:02:55
Уникальный программный ключ:
9ba7d3e34c012eba476ffd2d064cf27819950e750ca2574015f50ce53819c0

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное
Образовательное учреждение высшего образования
«Юго-Западный государственный университет»
(ЮЗГУ)

Кафедра экспертизы и управления недвижимостью, горного дела

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе
О.Г. Доктионова

«22» 03



ПРОЕКТИРОВАНИЕ ОБОГАТИТЕЛЬНЫХ ФАБРИК

Методические указания по выполнению практических работ для
студентов специальности 21.05.04 Горное дело специализации
«Обогащение полезных ископаемых»

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ОБОГАТИТЕЛЬНЫХ ФАБРИК

Методические указания по выполнению практических работ для
студентов специальности 21.05.04 Горное дело специализации
«Обогащение полезных ископаемых»

Курск 2022

УДК 622

Составитель: Л.А. Семенова

Рецензент

Кандидат географических наук, доцент Р.А. Попков

Проектирование обогатительных фабрик: Методические указания по выполнению практических работ для студентов специальности 21.05.04 Горное дело специализации «Обогащение полезных ископаемых / Юго-Зап. гос. ун-т; сост.: Л.А. Семенова.- Курск, 2022.- 15с.: рис. 2.- Библиогр.: с. 15.

Содержит основные сведения о правилах выполнения и оформления практических работ по дисциплине «Проектирование обогатительных фабрик». В работе даны рекомендации по выбору и расчету качественно-количественной и водно-шламовой схем обогащения.

Методические указания соответствуют требованиям программы, утвержденной на заседании кафедры Э и УН, ГД протокол № 1 от «30» 08 2021 года.

Предназначены для студентов направления подготовки (специальности) 21.05.04 Горное дело для специализации «Обогащение полезных ископаемых».

Текст печатается в авторской редакции

Подписано в печать

формат 60x84 1/16

Усл. Печ. Лист 0,87 Уч.-изд.л. 0,78 Тираж 100экз. Заказ Бесплатно 1-115

Юго-Западный государственный университет.

305040, г. Курск, ул. 50 лет Октября, 94

Содержание

1	Практическое занятие №1. Методика расчета качественно-количественной и водно-шламовой схем обогащения	4
	Список литературы	12

Практическое занятие №1

Тема: Методика расчета качественно-количественной и водошламовой схем обогащения

1. Теоретические сведения

Проектом обогатительной фабрики называется комплект технических документов, необходимых для экономически и технологически целесообразного строительства, монтажа оборудования и эксплуатации фабрики на данном месторождении.

Проектные организации разрабатывают передовую технологию переработки руды на базе новейших достижений науки, техники, организации труда, что должно обеспечивать высокие показатели по производительности труда, качеству продукции и низкую ее себестоимость.

При разработке проектной документации руководствуются законодательными актами РФ, решением президента РФ, решениями правительства РФ, нормативными актами, государственными стандартами по проектированию и строительству, нормами и правилами технологического проектирования, каталогами оборудования и др.

К проектам обогатительных фабрик предъявляются следующие требования:

- комплексное использование минеральных ресурсов, обеспечивающее безотходную технологию переработки сырья;

- рациональное использование земли, включающее организацию системы оборотного водоснабжения, рекультивацию хвостовых и породных отвалов, способы и методы защиты окружающей среды;

- обеспечение высокой производительности труда на основе передовой технологии, применения высокопроизводительного оборудования, механизации производственных процессов, автоматизации контроля и управления производством;

- использование современного типового оборудования, строительных конструкций, типовых проектов отдельных компоновочных узлов, цехов;

- обеспечение минимальных затрат на снабжение предприятия электроэнергией, водой, рудой;

- экономичное решение генерального плана фабрики с соблюдением нормативных коэффициентов застройки промплощадки и использованием земли.

- обеспечение безопасности условий строительства и эксплуатации ОФ.

Проект фабрики должен быть увязан со смежными производствами (металлургическими заводами, рудниками).

Проектирование объектов капитального строительства осуществляется в виде «**проектной документации**» и «**рабочей документации**» вместо ранее существовавших стадий «проект», «рабочий проект», «рабочая документация».

Проектная документация состоит из *текстовой части*, оформленной отдельными томами (разделами), и *графической части*.

Текстовая часть содержит сведения об объекте капитального строительства, описании принятых технических и иных решений, пояснения, ссылки на нормативные и (или) технические документы, используемые при подготовке проектной документации, и результаты расчетов, обосновывающие принятые решения.

Графическая часть отображает принятые технические и иные решения и выполняется в виде чертежей, схем, планов и других документов в графической форме.

Рабочая документация разрабатывается в целях реализации в процессе строительства архитектурных, технических и технологических решений, содержащихся в *проектной документации*, и состоит из документов в текстовой форме, рабочих чертежей, спецификации оборудования и изделий.

В соответствии с «Положением о составе разделов проектной документации ...», утвержденным постановлением Правительства РФ от 16 февраля 2008 г. №87, проектная документация на объекты капитального строительства должна состоять из 12 разделов.

- Раздел 1. «Пояснительная записка».
- Раздел 2. «Схема планировочной организации земельного участка».
- Раздел 3. «Архитектурные решения».
- Раздел 4. «Конструктивные и объемно-планировочные решения».
- Раздел 5. «Сведения об инженерном оборудовании, о сетях инженерно-технического обеспечения, перечень инженерно-технических мероприятий, содержание технологических решений». Раздел 5 состоит из следующих подразделов: «Система электроснабжения»; «Система водоснабжения»; «Система водоотведения»; «Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха, тепловые сети»; «Сети связи»; «Система газоснабжения»; «Технологические решения».
- Раздел 6. «Организация строительства».
- Раздел 7. «Проект организации работ по сносу или демонтажу объектов капитального строительства».
- Раздел 8. «Перечень мероприятий по охране окружающей среды».
- Раздел 9. «Мероприятия по обеспечению пожарной безопасности».
- Раздел 10. «Мероприятия по обеспечению доступа инвалидов».
- Раздел 11. «Смета на строительство объектов».
- Раздел 12. «Иная документация в случаях, предусмотренных федеральными законами».

Пояснительная записка (раздел 1) является обобщающим документом всех разделов проектной документации и содержит в текстовой

части информацию: о реквизитах документов; исходных данных и условиях для подготовки проектной документации; сведениях о функциональном назначении объекта; о потребности объекта в топливе, газе, воде; данные о проектной мощности объекта, численности работников, технико-экономических показателях и т.п.

Исходные данные и порядок проектирования

Обеспечение исходных данных для проектирования

Для проектирования обогатительной фабрики необходимо наличие исходных данных, изложенных в следующих документах:

- технологический регламент;**
- горно-геологический раздел проектной документации;**
- инженерные изыскания для строительства.**

В материалах технологического регламента должна содержаться следующая информация:

-минералогический, химический и рациональный состав, промышленные технологические типы и технолоические сорта руд, их физико-механические свойства;

-данные дробимости, измельчаемости и промывистости исходной руды, склонность минералов к переизмельчению, ошламованию;

-возможные колебания показателей качества руды, необходимость усреднения или отдельной переработки выделенных технологических сортов руд;

-характеристика вкрапленности минералов, крупность измельчения;

-рекомендуемая технологическая схема с учетом комплексного сырья и отходов;

-рекомендации по выбору оборудования, коэффициенты и удельные нагрузки оборудования;

-данные по балансу водопотребления, водно-шламовой схеме;

-баланс металлов, рекомендации по показателям извлечения металлов, содержания ценных компонентов в продуктах схемы, удельные нормы расхода технологических материалов, требования к расходам оборотной воды и ее очистки, другие рекомендации, необходимые для проектирования.

При разработке технологических регламентов должны быть учтены и использованы данные последних достижений науки и техники в области технологии производства и оборудования, проверены опытом работы действующих предприятий, а также результаты законченных опытно-конструкторских и опытно-промышленных работ по технологическим процессам и оборудованию, закладываемым в проектную документацию.

Технологический регламент разрабатывается соответствующей по профилю научно-исследовательской организацией, аккредитованной в установленном Законом порядке.

Технологический регламент наряду с заданием на проектирование является обязательным основополагающим документом процесса проектирования.

В горно-геологическом разделе проектной документации содержится информация о характеристике руды как предмете обогащения ; колебаниях качества руд по содержанию ценного компонента, по крупности, твердости, степени окисления; о плане развития рудника с указанием сортов, производительности по сортам; физических свойствах руды; графике поступления руды на обогатительную фабрику; возможности усреднения руды.

Инженерные изыскания для строительства по основным их видам делятся на инженерно-геодезические, инженерно-геологические, инженерно-гидрометеорологические, инженерно-экологические, изыскания грунтовых строительных материалов и источников водоснабжения на базе подземных вод.

Инженерно-геодезические изыскания для строительства должны обеспечивать получение топографо-геодезических материалов и данных о ситуации и рельефе местности (в том числе дна водотоков, водоемов и акваторий), существующих зданиях и сооружениях (наземных, подземных и надземных), элементах планировки (в цифровой, графической, фотографической и иной форме), необходимых для комплексной оценки природных и техногенных условий, территории строительства и обоснования проектирования, строительства и эксплуатации объектов.

Инженерно-геологические изыскания должны обеспечивать комплексное изучение инженерно-геологических условий района (площадки участка, трассы) проектируемого строительства, включая рельеф, геологическое строение, геоморфологические и гидрогеологические условия, состав, состояние и свойства грунтов, геологические и инженерно-геологические процессы, составление прогноза возможных изменений инженерно-геологических условий в сфере взаимодействия проектируемых объектов с геологической средой с целью получения необходимых и достаточных материалов для проектирования, строительства и эксплуатации объектов.

Инженерно-гидрометеорологические изыскания должны обеспечивать комплексное изучение гидрометеорологических условий территории (района, площадки, участка, трассы) строительства и прогноз возможных изменений этих условий в результате взаимодействия с проектируемым объектом с целью получения необходимых и достаточных материалов и данных для принятия обоснованных проектных решений.

Инженерно-гидрометеорологические изыскания должны выполняться для решения следующих задач: определение возможности обеспечения потребности в воде и организации различных видов водопользования; выбор мест размещения площадки строительства (трассы) и ее инженерная защита от неблагоприятных гидрометеорологических воздействий; разработка генерального плана территории (города, поселка); оценка воздействий

объектов строительства на окружающую водную и воздушную среду и разработка природоохранных мероприятий.

Материалы инженерно-экологических изысканий должны обеспечивать разработку раздела проектной документации «Перечень мероприятий по охране окружающей среды». В состав инженерно-экологических изысканий входят: сбор, обработка, анализ опубликованных и фондовых материалов и данных о состоянии природной среды, поиск объектов-аналогов, функционирующих в сходных природных условиях; маршрутные наблюдения с покомпонентным описанием природной среды и ландшафтов в целом, состояния наземных и водных экосистем, источников и признаков загрязнения; эколого-гидрогеологические, почвенные, радиационные, газо-геохимические, санитарно-эпидемиологические и медико-биологические исследования; изучение растительного и животного мира социально-экономические исследования.

Изыскания грунтовых строительных материалов должны обеспечивать получение необходимых и достаточных данных об их источниках, количестве, качестве и горно-геологических условиях для проектирования и организации временных карьеров по добыче грунтовых материалов, не являющихся местными строительными материалами и предназначенных для возведения земляных сооружений (насыпных, намывных плотин, дамб, дорог и т.п.) и других проектируемых объектов строительства.

Изыскания источников водоснабжения в виде подземных вод должны выполняться в составе инженерных изысканий для строительства с целью необходимых и достаточных данных для проектирования и строительства водозаборов подземных вод.

По результатам выполненных изысканий источников водоснабжения для проекта выдаются следующие основные данные и рекомендации по каждому перспективному участку:

- сведения о существующих водозаборах подземных вод с анализом опыта их эксплуатации;
- подробное описание всех исследованных водоносных горизонтов; оценку ресурсов, качества и санитарного состояния подземных вод по каждому участку;
- рекомендации с обоснованием выбора оптимального участка для размещения проектируемого водозабора;
- предложения по проведению дальнейших инженерных изысканий.
- *технические условия на подключение к существующим инженерным коммуникациям* производственного и хозяйственно-питьевого водоснабжения, теплоснабжения, канализации, телефонизации и электроснабжения.

2 Расчет качественно – количественных показателей схемы

При расчете схемы методом построения баланса ценного компонента в продуктах каждой операции массовую долю в исходном питании и во всех продуктах схемы принимают на основании результатов научно – исследовательских работ на обогатимость данного вида сырья или практики обогатительной фабрики, перерабатывающей аналогичное сырье.

При расчете схемы определяют для всех продуктов численные значения основных технологических показателей.

Относительными показателями являются:

- выход продукта переработки γ_n , %;
- массовая доля полезного компонента в продукте переработки β_n и в исходной руде α , %;
- извлечение полезного компонента в продукт переработки ϵ_n , %.

Абсолютными показателями являются:

- масса продукта переработки Q_n , т/час;
- масса полезного компонента в продукте переработке P_n , т/час.

Относительные и абсолютные показатели связаны между собой уравнениями:

Выход продукта переработки это отношение массы продукта переработки к массе исходного продукта, умноженному на 100%:

$$\gamma_n = \frac{Q_n}{Q_{исх}} \cdot 100\% \quad (1)$$

Массовая доля полезного компонента в продукте переработки равна отношению массы полезного компонента в продукте переработки к массе всего продукта переработки, умноженному на 100%:

$$\beta_n = \frac{P_n}{Q_n} \cdot 100\% \quad (2)$$

Извлечение полезного компонента в продукт переработки равно отношению массы полезного компонента в продукте переработки к массе полезного компонента в исходном продукте, умноженному на 100%:

$$\epsilon_n = \frac{P_n}{P_{исх}} \cdot 100\% \quad (3)$$

Расчет схемы рекомендуется производить вначале в относительных, затем в абсолютных показателях в следующей последовательности:

Число исходных показателей, необходимых и достаточных для расчета схемы в относительных показателях определяется из выражения:

$$N = c \cdot (1 + n_p - a_p) - 1; \quad (4)$$

$$N_n = c \cdot (n_p - a_p), \quad (5)$$

где N – общее число исходных показателей, необходимых и достаточных для расчета схемы в относительных показателях;

c - число расчетных компонентов, для монометаллической руды $c=2$;
 n_p - число продуктов разделения в схеме;
 a_p - число операций разделения в схеме;
 N_n - число исходных относительных показателей, относящихся только к продуктам обработки.

Общее число численных значений показателей выхода продукта (N_γ), массовой доли полезного компонента в продукте (N_β) и извлечения полезного компонента в продукт (N_ε), принятых в качестве исходных, составляет:

$$N_n = N_\gamma + N_\beta + N_\varepsilon \quad (6)$$

В качестве исходных обычно принимаются показатели массовой доли и извлечения ($N_\beta ; N_\varepsilon$) в концентратах основных, перечистных и контрольных операций. Показатели выхода (N_γ) как правило, в качестве исходных не принимаются, т. е. $N_\gamma = 0$. Подставляя значение N_γ в формулу, получим:

$$N_n = 0 + N_\beta + N_\varepsilon = N_\beta + N_\varepsilon \quad (7)$$

Максимальное число показателей извлечения ($N_{\varepsilon \max}$), которое может быть принято в качестве исходного, составляет:

$$N_{\varepsilon \max} = n_p - a_p; \quad (8)$$

Число показателей массовой доли при этом составит:

$$N_\beta = N_n - N_{\varepsilon \max} \quad (9)$$

На основании данных исследований или опыта работы действующей фабрики, перерабатывающей аналогичное сырье, устанавливаются численные значения показателей массовой доли (β_n) и извлечения (ε_n), принятых в качестве исходных, в концентратах основных, перечистных и контрольных операций. Массовая доля полезного компонента в исходной руде (β_1) обычно дается в задании.

Расчет неизвестных (искомых) относительных показателей для всех продуктов схемы производится, исходя из уравнения, связывающего относительные показатели:

$$\gamma_n \beta_n = \varepsilon_n \alpha, \quad (10)$$

где $\gamma_n, \beta_n, \varepsilon_n$ - соответственно выход, массовая доля и извлечение продукта, %;

α - массовая доля полезного компонента в исходном продукте (β_1), %.

По формуле $\gamma_n = \frac{\varepsilon_n \alpha}{\beta_n}$ определяются значения выходов для продуктов схемы с известными значениями массовой доли, а затем из уравнения баланса выходов ($\gamma_{к-т} + \gamma_{хв} = \gamma_{исх}$) определяются недостающие значения выходов:

$$\gamma_{хв} = \gamma_{исх} - \gamma_{к-т} \quad (11)$$

Аналогично по формуле $\varepsilon_n = \frac{\gamma_n \beta_n}{\alpha}$ определяются значения извлечений для продуктов с известными показателями массовой доли и из уравнения баланса извлечений ($\varepsilon_{к-т} + \varepsilon_{хв} = \varepsilon_{исх}$) определяются недостающие значения извлечений:

$$\varepsilon_{хв} = \varepsilon_{исх} - \varepsilon_{к-т} \quad (12)$$

По формуле $\beta_n = \frac{\varepsilon_n \alpha}{\gamma_n}$ определяются неизвестные значения массовой доли полезного компонента.

При расчете схемы могут быть использованы частные выходы (γ_n^l) и частные извлечения (ε_n), которые определяются по отношению к отдельным операциям схемы, имея в виду, что исходным в таком случае является продукт, поступающий в данную операцию.

Проверка правильности расчета схемы производится по балансам конечных продуктов обогащения:

$$\begin{aligned} \gamma_{к-т} + \gamma_{хв} &= 100\% \text{ - баланс выходов;} \\ \varepsilon_{к-т} + \varepsilon_{хв} &= 100\% \text{ - баланс извлечений;} \\ \gamma_{к-т} \beta_{к-т} + \gamma_{хв} \beta_{хв} &= 100\alpha \text{ - баланс металла.} \end{aligned}$$

Расчет схемы в абсолютных показателях проводится на основании рассчитанной схемы в относительных показателях, для чего необходимо знать массу какого-нибудь продукта схемы, обычно исходного.

При расчете схемы пользуются формулами:

$$Q_n = \frac{\gamma_n \cdot Q_{исх}}{100}, m/час; \quad (13)$$

$$P_{исх} = \frac{\alpha \cdot Q_{исх}}{100}, m/час; \quad (14)$$

$$P_n = \frac{\varepsilon_n \cdot P_{исх}}{100}, m/час. \quad (15)$$

Результаты расчета качественно-количественной схемы заносятся в таблицу 1 и изображаются графически в виде схемы на листе формата А-1.

Таблица 1- Форма записи результатов расчета качественно-количественной схемы флотации

№ операций и продуктов	Наименование операций и продуктов	Q, т/час	γ , %	β , %	ε , %	P, т/час
1	2	3	4	5	6	7

--	--	--	--	--	--	--

3 Расчет водно-шламовой схемы флотации

Целью проектирования и расчета водно-шламовой схемы является:

- обеспечение оптимальных отношений Ж:Т в операциях схемы;
- определение количества воды, добавляемой в операции, или, наоборот, выделяемой из продуктов при операциях обезвоживания;
- определение отношений Ж:Т в продуктах схемы;
- определение общей потребности воды и составление баланса по воде.

Принятые обозначения:

R_n – отношение жидкого к твердому по массе в операции или продукте,
 $R = \text{Ж:Т}$

W_n – количество воды в операции или продукте, м³/час;

L_n – количество свежей воды, добавляемой в операцию или к продукту, м³/час;

S_n – влажность продукта, %;

V_n – объем пульпы в продукте, м³/час;

Основные соотношения:

$$W_n = R_n \cdot Q_n; \quad (16)$$

$$R_n = \frac{W_n}{Q_n}; \quad (17)$$

$$R_n = \frac{S_n}{1 - S_n}; \quad (18)$$

$$S_n = \frac{R_n}{1 + R_n} = \frac{W_n}{Q_n + W_n}; \quad (19)$$

$$V_n = W_n + \frac{Q_n}{\delta_n} = R_n Q_n + \frac{Q_n}{\delta_n}; \quad (20)$$

$$V_n = Q_n \left(R_n + \frac{1}{\delta_n} \right). \quad (21)$$

При выборе исходных показателей для расчета водно-шламовой схемы руководствуются следующим:

- каждую операцию обработки продукта необходимо проводить при оптимальном отношении Ж:Т, т.е. при оптимальном значении R (I группа исходных показателей);

- часть продуктов, выходящих из операции обогащения, будет иметь относительно постоянное значение R (II группа исходных показателей);

- для успешного осуществления некоторых технологических операций необходимо подавать в операцию определенное количество дополнительной воды на 1 т обрабатываемого продукта (III группа исходных показателей).

Оптимальные значения исходных показателей для расчета шламовой схемы приведены в таблице 22 (Разумов К.А. «Проектирование обогатительных фабрик»).

Расчет водно-шламовой схемы производится в следующем порядке:

- устанавливают численные значения исходных показателей;
- составляют вспомогательную таблицу (форма таблицы 2), куда записываются масса продуктов по данным расчета количественной схемы и исходные показатели для расчета;
- по формуле $W_n = R_n \cdot Q_n$ подсчитывают и записывают в таблицу количество воды для тех продуктов схемы, для которых известны по исходным показателям значения R;
- по уравнению баланса определяют количество воды, добавляемое в отдельные операции или в отдельные продукты, и одновременно подсчитывают количество воды во всех продуктах схемы;
- по формуле $R_n = \frac{W_n}{Q_n}$ подсчитывают значения R;
- по формуле $V_n = Q_n (R_n + \frac{1}{\delta_n})$ подсчитывают объем пульпы для всех продуктов и операций;
- результаты расчета оформляются в виде таблицы (таблица 3);
- составляют баланс воды по флотационной схеме.

Таблица 2 - Вспомогательная таблица для расчета шламовой схемы (значения исходных показателей)

№ операций и продуктов	Q_n , т/час	R_n	W_n , м ³ /час
1	2	3	4

Таблица 3 – Форма записи показателей расчета шламовой схемы

№ операций и продуктов	Наименование операций и продуктов	Q, т/час	R	W, м ³ /час	V, м ³ /час

1	2	3	4	5	6

Список литературы

1. Мелик-Гайказян В.И., Емельянова Н.П.; Юшина Т.И. Методы решения задач теории и практики флотации [Текст]: учебник для вузов – М.: Издательство МГГУ «Горная книга», 2013 г.– 363 с.
2. Федотов К.В., Никольская Н.И. Проектирование обогатительных фабрик: [Текст] учебник для вузов – М.: Издательство МГГУ «Горная книга», 2012 г. – 536 с.
3. Авдохин В.М. Обогащение углей: [Электронный ресурс] учебник для вузов: В 2 т. – М.: Издательство «Горная книга», 2012 г. – Т. 2. Технологии. – 475 с. // Университетская библиотека ONLINE – [http:// biblioclub.ru/](http://biblioclub.ru/)
4. Абрамов А. А. Переработка, обогащение и комплексное использование твердых полезных ископаемых. Технология обогащения полезных ископаемых : Учебник для студентов вузов. - (Высшее горное образование). Т.П. - 2004. - 509 с.
5. Горные машины и оборудование [Электронный ресурс] : методические указания по выполнению лабораторных работ для студентов специальности 130403.65 «Открытые горные работы» / Юго-Западный государственный университет, Кафедра горного дела и обогащения полезных ископаемых. - ЮЗГУ, 2012. - 12 с.(ЭУ)
6. Горные машины и оборудование [Электронный ресурс] : методические указания по выполнению лабораторных работ для студентов специальности 130405.65 «Обогащение полезных ископаемых» / Юго-Западный государственный университет, Кафедра горного дела и обогащения полезных ископаемых. - ЮЗГУ, 2012. - 18 с.(ЭУ)
7. Разумов К. А. Проектирование обогатительных фабрик [Текст] : учебник для вузов / К. А. Разумов, В. А. Перов. - Недра, 1982. - 518 с.