

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Кузбасский государственный технический университет
имени Т. Ф. Горбачева»

Кафедра обогащения полезных ископаемых

Составители
М. С. Клейн
Т. Е. Вахонина

ТЕХНОЛОГИЯ ОБОГАЩЕНИЯ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

Методические указания курсовому проекту

Рекомендовано учебно-методической комиссией
специальности 21.05.04 Горное дело
в качестве электронного издания
для использования в образовательном процессе

Кемерово 2019

Рецензент:

Удовицкий В. И. – профессор, зав. кафедрой обогащения полезных ископаемых

Клейн Михаил Симхович

Вахонина Татьяна Евгеньевна

Технология обогащения полезных ископаемых: методические указания к курсовому проекту [Электронный ресурс] для обучающихся специальности 21.05.04 Горное дело, специализации Обогащение полезных ископаемых, всех форм обучения / сост.: М. С. Клейн, Т. Е. Вахонина; КузГТУ – Электрон. издан. – Кемерово, 2019.

Представлены цель, общие сведения и пример расчета схемы обогащения, требования к содержанию и оформлению пояснительной записки, приведены исходные данные, схема и формулы необходимые для расчета.

Назначение издания – помощь обучающимся в получении знаний по дисциплине «Технология обогащения полезных ископаемых» и в выполнении курсового проекта.

© КузГТУ, 2019

© Клейн М. С.,
Вахонина Т. Е.,
составление, 2019

ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Курсовой проект по дисциплине «Технология обогащения полезных ископаемых» выполняется по заданию, выбранному в соответствии с шифром зачетной книжки студента. Тематикой курсового проекта являются выбор и расчет водно-шламовой схемы углеобогатительной фабрики (УОФ). Допускается выполнение научно-исследовательской работы по совершенствованию техники и технологии обогащения полезных ископаемых.

Цель курсового проекта – научить студентов выбирать и рассчитывать водно-шламовые схемы УОФ с учетом заданного содержания твердых частиц в оборотной и осветленной воде.

Задачи курсового проекта: рассчитать количество воды во всех операциях и продуктах выбранной технологической схемы; установить количество шламовой воды, направляемой сразу в оборот и на глубокую очистку; составить балансы продуктов обогащения и технологической воды по фабрике.

Курсовой проект состоит из пояснительной записки объемом 30-35 страниц текста и одного листа графической части. Пояснительная записка оформляется на компьютере.

Содержание пояснительной записки к курсовому проекту

1. Задание на курсовой проект.
2. Обоснование выбранной водно-шламовой схемы.
3. Выбор типа оборудования для основных операций технологической схемы (без расчета).
4. Расчёт водно-шламовой схемы.
5. Список использованной литературы.

На листе графической части приводится технологическая схема с указанием качественно-количественных показателей (производительность Q , т/ч или выход γ , %, и зольность A^d , %) и количества воды (W^B , м³/ч) для всех продуктов обогащения, а также количества воды, подаваемой в отдельные операции.

В данных методических указаниях приведены рекомендации по выбору водно-шламовой схемы и её аппаратного оснащения, основные расчетные формулы и указания по расчёту схем, а также приведён пример расчёта одной из схем.

Методические указания рассчитаны на самостоятельную работу студентов с рекомендуемой литературой и не могут заменить её.

1. СОДЕРЖАНИЕ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

1.1. Выбор водно-шламовой схемы

Водно-шламовые системы углеобогачительных фабрик – это совокупность машин и аппаратов, соединенных между собой коммуникациями для шламовых вод продуктов переработки. Водно-шламовые системы современных УОФ служат для распределения оборотной и технической воды между аппаратами при требуемых расходе и количестве, обеспечивающих нормальные условия технологического процесса.

Водно-шламовые схемы фабрик обычно включают процессы обогащения и обезвоживания угольных шламов и решают следующие важные *технические, экологические и экономические задачи*:

- получение из шламов качественного угольного концентрата при минимальных потерях угля с отходами, за счет чего достигается увеличение выпуска товарного продукта и рациональное использование ресурсов ископаемых углей;
- очистка шламовых вод от твердой фазы и их обезвоживание для обеспечения оборотного водоснабжения технологических процессов относительно чистой оборотной водой;
- снижение загрязнения природной среды выбросами техногенных вод фабрик;
- сокращение потребления свежей воды из наружных источников.

Применяемые на УОФ водно-шламовые схемы можно разделить на три основные типа [6, с. 234].

К первому типу относят схемы с **глубокой очисткой** всей шламовой воды (рис. 1). В таких схемах предусмотрены флотация всей шламовой воды и глубокое осветление суспензии отходов флотации с использованием флокулянтов. Схемы этого типа на углеобогачительных фабриках применяют редко из-за необходимости флотировать большие объемы пульпы при весьма низком

содержании в ней твердой фазы, что приводит к необходимости увеличения производительности флотационного отделения фабрики. Однако при небольших расходах технологической воды на УОФ (до $2 \text{ м}^3/\text{т}$) применение таких схем эффективно.

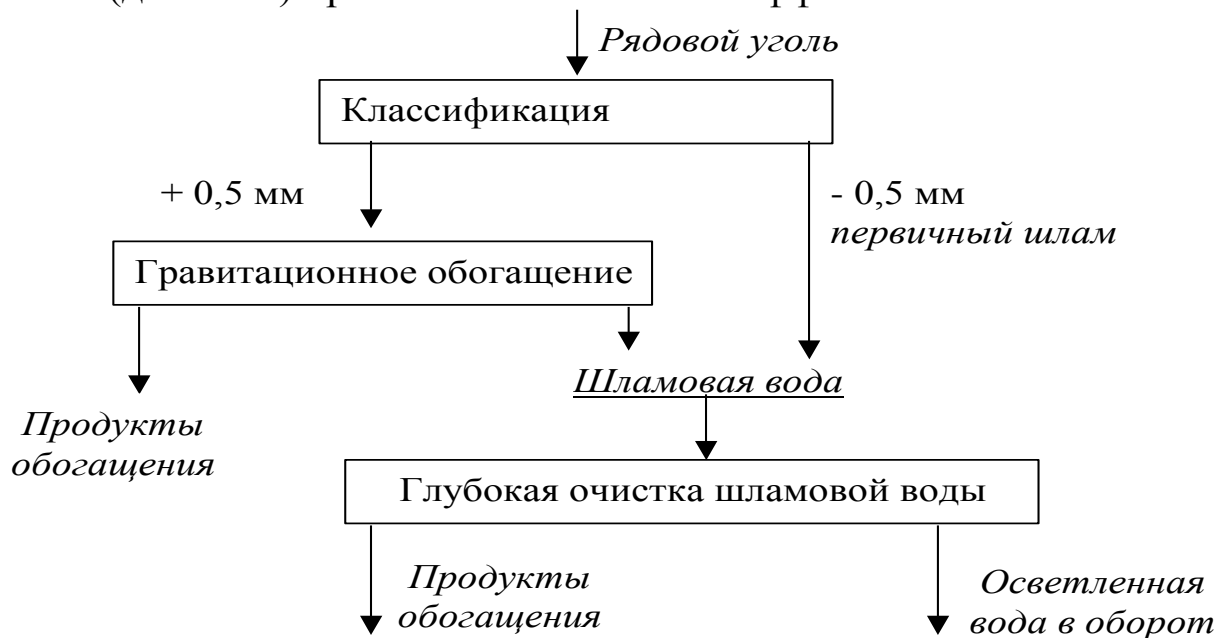


Рис. 1. Водно-шламовая схема с глубокой очисткой всей шламодовой воды

Ко второму типу относят **комбинированные** водно-шламовые схемы (рис. 2), по которым на глубокую очистку направляется только часть шламодовой воды; другая часть возвращается в оборотный цикл без очистки или подвергается неглубокой очистке в сгустительно-осветлительных устройствах.

Комбинированные схемы позволяют поддерживать оптимальное содержание твердого в оборотной воде, обеспечивающее высокие показатели гравитационного обогащения при минимальных затратах на обработку шламодовой воды. Комбинированная схема без предварительного сгущения шлама перед флотацией наиболее проста в исполнении и обслуживании, гибка и менее чувствительна к колебаниям расхода оборотной воды.

Отличительная особенность этих схем – выделение первичного шлама в начале процесса, предотвращающее излишнее шламообразование и циркуляцию твердого.

При эффективном выделении шлама перед обогащением угля содержание шлама в шламовой воде после обезвоживания концентрата (например, в багер-элеваторе) небольшое и слив может использоваться в оборотном цикле без очистки.

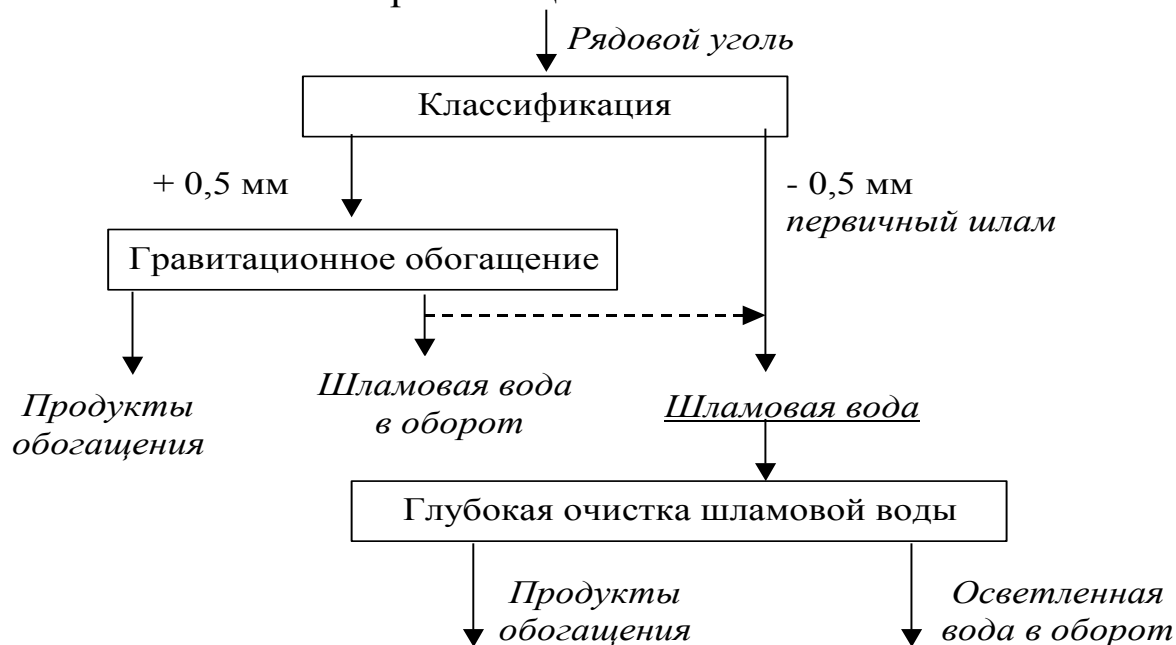


Рис. 2. Комбинированная водно-шламовая схема очистки шламовой воды

К третьему типу относят схемы с **неглубокой очисткой** всей шламовой воды в сгустительно-осветлительных устройствах (сгуститель, гидроциклон, багер-элеватор и др.) без применения флокулянтов, чтобы не нарушить селективность последующей флотации (рис. 3). В этих схемах глубокой очистке через флотацию подвергается только сгущенный продукт сгустительно-осветлительных устройств.

Схемы третьего типа обычно используют на фабриках в том случае, если выпускается сгущенный продукт с низким содержанием твердого и его можно направлять на флотацию без разбавления. В таких схемах сгустительно-осветлительный аппарат превращается в своеобразный делитель пульпы, из которого часть шламовой воды (сгущенный продукт) направляется на глубокую очистку, а другая часть (слив) – в оборотный цикл фабрики.

Схемы третьего типа при такой технологии по своей сути приближаются к комбинированным схемам.

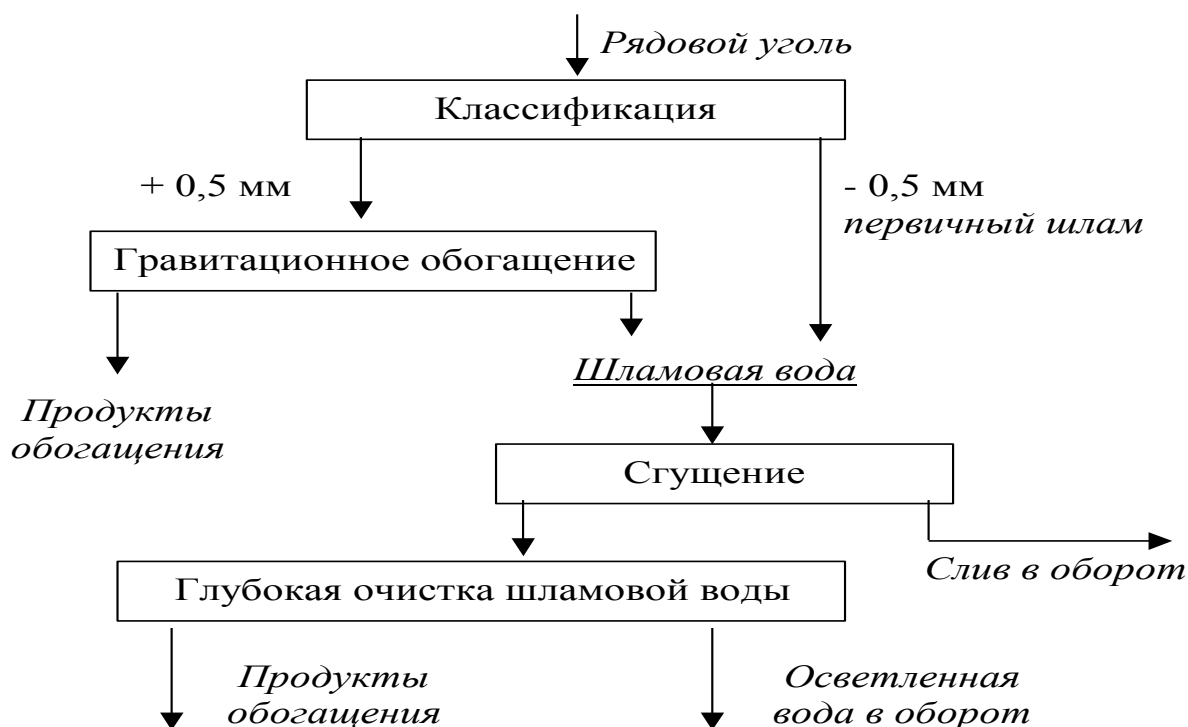


Рис. 3. Водно-шламовая схема с неглубокой очисткой всей шламовой воды

При выборе водно-шламовой схемы необходимо учитывать следующие рекомендации для проектирования УОФ [8].

При обогащении угля в тяжёлых средах следует предусматривать двухстадийную схему регенерации суспензии. При плотности суспензии не более 1800 кг/м^3 , а также при неразмокаемых породах допускается применение одностадийной схемы.

Отделение кондиционной суспензии следует предусматривать на грохотах для обезвоживания концентрата и промпродукта, а при наличии в исходном угле размокаемых пород – на грохотах для концентрата.

Флотацию следует предусматривать с получением двух конечных продуктов – концентрата и отходов. Для труднофлотируемых шламов при необходимости следует предусматривать предварительный «сброс» илов при помощи гидроциклонов или перечистку пенного продукта.

Фильтрат вакуум-фильтров для обезвоживания флотоконцентрата следует, как правило, направлять на флотацию. Допускается направление фильтрата в оборот. При значительном содержании в фильтрате тонких глинистых частиц и зольности бо-

лее 30 % следует предусматривать отдельные флотомшины для одностадийной флотации фильтрата.

Для всех УОФ с глубиной обогащения 0 мм при применении для обесшламливания конусных грохотов следует, как правило, предусматривать перед флотацией контроль крупности всей пульпы в гидроциклонах. Можно предусматривать подачу части слива гидроциклонов контроля крупности на флотацию, части – в оборот на мокрую классификацию.

Выбор водно-шламовой схемы фабрики студенты проводят с учётом тех технологических процессов обогащения крупного и мелкого угля, которые указаны в задании на курсовой проект. Кроме того, необходимо ознакомиться с водно-шламовыми схемами современных действующих УОФ, которые приведены в литературе [1, 2, 3, 6, 8].

1.2. Выбор оборудования

После выбора водно-шламовой схемы фабрики студенты приступают к выбору оборудования для всех операций обогащения и обезвоживания продуктов обогащения и обработки шламовых вод. При этом необходимо использовать литературу [1, 3, 5, 6, 8, 9] с учётом следующих рекомендаций [8]:

1. Подготовительная классификация. При влажности рядового угля более 7 %, а также при содержании в породе более 50 % глинистых частиц следует предусматривать мокрую классификацию на грохотах с последующим обесшламливанием подрешетного продукта.

2. Для обезвоживания продуктов отсадки следует принимать: для крупного концентрата – инерционные грохоты; для мелкого концентрата – багер-сборники или конические грохоты при содержании фракций плотностью менее 1300 кг/м^3 свыше 10%, инерционные грохоты и фильтрующие центрифуги для вторичного обезвоживания; для промпродукта – элеваторы, фильтрующие центрифуги для вторичного обезвоживания; для породы – элеваторы.

3. Для обесшламливания угля перед обогащением следует устанавливать конические грохоты. При углях с неразмокаемыми

породами и содержанием фракций плотностью менее 1300 кг/м^3 до 10 % допускается применение багер-сборников.

4. Для аккумуляции и осветления случайных переливов, аварийных выпусков аппаратуры и др. следует предусматривать шламовые бассейны, оборудованные машинами для выгрузки шлама.

5. Для сгущения отходов флотации следует применять, как правило, цилиндрико-конические сгустители и использовать флокулянты.

6. Сгущённые отходы флотации следует обезвоживать на фильтр-прессах.

7. Сушку продуктов обогащения следует предусматривать: в барабанных сушилках для каменных углей средней и низкой стадии метаморфизма; в сушилках кипящего слоя для тощих углей. Допускается использование труб-сушилок.

1.3. Расчёт водно-шламовой схемы

1. Расчёт водно-шламовой схемы УОФ производится с целью определения количества воды во всех продуктах и операциях технологической схемы и количества воды, добавляемой в отдельные операции или удаляемой из продуктов при их обезвоживании. По результатам расчёта составляется общий баланс воды по фабрике и определяется потребность фабрики в оборотной и свежей воде.

При расчёте схемы необходимо использовать нормативные значения влажности продуктов, количества воды для отдельных операций, содержания твёрдого в воде и др., которые имеются в литературе [1, 3, 8].

Порядок расчёта водно-шламовой схемы и примеры расчёта приведены в литературе [3, 9].

Расчёт водно-шламовой схемы проводят по результатам расчёта качественно-количественной схемы. В задании на курсовой проект приводятся только результаты расчёта операций обогащения крупного и мелкого угля, а также предварительный расчёт операций подготовительной классификации и дешламации (расчёт указанных операций студенты проводили при выполнении курсового проекта «Гравитационные методы обогащения по-

лезных ископаемых»). Поэтому при расчёте водно-шламовой схемы необходимо для всех операций и продуктов рассчитывать качественно-количественные показатели с учетом шлама, поступающего в процесс с оборотной водой.

При расчете операций, связанных с обогащением угля в тяжёлых средах, необходимо определить количество магнетита в операциях и продуктах и составить баланс по магнетиту.

2. Основные формулы и обозначения

В соответствии с выбранной технологической схемой номера операций обозначаем I, II, III, ..., j , ..., m , где j – номер любой операции; m – номер последней операции. Номера продуктов обозначаем 1, 2, 3, ..., i , ..., k , где i – номер любого продукта; k – номер последнего продукта.

При расчете показателей схемы использованы следующие обозначения:

$\gamma_{\text{пр}}$ – выход продукта, %;

$A_{\text{пр}}^d$ – зольность продукта, %;

$Q_{\text{пр}}$ – производительность по твердому продукту, т/ч;

$W_{\text{пр}}^{\text{п}}$ – производительность по пульпе продукта, м³/ч;

$Q_{\text{пр}}^{\text{п}}$ – производительность по пульпе продукта, т/ч;

$W_{\text{пр}}^{\text{в}}$ – производительность по воде продукта, м³/ч;

$C_{\text{пр}}$ – содержание твердого в продукте, т/м³;

$\gamma_{\text{пр}}^{\text{об}}$ – объемный выход продукта, %;

$W_{\text{пр}}^r$ – влажность продукта, %;

ρ – плотность твердого в продукте, т/м³.

Баланс твердого и воды в операции:

$$Q_1 = Q_2 + Q_3 + \dots + Q_i \quad (1)$$

$$W_1^B = W_2^B + W_3^B + \dots + W_i^B, \quad (2)$$

где Q_1 и W_1^B – количество воды, поступающей в операцию, м³/ч;

Q_2 , Q_3 и Q_i – количество твердого, удаляемого из операции с продуктами обогащения, т/ч;

W_2^B , W_3^B и W_i^B – количество воды, удаляемой из операции с продуктами обогащения, м³/ч.

Влажность продукта, %:

$$W_{\text{пр}}^r = \frac{100 \cdot W_{\text{пр}}^B}{W_{\text{пр}}^B + Q_{\text{пр}}} \quad (3)$$

Содержание твердого в продукте, т/м³:

$$C_{\text{пр}} = Q_{\text{пр}} / W_{\text{пр}}^n \quad (4)$$

$$C_{\text{пр}} = \frac{100 - W_{\text{пр}}^r}{(100 - W_{\text{пр}}^r) / \rho + W_{\text{пр}}^r} \quad (5)$$

Выход продукта, %:

$$\gamma_{\text{пр}} = Q_{\text{пр}} \cdot 100 / Q_{\text{исх}} \quad (6)$$

$$\gamma_{\text{к-т}}^{\text{оп}} = \gamma_{\text{пит}} \cdot \frac{A_{\text{отх}}^d - A_{\text{пит}}^d}{A_{\text{отх}}^d - A_{\text{к-т}}^d} \quad (7)$$

Производительность по твердому продукту, т/ч:

$$Q_{\text{пр}} = \gamma_{\text{пр}} \cdot Q_{\text{исх}} / 100 \quad (8)$$

$$Q_{\text{пр}} = \frac{W_{\text{пр}}^B}{1/C_{\text{пр}} - 1/\rho} \quad (9)$$

$$Q_{\text{пр}} = W_{\text{пр}}^n \cdot C_{\text{пр}} \quad (10)$$

$$Q_2 = Q_1 \cdot \frac{1/C_1 - 1/C_3}{1/C_2 - 1/C_3} \quad (11)$$

$$Q_{\text{пр}} = \frac{C_{\text{пр}} \cdot Q_{\text{пр}}^n}{1 + C_{\text{пр}} \cdot (1 - 1/\rho)} \quad (12)$$

Производительность по пульве продукта, м³/ч:

$$W_2^{\text{П}} = W_1^{\text{П}} \cdot \frac{C_3 - C_1}{C_3 - C_2} \quad (13)$$

$$W_{\text{пр}}^{\text{П}} = W_{\text{пр}}^{\text{В}} + Q_{\text{пр}} / \rho \quad (14)$$

$$W_{\text{пр}}^{\text{П}} = Q_{\text{пр}} / C_{\text{пр}} \quad (15)$$

Производительность по воде продукта, м³/ч:

$$W_{\text{пр}}^{\text{В}} = W_{\text{пр}}^{\text{П}} - Q_{\text{пр}} / \rho \quad (16)$$

$$W_{\text{пр}}^{\text{В}} = Q_{\text{пр}} \cdot W^r / (100 - W^r) \quad (17)$$

Объемный выход продукта, %:

$$\gamma_{\text{пр}}^{\text{об}} = 100 \cdot W_{\text{пр}}^{\text{П}} / W_{\text{исх}}^{\text{П}} \quad (18)$$

Объемная концентрация утяжелителя в суспензии:

$$C_y^c = (\rho_c - 1000) / (\rho_y - 1000), \quad (19)$$

где ρ_c и ρ_y – плотность суспензии и утяжелителя, кг/м³.

Количество воды в суспензии, м³/ч:

$$W^{\text{В}} = W^c \cdot (1 - C_y^c), \quad (20)$$

где W^c – объём суспензии, м³/ч.

Количество утяжелителя в суспензии, кг/ч:

$$q = W^c \cdot C_y^c \cdot \rho_y \quad (21)$$

3. Результаты расчета схемы оформляются в виде табл. 1.

Таблица 1

Результаты расчета водно-шламовой схемы

№ операций и продуктов	Наименование операций и продуктов	Q , т/ч	A^d , %	W^B , м ³ /ч
I	<u>Мокрая классификация</u>			
	<i>Поступает:</i>			
1	Рядовой уголь	Q_1	A^d_1	W_1^B
	Оборотная вода	$Q_{шл}$	$A^d_{шл}$	$W_{шл}$
	Итого	Q_I	A^d_I	W_I^B
	<i>Выходит:</i>			
2	Надрешетный продукт	Q_2	A^d_2	W_2^B
3	Подрешетный продукт	Q_3	A^d_3	W_3^B
	Итого	Q_I	A^d_I	W_I^B
	И так далее			

4. Составляется баланс продуктов обогащения в виде табл. 2.

Таблица 2

Баланс продуктов обогащения

№ продуктов	Наименование продуктов	Q , т/ч	A^d , %	W^B , м ³ /ч	W^r , %
8	Концентрат т.с.				
48	Концентрат после сушки				
	Итого концентрата				
11	Промпродукт т.с.				
34	Промпродукт отсадки				
	Итого промпродукта				
14	Отходы т.с.				
28	Отходы отсадки				
52	Осадок фильтр-прессов				
	Итого отходов				
	Всего				

5. Составляется баланс воды по фабрике в виде табл. 3.

Таблица 3

Баланс воды по фабрике

№	Поступает в процесс	$W^B, \text{ м}^3/\text{ч}$	№	Выходит из процесса	$W^B, \text{ м}^3/\text{ч}$
1	С рядовым углем	W_1^B		С продуктами обогащения	$W_{\text{пр}}^B$
I	На классификацию		22	Слив М.С.	W_{22}^B
	На приготовление суспензии	$W_{\text{I об}}^B$	36	Шламовая вода	W_{36}^B
IV, V, VI	На отмывку продуктов	$W_{\text{сус}}^B$	47	Пар	W_{47}^B
IX	На отсадку	$W_{\text{IV, V, VI}}^B$	51	Слив сгущения	W_{47}^B
	Итого	W_{IX}^B		Итого	W_{51}^B

6. Задание на курсовой проект

Выбрать и рассчитать водно-шламовую схему УОФ, используя исходные данные по фабрике (прил. 1) и результаты предварительного расчета качественно-количественной схемы из курсового проекта «Гравитационные методы обогащения» или по приложению 2. В приложении 2 номера операций и продуктов указаны в соответствии с технологической схемой, приведенной на рис. 4. Варианты задания на курсовой проект выбираются студентами по прил. 1 по **предпоследней** цифре шифра зачетной книжки, а по прил. 2 – по **последней** цифре шифра.

При использовании результатов расчета курсового проекта «Гравитационные методы обогащения» составляется табл. 4, в которую заносятся выходы и зольности продуктов с номерами, соответствующими технологической схеме (рис. 4) курсового проекта. После составления таблицы необходимо проверить баланс продуктов по выходу и зольности.

При необходимости студенту может быть выдано индивидуальное задание по выбору и расчету водно-шламовой схемы действующей или проектируемой фабрики.

Таблица 4

Результаты расчета отдельных операций схемы
из курсового проекта «Гравитационные методы обогащения»

№	Наименование операций и продуктов	$\gamma, \%$	$A^d, \%$
I	<u>Мокрая классификация</u>	γ_5	
1	<u>Поступает:</u> рядовой уголь	γ_6	A^d_5
2	<u>Выходит:</u> надрешётный продукт	γ_7	A^d_6
3	подрешётный продукт	γ_5	A^d_7
	<u>Всего</u>		A^d_5
VIII	<u>Обесшламливание</u>	γ_7	
3	<u>Поступает:</u> подрешётный продукт	γ_{23}	A^d_7
24	<u>Выходит:</u> обесшламленный продукт	γ_{22}	A^d_{23}
25	шлам	γ_7	A^d_{22}
	<u>Всего</u>		A^d_7
II	<u>Обогащение крупного угля</u>	γ_6	
2	<u>Поступает:</u> надрешётный продукт	γ_8	A^d_6
4	<u>Выходит:</u> концентрат	X_3	A^d_8
4 ^ш	в т. ч. шлам	γ_9	A^d_{x3}
6	промпродукт	γ_9	A^d_9
6 ^ш	в т. ч. шлам	γ_{10}	A^d_9
7	отходы	γ_{10}	A^d_{10}
7 ^ш	в т. ч. шлам	γ_{10}	A^d_{10}
	<u>Всего</u>	γ_6	A^d_6
IX	<u>Обогащение мелкого угля</u>	γ_{23}	
24	<u>Поступает:</u> обесшламленный продукт	γ_{24}	A^d_{23}
26'	<u>Выходит:</u> концентрат	X_2	A^d_{24}
26 ^ш	в т. ч. шлам	γ_{25}	A^d_{x2}
27	промпродукт	γ_{26}	A^d_{25}
28	отходы	γ_{26}	A^d_{26}
	<u>Всего</u>	γ_{23}	A^d_{23}

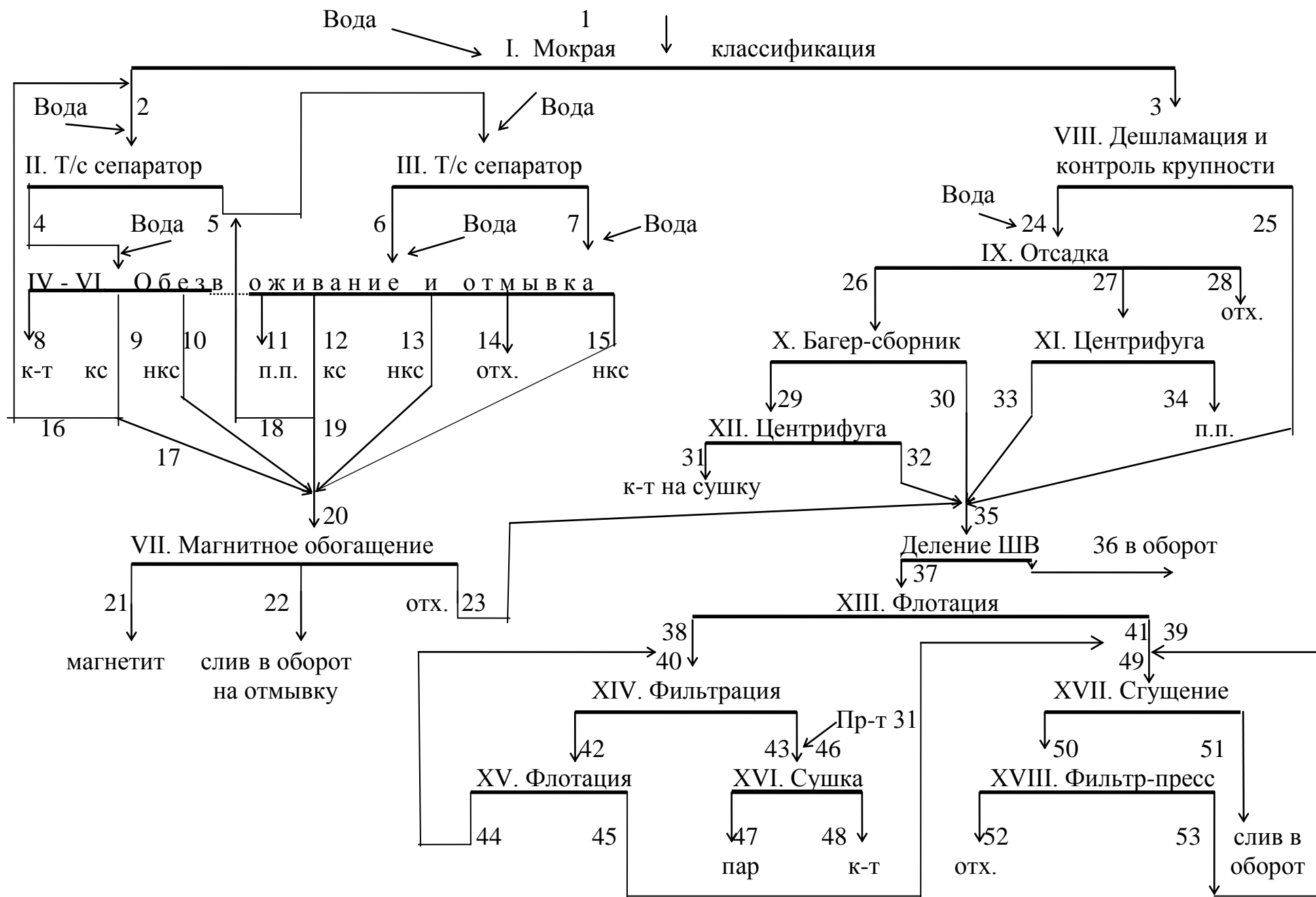


Рис. 4. Технологическая схема УОФ

2. ПРИМЕР ВЫБОРА И РАСЧЕТА ВОДНО-ШЛАМОВОЙ СХЕМЫ

2.1. Задание: Выбрать и рассчитать водно-шламовую схему УОФ производительностью $Q_1 = 1250$ т/ч. Исходный уголь: зольность $A_1^d = 20,1$ %; влажность $W_1^r = 7$ %; марка – К. Крупность машинных классов: 13–150 мм и 0,5–13 мм. Плотность твердого во всех продуктах $\rho = 1,6$ т/м³. Содержание твёрдого: в оборотной воде $C_{\text{ТВ}}^{\text{об}} = 0,03$ т/м³; в осветлённой воде $Q_{\text{ТВ}}^{\text{ос}} = 0,005$ т/м³.

Методы обогащения угля: крупного – тяжёлая среда (нижняя и верхняя плотности разделения соответственно: $\rho_n = 1500$ кг/м³; $\rho_v = 1800$ кг/м³); мелкого – отсадка; шлама – флотация. Зольность отходов флотации $A_{\text{отх}}^d \text{ фл} = 64,0$ %.

Результаты предварительного расчета качественно-количественных показателей для операций мокрой классификации, обесшламливания и обогащения крупного и мелкого угля с учетом их эффективности и шламообразования, взятые из курсового проекта «Гравитационные методы обогащения» или по приложению 2, приведены в табл. 5.

2.2. Выбор водно-шламовой схемы и оборудования для основных технологических операций

Для данной УОФ выбрана комбинированная водно-шламовая схема (рис. 4), в которой предусмотрено объединение всей шламовой воды с последующим направлением одной части ее в оборот, а другой – на окончательную регенерацию с получением осветленной воды. Количество шламовой воды, направляемой сразу в оборот, определяется из соотношения содержания твердого в шламовой, осветленной и оборотной воде.

Для основных технологических операций выбрано следующее оборудование: мокрая классификация – грохот ГИСЛ; обогащение крупного угля – сепаратор СКВП; обесшламливание – грохот ГК; отсадка – отсадочная машина МО; обезвоживание и отмывка магнетита – грохоты ГИСЛ; магнитное обогащение – сепараторы ЭБМ; обезвоживание концентрата отсадки: I стадия –

багер-элеватор ЭБК; II стадия – центрифуги ФВВ; обезвоживание промпродукта – центрифуги ФВВ; флотация – флотомашины МФУ; фильтрация флотоконцентрата – фильтры ДОО 250; сгущение отходов флотации – сгустители С-10; фильтрация отходов флотации – ленточные фильтр-прессы; сушка – барабанная сушилка.

Таблица 5

Результаты предварительного расчета
отдельных операций технологической схемы

№	Наименование операций и продуктов	γ , %	A^d , %
I	<u>Мокрая классификация</u>		
1	<u>Поступает</u> : рядовой уголь	100	20,1
2	<u>Выходит</u> : надрешётный продукт	35,3	27,7
3	подрешётный продукт	64,7	15,9
	<u>Всего</u>	100	20,1
VIII	<u>Обесшламливание</u>		
3	<u>Поступает</u> : подрешётный продукт	64,7	15,9
24	<u>Выходит</u> : обесшламленный продукт	49,0	14,0
25	шлам	15,7	21,9
	<u>Всего</u>	64,7	15,9
II	<u>Обогащение крупного угля</u>		
2	<u>Поступает</u> : надрешётный продукт	35,3	27,7
4	<u>Выходит</u> : концентрат	24,5	9,9
4 ^ш	в т. ч. шлам	1,7	14,1
6	промпродукт	2,8	33,7
6 ^ш	в т. ч. шлам	0,1	33,7
7	отходы	8,0	80,2
7 ^ш	в т. ч. шлам	0,3	80,2
	<u>Всего</u>	35,3	27,7
IX	<u>Обогащение мелкого угля</u>		
24	<u>Поступает</u> : обесшламленный продукт	49,0	14,0
26'	<u>Выходит</u> : концентрат	43,8	7,9
26 ^ш	в т. ч. шлам	9,3	13,2
27	промпродукт	1,7	43,5
28	отходы	3,5	75,7
	<u>Всего</u>	49,0	14,0

2.3. Расчёт водно-шламовой схемы

Характеристики оборотной и шламовой воды

Содержание шлама в оборотной воде $C_{\text{ТВ}}^{\text{об}} = 0,03 \text{ т/м}^3$ (задание), а зольность $A_{\text{об}}^{\text{д}}{}^{\text{шл}}$ этого шлама находим следующим образом.

1. Определяем соотношение количества твердого в осветленной $Q_{\text{ТВ}}^{\text{ос}}$ и в шламовой воде $Q_{\text{ТВ}}^{\text{шл}}$ по формуле

$$K_{\text{ТВ}} = \frac{Q_{\text{ТВ}}^{\text{ос}}}{Q_{\text{ТВ}}^{\text{шл}}} = \frac{1/C_{\text{ТВ}}^{\text{об}} - 1/C_{\text{ТВ}}^{\text{шл}}}{1/C_{\text{ТВ}}^{\text{ос}} - 1/C_{\text{ТВ}}^{\text{шл}}},$$

где содержание твердого в шламовой воде $C_{\text{ТВ}}^{\text{шл}}$ зависит от:

- количества всего шлама, находящегося в технологической схеме $\gamma^{\text{шл}}$ (из задания):

$$\gamma^{\text{шл}} = \gamma_{25}^{\text{шл}} + \gamma_4^{\text{шл}} + \gamma_6^{\text{шл}} + \gamma_7^{\text{шл}} + \gamma_{26}^{\text{шл}} = 27,10 \%;$$

- удельного расхода оборотной воды $q^{\text{об}}$, который рассчитывается по принятым показателям: удельный расход воды на мокрую классификацию $q_{\text{I}}^{\text{об}} = 1,4 \text{ м}^3/\text{т}$ и на отсадку $q_{\text{IX}}^{\text{об}} = 2,9 \text{ м}^3/\text{т}$ [8, табл. 7.7; 9, прил. 47].

$$\begin{aligned} q^{\text{об}} &= (q_{\text{I}}^{\text{об}} \cdot Q_1 + q_{\text{IX}}^{\text{об}} \cdot Q_{24}) / Q_1 = q_{\text{I}}^{\text{об}} + q_{\text{IX}}^{\text{об}} \cdot \gamma_{24} / 100 = \\ &= 1,4 + 2,9 \cdot 49,0 / 100 = 2,821 \text{ м}^3/\text{т}; \end{aligned}$$

- содержания твердого в оборотной воде $C_{\text{ТВ}}^{\text{об}} = 0,03 \text{ т/м}^3$.

Содержание твердого в шламовой воде $C_{\text{ТВ}}^{\text{шл}}$ определяем, используя эмпирическую зависимость:

$$\begin{aligned} C_{\text{ТВ}}^{\text{шл}} &= 10^{-3} \cdot 2,1 \cdot (q^{\text{об}})^{-0,68} \cdot (915 \cdot C_{\text{ТВ}}^{\text{об}} + 3,5 \cdot \gamma^{\text{шл}} - 4 \cdot C_{\text{ТВ}}^{\text{об}} \cdot \gamma^{\text{шл}} + 4) = \\ &= 0,128 \text{ т/м}^3. \end{aligned}$$

$$K_{\text{ТВ}} = (1/0,03 - 1/0,128) / (1/0,005 - 1/0,128) = 0,133.$$

2. Определяем $A_{\text{шл}}^{\text{д}}$ – зольность шлама, находящегося в технологической схеме (из задания):

$$\begin{aligned} A_{\text{шл}}^{\text{д}} &= \sum (A_{\text{шл}_i}^{\text{д}} \cdot \gamma_{\text{шл}_i}) / \sum \gamma_{\text{шл}_i} = \\ &= (1,7 \cdot 14,1 + 0,1 \cdot 33,7 + 0,3 \cdot 80,1 + 9,3 \cdot 13,12 + 15,7 \cdot 21,9) / 27,1 = 19,11 \%. \end{aligned}$$

3. Определяем зольность шлама в оборотной воде по формуле

$$A_{об}^d_{шл} = K_{ТВ} \cdot (A_{отх}^d_{фл} + 3) + (1 - K_{ТВ}) \cdot A_{шл}^d,$$

тогда $A_{об}^d_{шл} = 0,133 \cdot (64 + 3) + (1 - 0,133) \cdot 19,11 = 25,468 \%$.

Мокрая классификация (операция I)

1. На мокрую классификацию поступает рядовой уголь $Q_1 = 1250$ т/ч и оборотная вода.

2. Расход воды на мокрую классификацию равен $1,4$ м³/т [8, табл., 7.7; 9, прил. 47].

$$W_1^B = Q_1 \cdot 1,4 = 1750 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

3. Количество воды, поступающей с рядовым углем, находим по формуле (17):

$$W_1^B = 1250 \cdot 7 / (100 - 7) = 94,1 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

4. Количество оборотной воды:

$$W_{I об}^B = W_1^B - W_1^B = 1750 - 94,1 = 1655,9 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

5. Количество твердого в оборотной воде (формула 9):

$$Q_1^{об} = \frac{W_{I об}^B}{1/C_{ТВ}^{об} - 1/\rho} = 1655,9 / (1/0,03 - 1/1,6) = 50,63 \text{ т/ч};$$

$$\gamma_1^{об} = 100 \cdot Q_1^{об} / Q_1 = 100 \cdot 50,63 / 1250 = 4,05 \%$$

6. Принимаем влажность надрешётного продукта $W_2^r = 9 \%$ [9, прил. 48].

$$\gamma_2 = 35,3 \% \text{ (табл. 5); } Q_2 = \gamma_2 \cdot Q_1 / 100 = 441,25 \text{ т/ч}.$$

По формуле (17) находим:

$$W_2^B = 441,25 \cdot 9 / (100 - 9) = 43,64 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

7. Рассчитываем подрешётный продукт.

$$Q_3 = Q_1 + Q_1^{об} - Q_2 = 1250 + 50,63 - 441,25 = 859,38 \text{ т/ч};$$

$$\gamma_3 = \gamma_1 + \gamma_1^{об} - \gamma_2 \quad \gamma_3 = 100 + 4,05 - 35,3 = 68,75 \%$$

$$A_3^d = (100 \cdot 20,1 + 4,05 \cdot 25,4 - 35,3 \cdot 27,7) / 68,75 = 16,51 \%$$

$$W_3^B = W_1^B - W_2^B = 1750 - 43,64 = 1706,36 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Обогащение в тяжёлосреднем сепараторе с плотностью суспензии 1500 кг/м³ (операция II)

На обогащение поступает надрешетный продукт производительностью $Q_2 = 441,25$ т/ч. Исходя из этого устанавливаем сепаратор СКВП-40 с максимальной производительностью до 600 т/ч и шириной ванны 4 м.

1. Определяем количество циркулирующей суспензии с плотностью 1500 кг/м³. Принимаем количество суспензии, проходящей через 1 м ширины ванны – 80 м³/ч [8, с. 26].

$$W_{II}^C = 80 \cdot 4 = 320 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

2. Определяем объемную концентрацию магнетита в суспензии по формуле (19):

$$C_{II_y}^C = (1500 - 1000) / (4600 - 1000) = 0,14.$$

3. Находим количество воды в суспензии по формуле (20):

$$W_{II}^B = 320 \cdot (1 - 0,14) = 275,56 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

4. Расход дополнительной воды в суспензии:

$$W_{II}^{доп} = W_{II}^B - W_2^B = 275,2 - 43,4 = 231,92 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

5. Находим количество магнетита в суспензии по формуле (21):

$$q_{II} = 320 \cdot 0,14 \cdot 4,6 = 204,44 \text{ т/ч}.$$

6. Определяем количество суспензии, воды и магнетита, удаляемых с потонувшей фракцией. Количество удаляемой суспензии составляет 0,05–0,10 от циркулирующей суспензии, при этом большие значения следует принимать при размокаемых породах [1, с. 26].

$$W_5^C = W_{II}^C \cdot 0,07 = 22,4 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

По формуле (20): $W_5 = 22,4 \cdot (1 - 0,14) = 19,29 \text{ м}^3/\text{ч}.$

По формуле (21): $q_5 = 22,4 \cdot 0,14 \cdot 4,6 = 14,31 \text{ т/ч}.$

7. Определяем количество суспензии, воды, магнетита, удаляемых с концентратом.

$$W_4^C = W_{II}^C - W_5^C = 320 - 22,4 = 297,6 \text{ м}^3/\text{ч};$$

$$W_4^B = W_{II}^B - W_5^B = 275,2 - 19,3 = 256,27 \text{ м}^3/\text{ч};$$

$$q_4 = q_{II} - q_5 = 204,44 - 14,31 = 190,13 \text{ т/ч}.$$

**Обогащение в тяжёлосреднем сепараторе
с плотностью суспензии 1800 кг/м³ (операция III)**

В сепаратор поступает потонувшая фракция.

$$Q_5 = Q_2 - Q_4 = 441,25 - 306,25 = 135,0 \text{ т/ч};$$

$$\gamma_5 = \gamma_2 - \gamma_4 = 35,3 - 24,5 = 10,8 \text{ \%};$$

$$A_5^d = (\gamma_2 \cdot A_2^d - \gamma_4 \cdot A_4^d) / \gamma_5 =$$

$$= (35,3 \cdot 27,7 - 24,5 \cdot 9,9) / 10,8 = 68,08 \text{ \%}.$$

Устанавливаем сепаратор СКВП-20 с максимальной производительностью до 215 т/ч и шириной ванны 2 м. Расчет аналогичен расчету предыдущей операции:

1. $W_{III}^C = 160 \text{ м}^3/\text{ч}.$

2. $C_{IIIy}^C = 0,22.$

3. $W_{III}^B = 160 \cdot (1 - 0,22) = 124,44 \text{ м}^3/\text{ч}.$

4. $W_{III}^{доп} = 124,44 - 19,28 = 105,16 \text{ м}^3/\text{ч}.$

5. $q_{III} = 163,56 \text{ т/ч}.$

6. Принимаем количество суспензии, удаляемой с потонувшей фракцией, в размере 10 % от циркулирующей суспензии [8, с. 26].

$$W_7^C = 16,00 \text{ м}^3/\text{ч}; \quad W_7^B = 12,44 \text{ м}^3/\text{ч}; \quad q_7 = 16,36 \text{ т/ч}.$$

$$W_6^C = 144,00 \text{ м}^3/\text{ч}; \quad W_6^B = 112,00 \text{ м}^3/\text{ч}; \quad q_6 = 147,20 \text{ т/ч}.$$

7. Количество добавляемого магнетита:

$$q_{III}^{доб} = q_{III} - q_7 = 163,56 - 16,36 = 147,20 \text{ т/ч}.$$

Промывка концентрата (операция IV)

1. Расход воды на отмывку концентрата принимаем равным $0,9 \text{ м}^3/\text{т}$ [8, табл. 5.8].

$$\gamma_4 = 24,5 \% \text{ (табл. 3); } Q_4 = 306,25 \text{ т/ч;}$$

$$W_{IV}^B = Q_4 \cdot 0,9 = 306,25 \cdot 0,9 = 275,63 \text{ м}^3/\text{ч.}$$

2. Принимаем эффективность отделения шлама на грохоте $E_V = 90 \%$. При этом шлам уходит в некондиционную суспензию, а в кондиционную не попадает. Тогда:

$$\gamma_9 = 0; \quad \gamma_{10} = \gamma_4^{\text{III}} \cdot E_V = 1,7 \cdot 0,9 = 1,53 \%;$$

$$Q_{10} = Q_1 \cdot \gamma_{10} / 100 = 19,13 \text{ т/ч; } A_{10}^d = A_{4\text{III}}^d = 14,1 \%;$$

$$\gamma_8 = \gamma_4 - \gamma_{10} = 24,5 - 1,53 = 22,97 \%;$$

$$Q_8 = Q_4 - Q_{10} = 287,13 \text{ т/ч;}$$

$$A_8^d = (\gamma_4 \cdot A_4^d - \gamma_{10} \cdot A_{10}^d) / \gamma_8 = 9,62 \%.$$

3. Определяем количество воды, удаляемой с концентратом. Принимаем влажность концентрата $W_8^r = 7 \%$ [8, табл. 5.9; 9, прил. 48].

По формуле (17): $W_8^B = 21,61 \text{ м}^3/\text{ч.}$

4. Принимаем унос магнетита с концентратом $0,3 \text{ кг/т.}$

$$q_8 = Q_8 \cdot 0,3 \cdot 10^{-3} = 0,086 \text{ т/ч.}$$

5. Принимаем количество КС 90% от исходной суспензии [1, с. 33].

$$W_9^c = W_4^c \cdot 0,9 = 297,6 \cdot 0,9 = 267,84 \text{ м}^3/\text{ч.}$$

По формуле (20): $W_9^B = 267,84 \cdot (1 - 0,14) = 230,64 \text{ м}^3/\text{ч.}$

По формуле (21): $q_9 = 267,84 \cdot 0,14 \cdot 4,6 = 171,12 \text{ т/ч.}$

6. Отвод КС на регенерацию принимаем 10% [8, с. 33].

$$W_{17}^c = 26,78 \text{ м}^3/\text{ч; } W_{17}^B = 23,06 \text{ м}^3/\text{ч; } q_{17} = 17,11 \text{ т/ч;}$$

$$W_{16}^c = 241,06 \text{ м}^3/\text{ч; } W_{16}^B = 207,58 \text{ м}^3/\text{ч; } q_{16} = 154,01 \text{ т/ч.}$$

7. Определяем количество воды и магнетита в НКС.

$$W_{10}^B = W_4^B + W_{IV}^B - W_8^B - W_9^B =$$

$$= 256,3 + 275,6 - 21,6 - 230,6 = 279,64 \text{ м}^3/\text{ч};$$

$$q_{10} = q_4 - q_8 - q_9 = 190,13 - 0,086 - 171,12 = 18,93 \text{ т/ч}.$$

Промывка промпродукта (операция V)

Расчет аналогичен расчету предыдущей операции.

$$1. W_V^B = Q_6 \cdot 0,9 = 35,0 \cdot 0,9 = 31,5 \text{ м}^3/\text{ч};$$

$$2. E_V = 90 \% ; \quad \gamma_{12} = 0 ; \quad \gamma_{13} = \gamma_{\text{III}}^6 \cdot E_V = 0,09 \% ;$$

$$Q_{13} = 1,13 \text{ т/ч}; \quad A_{13}^d = A_6^d = 33,7 \% ;$$

$$\gamma_{11} = \gamma_6 - \gamma_{12} - \gamma_{13} = 2,8 - 0 - 0,09 = 2,71 \% ;$$

$$Q_{11} = 33,88 \text{ т/ч}; \quad A_6^d = A_6^{d\text{III}} = 33,7 \% .$$

3. Принимаем влажность промпродукта $W_{11}^r = 8 \% .$

$$W_{11}^B = 33,88 \cdot 8 / (100 - 8) = 2,95 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

4. Принимаем унос магнетита 0,3 кг/т.

$$q_{11} = Q_{11} \cdot 0,3 \cdot 10^{-3} = 0,01 \text{ т/ч}.$$

$$5. W_{12}^c = W_6^c \cdot 0,9 = 144 \cdot 0,9 = 129,6 \text{ м}^3/\text{ч};$$

$$W_{12}^B = 129,6 \cdot (1 - 0,22) = 100,8 \text{ м}^3/\text{ч};$$

$$q_{12} = 129,6 \cdot 0,22 \cdot 4,6 = 132,48 \text{ т/ч}.$$

6. Отвод КС на регенерацию принимаем 20 %.

$$W_{19}^c = 25,92 \text{ м}^3/\text{ч}; \quad W_{19}^B = 20,16 \text{ м}^3/\text{ч}; \quad q_{19} = 26,50 \text{ т/ч};$$

$$W_{18}^c = 103,68 \text{ м}^3/\text{ч}; \quad W_{18}^B = 80,64 \text{ м}^3/\text{ч}; \quad q_{18} = 105,98 \text{ т/ч}.$$

$$7. W_{13}^B = W_6^B + W_V^B - W_{11}^B - W_{12}^B = 112,0 + 31,5 - 2,9 - 100,8 = 39,75 \text{ м}^3/\text{ч};$$

$$q_{13} = q_6 - q_{11} - q_{12} = 147,2 - 0,01 - 132,48 = 14,71 \text{ т/ч}.$$

Промывка отходов (операция VI)

Расчет аналогичен расчету предыдущей операции:

$$1. W_{VI}^B = Q_7 \cdot 0,9 = 100 \cdot 0,9 = 90 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

$$2. E_{VI} = 90 \% ; \quad \gamma_{15} = \gamma_{\text{III}}^7 \cdot 0,9 = 0,27 \% ; \quad Q_{15} = 3,38 \text{ т/ч};$$

$$A_{15}^d = A_7^{d\text{III}} = 80,20 \% ;$$

$$\gamma_{14} = \gamma_7 - \gamma_{15} = 7,73 \% ; \quad Q_{14} = 96,63 \text{ т/ч}; \quad A_{14}^d = 80,2 \% .$$

$$3. W_{14}^r = 13 \% ; \quad W_{14} = 96,63 \cdot 13 / (100 - 13) = 14,44 \text{ м}^3/\text{ч};$$

$$q_{14} = Q_{14} \cdot 0,3 \cdot 10^{-3} = 0,03 \text{ т/ч}.$$

$$4. W_{15}^B = W_{VI}^B + W_7^B - W_{14}^B = 88,01 \text{ м}^3/\text{ч};$$

$$q_{15} = q_7 - q_{14} = 16,33 \text{ т/ч}.$$

Магнитное обогащение (операция VII)

1. Определяем характеристики 20-го продукта, поступающего на данную операцию:

$$\gamma_{20} = \gamma_{10} + \gamma_{13} + \gamma_{15} = 1,53 + 0,09 + 0,27 = 1,89 \% ;$$

$$Q_{20} = 23,63 \text{ т/ч};$$

$$A_{20}^d = (1,53 \cdot 19,13 + 0,09 \cdot 33,7 + 0,27 \cdot 80,5) / 1,89 = 24,48 \% ;$$

$$W_{20}^B = W_{10}^B + W_{17}^B + W_{19}^B + W_{13}^B + W_{15}^B = \\ = 279,64 + 23,06 + 20,16 + 39,75 + 88,0 = 450,62 \text{ м}^3/\text{ч};$$

$$q_{20} = q_{10} + q_{17} + q_{19} + q_{13} + q_{15} = \\ = 18,93 + 17,11 + 26,5 + 14,71 + 16,33 = 93,57 \text{ т/ч}.$$

2. Принимаем содержание шлама в магнетите (продукт 21) и в сливе (продукт 22) равным 0, тогда:

$$\gamma_{21} = 0; \quad \gamma_{22} = 0; \quad \gamma_{23} = \gamma_{20} = 1,89 \% ; \quad A_{23}^d = 24,48 \% .$$

3. Принимаем эффективность выделения магнетита в концентрат $E_{VII} = 99,8 \%$, содержание магнетита в сливе равным 0, тогда

$$q_{21} = q_{20} \cdot E_{VII} = 93,57 \cdot 0,998 = 93,38 \text{ т/ч};$$

$$q_{22} = 0; \quad q_{23} = q_{20} - q_{21} = 0,19 \text{ т/ч}.$$

4. Принимаем влажность магнетитового концентрата $W_{21}^r = 20 \%$, а со сливом уходит 60 % воды. По формуле (17):

$$W_{21}^B = 93,38 \cdot 20 / (100 - 20) = 23,35 \text{ м}^3/\text{ч};$$

$$W_{22}^B = W_{20}^B \cdot 0,6 = 450,62 \cdot 0,6 = 270,37 \text{ м}^3/\text{ч};$$

$$W_{23}^B = W_{20}^B - W_{21}^B - W_{22}^B = 156,90 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

5. Определяем количество воды, добавляемой при приготовлении суспензии.

$$W_{\text{сус}}^{\text{В}} = W_{\text{II}}^{\text{доб}} + W_{\text{III}}^{\text{доб}} - W_{18}^{\text{В}} - W_{21}^{\text{В}} - W_{16}^{\text{В}} = \\ = 231,92 + 105,16 - 207,58 - 80,64 - 23,35 = 25,51 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

6. Общие потери магнетита:

$$q_{\text{пот}} = q_8 + q_{11} + q_{14} + q_{23} = 0,09 + 0,01 + 0,03 + 0,19 = 0,312 \text{ т/ч}.$$

Расход магнетита: $\Gamma = q_{\text{пот}} \cdot 1000 / Q_2 = 0,71 \text{ кг/т}$.

7. Составляем баланс по магнетиту.

Поступает в процесс: $q_{\text{II}} + q_{\text{III}}^{\text{доб}} = 204,44 + 149,24 = 353,69 \text{ т/ч}$.

Выходит из процесса: $q_{16} + q_{18} + q_{21} + q_{\text{пот}} = \\ = 154,01 + 105,98 + 93,38 + 0,31 = 353,69 \text{ т/ч}$.

Обесшламливание (операция VIII)

1. Принимаем влажность продукта $W_{24}^r = 32 \% [8, \text{ с. } 54]$,

$$\gamma_{24} = 49,0 \% (\text{табл. } 3); \quad Q_{24} = Q_1 \cdot \gamma_{24} / 100 = 612,5 \text{ т/ч}.$$

По формуле (17): $W_{24} = 612,5 \cdot 32 / (100 - 32) = 288,24 \text{ м}^3/\text{ч}$.

2. Рассчитываем подрешётный продукт:

$$Q_{25} = Q_3 - Q_{24} = 859,38 - 612,5 = 246,88 \text{ т/ч};$$

$$\gamma_{25} = \gamma_3 - \gamma_{24} = 68,75 - 49,0 = 19,75 \%;$$

$$A_{25}^d = (68,75 \cdot 16,5 - 49,0 \cdot 14,0) / 19,7 = 22,75 \%;$$

$$W_{25}^{\text{В}} = W_3^{\text{В}} - W_{24}^{\text{В}} = 1706,36 - 288,24 = 1418,12 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Отсадка (операция IX)

1. Расход воды на отсадку равен $2,9 \text{ м}^3/\text{т} [9, \text{ прил. } 49]$.

$$W_{\text{IX}}^{\text{В}} = Q_{24} \cdot 2,9 = 612,5 \cdot 2,9 = 1776,25 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

2. Расход оборотной воды:

$$W_{\text{IX}}^{\text{об}} = W_{\text{IX}}^{\text{В}} - W_{24}^{\text{В}} = 1776,25 - 288,24 = 1488,01 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

3. Количество шлама в оборотной воде, поступающей на отсадку $C_{\text{ТВ}}^{\text{об}} = 0,03 \text{ т/м}^3$ (задание).

$$Q_{IX}^{об} = \frac{W_{IX\ об}^B}{1/C_{TB}^{об} - 1/\rho} = 1488,01 / (1/0,03 - 1/1,6) = 45,49 \text{ т/ч}; \quad \gamma_{IX}^{об} = 3,64 \%$$

4. Принимаем влажность промпродукта $W_{27}^r = 19\%$
[8, табл. 4.8]. $Q_{27} = Q_1 \cdot \gamma_{27} / 100 = 21,25 \text{ т/ч}$.

По формуле (17): $W_{27}^B = 21,25 \cdot 19 / (100 - 19) = 4,98 \text{ м}^3/\text{ч}$.

5. Принимаем влажность отходов $W_{28}^r = 20 \%$.

$$Q_{28} = Q_1 \cdot \gamma_{28} / 100 = 43,75 \text{ т/ч}$$

$$W_{28}^B = 43,75 \cdot 20 / (100 - 20) = 10,94 \text{ м}^3/\text{ч}$$

6. Рассчитываем характеристики концентрата (γ_{26}' в табл. 5):

$$Q_{26} = Q_{26}' + Q_{IX}^{об} = Q_1 \cdot \gamma_{26}' / 100 + Q_{IX}^{об} = 1250 \cdot 43,8 / 100 + 45,49 = 592,99 \text{ т/ч};$$

$$\gamma_{26} = 43,8 + 3,6 = 47,44 \%$$

$$A_{26}^d = \left(\gamma_{26}' \cdot A_{26}^{d'} + \gamma_{IX}^{об} \cdot A_{об}^d \right) / \gamma_{26} = (43,8 \cdot 7,96 + 3,64 \cdot 25,5) / 47,4 = 9,25 \%$$

$$\gamma_{26}^{III} = 9,3 + 3,64 = 12,94 \%$$

$$A_{26}^{d^{III}} = (9,3 \cdot 13,2 + 3,64 \cdot 25,5) / 12,94 = 16,65 \%$$

$$Q_{26}^{III} = \gamma_{26}^{III} \cdot Q_1 / 100 = 161,74 \text{ т/ч};$$

$$W_{26}^B = W_{IX}^B - W_{27}^B - W_{28}^B = 1776,25 - 4,98 - 10,93 = 1760,33 \text{ м}^3/\text{ч}$$

Обезвоживание концентрата в багер-сборнике (операция X)

1. Принимаем эффективность классификации в багер-сборнике $E_X = 90 \%$.

$$\gamma_{30} = \gamma_{26}^{III} \cdot E_X = 12,94 \cdot 0,9 = 11,65 \%; \quad A_{30}^d = A_{26}^{d^{III}} = 16,65 \%;$$

$$Q_{30} = 145,57 \text{ т/ч}; \quad \gamma_{29} = \gamma_{26} - \gamma_{30} = 47,44 - 11,65 = 35,79 \%;$$

$$Q_{29} = 447,42 \text{ т/ч};$$

$$A_{29}^d = (\gamma_{26} \cdot A_{26}^d - \gamma_{30} \cdot A_{30}^d) / \gamma_{29} =$$

$$= (47,44 \cdot 9,25 - 11,65 \cdot 16,65) / 35,79 = 6,84 \%$$

2. Принимаем влажность обезвоженного концентрата

$$W_{29}^r = 18 \% [1, \text{табл. 4.8}].$$

$$W_{29}^B = 447,42 \cdot 18 / (100 - 18) = 98,22 \text{ м}^3/\text{ч};$$

$$W_{30}^B = W_{26}^B - W_{29}^B = 1760,33 - 98,22 = 1662,11 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Обезвоживание концентрата в центрифуге (операция XI)

1. Принимаем унос твёрдого с фугатом 5 % от питания операции [10, с. 173].

$$\gamma_{32} = \gamma_{29} \cdot 0,05 = 35,79 \cdot 0,05 = 1,79 \%; \quad Q_{32} = 22,37 \text{ т/ч};$$

$$A_{32}^d = A_{29}^d + 2 = 6,84 + 2 = 8,84 \%;$$

$$\gamma_{31} = \gamma_{29} - \gamma_{32} = 35,79 - 1,79 = 34,0 \%; \quad Q_{31} = 425,05 \text{ т/ч};$$

$$A_{31}^d = (35,79 \cdot 6,84 - 1,79 \cdot 8,84) / 34,0 = 6,73 \%$$

2. Принимаем влажность концентрата $W_{31}^r = 8 \%$
[8, табл. 4.8; 9, прил. 48].

$$W_{31}^B = 425,05 \cdot 8 / (100 - 8) = 36,96 \text{ м}^3/\text{ч};$$

$$W_{32}^B = W_{29}^B - W_{31}^B = 98,22 - 36,96 = 61,25 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Обезвоживание промпродукта в центрифуге (операция XII)

1. Принимаем унос твёрдого с фугатом 5 %.

$$\gamma_{33} = \gamma_{27} \cdot 0,05 = 1,7 \cdot 0,05 = 0,09 \%; \quad Q_{33} = 1,06 \text{ т/ч}; \quad A_{33}^d = 43,5 \%;$$

$$\gamma_{34} = \gamma_{27} - \gamma_{33} = 1,7 - 0,09 = 1,61 \%; \quad Q_{34} = 20,19 \text{ т/ч}; \quad A_{34}^d = 43,5 \%$$

2. Принимаем влажность промпродукта $W_{34}^r = 9 \%$
[8, табл. 4.8].

$$W_{34}^B = 20,19 \cdot 9 / (100 - 9) = 2,0 \text{ м}^3/\text{ч};$$

$$W_{33}^B = W_{27}^B - W_{34}^B = 5,0 - 2,0 = 3,0 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Деление шламовой воды

1. Определяем характеристики 35 продукта.

$$\begin{aligned}\gamma_{35} &= \gamma_{23} + \gamma_{25} + \gamma_{30} + \gamma_{32} + \gamma_{33} = \\ &= 1,89 + 19,76 + 11,65 + 1,79 + 0,09 = 35,16 \% ; \\ A_{35}^d &= (1,89 \cdot 24,48 + 19,75 \cdot 22,75 + 11,65 \cdot 16,65 + \\ &+ 1,79 \cdot 8,84 + 0,09 \cdot 43,5) / 35,16 = 20,17 \% .\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}W_{35}^B &= W_{23}^B + W_{25}^B + W_{30}^B + W_{32}^B + W_{33}^B = \\ &= 156,9 + 1418,1 + 1662,1 + 61,3 + 3,0 = 3301,38 \text{ м}^3/\text{ч};\end{aligned}$$

$$Q_{35} = \gamma_{35} \cdot Q_1 / 100 = 439,5 \text{ т/ч};$$

По формуле (14):

$$\begin{aligned}W_{35}^{\Pi} &= W_{35}^B + Q_{35} / \rho = 3301,4 + 439,5 / 1,6 = 3576,07 \text{ м}^3/\text{ч}; \\ C_{35} &= 439,5 / 3576,1 = 0,123 \text{ т/м}^3;\end{aligned}$$

2. Определяем характеристики оборотной воды:

$$W_{06}^B = W_I^{06} + W_{IX}^{06} = 1655,9 + 1488,0 = 3143,9 \text{ м}^3/\text{ч};$$

$$Q_{06} = Q_I^{06} + Q_{IX}^{06} = 50,63 + 45,49 = 96,12 \text{ т/ч};$$

$$W_{06}^{\Pi} = W_{06}^B + Q_{06} / \rho = 3143,9 + 96,12 / 1,6 = 3204,0 \text{ м}^3/\text{ч};$$

$$\gamma_{06} = 7,69 \% ; A_{06}^d = 25,47 \% .$$

3. Определяем характеристики осветленной воды.

По формуле (13):

$$W_{0c}^{\Pi} = W_{06}^{\Pi} \cdot \frac{C_{35} - C_{TB}^{06}}{C_{35} - C_{TB}^{0c}} = 3204,0 \cdot \frac{0,123 - 0,03}{0,123 - 0,005} = 2524,62 \text{ м}^3/\text{ч};$$

$$Q_{0c} = W_{0c}^{\Pi} \cdot C_{TB}^{0c} = 2524,6 \cdot 0,005 = 12,62 \text{ т/ч}; \quad \gamma_{0c} = 1,01 \% ;$$

$$W_{0c}^B = W_{0c}^{\Pi} - Q_{0c} / \rho = 2524,6 - 12,62 / 1,6 = 2516,73 \text{ м}^3/\text{ч};$$

$$A_{0c}^d = \frac{\gamma_{06} \cdot A_{06}^d - (\gamma_{06} - \gamma_{0c}) \cdot A_{36}^d}{\gamma_{0c}} = 60,54 \% .$$

4. Определяем характеристики шламовой воды, направляемой на флотацию W_{37}^{Π} и в оборот W_{36}^{Π} :

$$W_{36}^{\Pi} = W_{06}^{\Pi} - W_{0c}^{\Pi} = 3204,0 - 2524,6 = 679,4 \text{ м}^3/\text{ч};$$

$$\begin{aligned}
 W_{36}^B &= W_{06}^B - W_{0c}^B = 627,2 \text{ м}^3/\text{ч}; \\
 Q_{36} &= Q_{06} - Q_{0c} = 83,5 \text{ т/ч}; \quad \gamma_{36} = 6,68 \% ; \\
 C_{36} &= C_{35} = 0,123 \text{ т/м}^3; \quad A_{36}^d = A_{35}^d = 20,17 \% ; \\
 W_{37}^{\Pi} &= W_{35}^{\Pi} - W_{36}^{\Pi} = 2896,7 \text{ м}^3/\text{ч}; \\
 W_{37}^B &= W_{35}^B - W_{36}^B = 2674,2 \text{ м}^3/\text{ч}; \\
 Q_{37} &= Q_{35} - Q_{36} = 356,0 \text{ т/ч}; \quad \gamma_{37} = 28,48 \% ; \\
 C_{37} &= C_{35} = 0,123 \text{ т/м}^3; \quad A_{37}^d = A_{35}^d = 20,17 \% .
 \end{aligned}$$

Флотация (операция XIII)

1. По данным практики флотации угля принимаем зольность концентрата $A_{38}^d = 8,5 \%$, а зольность отходов $A_{39}^d = 64 \%$ (задание). Из уравнений баланса находим:

$$\begin{aligned}
 \gamma_{38} &= \gamma_{37} \cdot (A_{39}^d - A_{37}^d) / (A_{39}^d - A_{38}^d) = \\
 &= 28,48 \cdot (64,0 - 20,17) / (64,0 - 8,5) = 22,49 \% ;
 \end{aligned}$$

$$Q_{38} = 281,18 \text{ т/ч}; \quad \gamma_{39} = \gamma_{37} - \gamma_{38} = 5,99 \% ; \quad Q_{39} = 74,83 \text{ т/ч}.$$

2. Принимаем содержание твердого в концентрате флотации $C_{38} = 0,3 \text{ т/м}^3$. По формулам (15) и (16):

$$W_{38}^{\Pi} = Q_{38} / C_{38} = 281,18 / 0,3 = 937,26 \text{ м}^3/\text{ч};$$

$$W_{38}^B = W_{38}^{\Pi} - Q_{38} / \rho = 937,26 - 281,18 / 1,6 = 761,53 \text{ м}^3/\text{ч};$$

$$W_{39}^{\Pi} = W_{37}^{\Pi} - W_{38}^{\Pi} = 1959,43 \text{ м}^3/\text{ч};$$

$$W_{39}^B = W_{37}^B - W_{38}^B = 1912,66 \text{ м}^3/\text{ч};$$

Фильтрация и флотация фильтрата (операции XIV и XV)

Эти операции рассчитываются вместе, так как они составляют замкнутый цикл.

1. Принимаем содержание твердого в отходах флотации фильтрата на $0,003-0,005 \text{ т/м}^3$ выше содержания твердого в осветленной воде: $C_{45} = 0,005 + 0,005 = 0,01 \text{ т/м}^3$.

Влажность кека принимаем $W_{43}^r = 26 \%$ [8, с. 39]. Содержание твердого в кеке рассчитываем по формуле (5):

$$C_{43} = \frac{100 - W_{43}^r}{(100 - W_{43}^r) / \rho + W_{43}^r} = \frac{100 - 26}{(100 - 26) / 1,6 + 26} = 1,024 \text{ т/м}^3.$$

2. Определяем характеристики отходов флотации фильтрата и кека. По формуле (13):

$$W_{45}^{\Pi} = W_{38}^{\Pi} \cdot \frac{C_{43} - C_{38}}{C_{43} - C_{45}} = 937,26 \cdot \frac{1,024 - 0,3}{1,024 - 0,01} = 669,27 \text{ м}^3/\text{ч};$$

$$Q_{45} = W_{45}^{\Pi} \cdot C_{45} = 669,27 \cdot 0,01 = 6,69 \text{ т/ч}; \quad \gamma_{45} = 0,54 \%;$$

$$W_{45}^B = W_{45}^{\Pi} - Q_{45} / \rho = 669,27 - 6,69 / 1,6 = 665,1 \text{ м}^3/\text{ч};$$

$$W_{43}^{\Pi} = W_{38}^{\Pi} - W_{45}^{\Pi} = 268,0 \text{ м}^3/\text{ч}; \quad W_{43}^B = W_{38}^B - W_{45}^B = 96,44 \text{ м}^3/\text{ч};$$

$$Q_{43} = Q_{38} - Q_{45} = 274,5 \text{ т/ч}; \quad \gamma_{43} = 22,0 \%.$$

3. Принимаем содержание твердого в концентрате флотации фильтрата: $C_{44} = 0,2 \text{ т/м}^3$ [8, с. 37], а в фильтрате: $C_{42} = 0,03 \text{ т/м}^3$ [8, с. 41].

4. Определяем характеристики фильтрата и концентрата флотации фильтрата.

По формуле (11):

$$Q_{42} = Q_{45} \cdot \frac{1/C_{45} - 1/C_{44}}{1/C_{42} - 1/C_{44}} = 6,69 \cdot \frac{1/0,01 - 1/0,2}{1/0,03 - 1/0,2} = 22,44 \text{ т/ч};$$

$$\gamma_{42} = 1,8 \%; \quad W_{42}^{\Pi} = Q_{42} / C_{42} = 22,44 / 0,03 = 748,0 \text{ м}^3/\text{ч};$$

$$W_{42}^B = W_{42}^{\Pi} - Q_{42} / \rho = 748,0 - 22,44 / 1,6 = 733,98 \text{ м}^3/\text{ч};$$

$$W_{44}^{\Pi} = W_{42}^{\Pi} - W_{45}^{\Pi} = 78,74 \text{ м}^3/\text{ч}; \quad W_{44}^B = W_{42}^B - W_{45}^B = 68,9 \text{ м}^3/\text{ч};$$

$$Q_{44} = Q_{42} - Q_{45} = 15,75 \text{ т/ч}; \quad \gamma_{44} = 1,26 \%.$$

5. Принимаем зольность флотоконцентрата $A_{44}^d =$ на 2 % ниже зольности концентрата основной флотации [8, с. 37].

$$A_{44}^d = A_{38}^d - 2 = 6,5 \% ; \quad A_{40}^d = (\gamma_{38} \cdot A_{38}^d + \gamma_{44} \cdot A_{44}^d) / (\gamma_{38} + \gamma_{44}) = \\ = (22,53 \cdot 8,5 + 1,26 \cdot 6,5) / 23,8 = 8,39 \% ;$$

Принимаем зольность кека на 1–2 % ниже зольности питания вакуум-фильтров: $A_{43}^d = A_{40}^d - 1,5 = 8,39 - 1,5 = 6,89 \% ;$

$$A_{42}^d = (\gamma_{40} \cdot A_{40}^d - \gamma_{43} \cdot A_{43}^d) / \gamma_{42} = 26,74 \% .$$

$$A_{45}^d = (\gamma_{38} \cdot A_{38}^d - \gamma_{43} \cdot A_{43}^d) / \gamma_{45} = 74,4 \% .$$

Сушка (операция XVI)

1. Определяем характеристики 46-го продукта:

$$\gamma_{46} = \gamma_{43} + \gamma_{31} = 22,0 + 34,0 = 56,0 \% ; \quad Q_{46} = 699,5 \text{ т/ч} ;$$

$$A_{46}^d = (22,0 \cdot 6,89 + 34,0 \cdot 6,73) / 56,0 = 6,80 \% ;$$

$$W_{46}^B = W_{43}^B + W_{31}^B = 96,44 + 37,0 = 133,4 \text{ м}^3/\text{ч} .$$

2. Считаем $\gamma_{48} = \gamma_{46} = 56,0 \% ; \quad Q_{48} = 699,5 \text{ т/ч} ; \quad A_{48}^d = 6,80 \% .$

3. Принимаем влажность сушеного концентрата $W_{48}^r = 8,5 \% .$

$$\text{По формуле (3): } W_{48}^B = 700,0 \cdot 8,5 / (100 - 8,5) = 65,0 \text{ м}^3/\text{ч} ;$$

$$W_{47}^B = W_{46}^B - W_{48}^B = 133,4 - 65,0 = 68,42 \text{ м}^3/\text{ч} .$$

Сгущение и обезвоживание в фильтр-прессе (операции XVII и XVIII)

Эти операции рассчитываются вместе, так как они составляют замкнутый цикл.

1. Определяем характеристики 41-го продукта:

$$W_{41}^{\Pi} = W_{39}^{\Pi} + W_{45}^{\Pi} = 2628,70 \text{ м}^3/\text{ч} ;$$

$$W_{41}^B = W_{39}^B + W_{45}^B = 2577,75 \text{ м}^3/\text{ч} ;$$

$$Q_{41} = Q_{39} + Q_{45} = 81,52 \text{ т/ч} ; \quad \gamma_{41} = 6,52 \% ;$$

$$C_{41} = Q_{41} / W_{41}^{\Pi} = 0,03 \text{ т/м}^3 ;$$

$$A_{41}^d = (\gamma_{39} \cdot A_{39}^d + \gamma_{45} \cdot A_{45}^d) / \gamma_{41} = 64,85 \%$$

2. Определяем характеристики слива сгустителя и осадка фильтр-пресса:

Влажность осадка фильтр-пресса $W_{52}^r = 30 \%$ [8, табл. 7.5].
Содержание твердого в осадке рассчитываем по формуле (5):

$$C_{52} = \frac{100 - W_{52}^r}{(100 - W_{52}^r) / \rho + W_{52}^r} = \frac{100 - 30}{(100 - 30) / 1,6 + 30} = 0,95 \text{ т/м}^3.$$

Принимаем содержание твердого в сливе сгустителя равным содержанию твердого в осветленной воде $C_{51} = C_{oc} = 0,005 \text{ т/м}^3$ и предварительно рассчитываем Q_{51} по формуле (11):

$$Q_{51} = Q_{41} \cdot \frac{1/C_{41} - 1/C_{52}}{1/C_{oc} - 1/C_{52}} = 81,52 \cdot \frac{1/0,03 - 1/0,95}{1/0,005 - 1/0,95} = 12,78 \text{ т/ч.}$$

Корректируем содержание твердого в сливе сгустителя C_{51} по формуле

$$C_{51} = C_{51} \cdot Q_{oc} / Q_{51} = 0,005 \cdot 12,623 / 12,78 = 0,00494 \text{ т/м}^3;$$

$$W_{51}^{\Pi} = W_{41}^{\Pi} \cdot \frac{C_{52} - C_{41}}{C_{52} - C_{51}} = 2628,2 \cdot \frac{0,95 - 0,03}{0,95 - 0,00494} = 2556,1 \text{ м}^3/\text{ч};$$

$$Q_{51} = W_{51}^{\Pi} \cdot C_{51} = 12,622 \text{ т/м}^3; \quad \gamma_{51} = 1,01 \%;$$

$$W_{51}^B = W_{51}^{\Pi} - Q_{51} / \rho = 2548,2 \text{ м}^3/\text{ч}; \quad A_{51}^d = A_{oc}^d = 60,54 \%.$$

$$W_{52}^{\Pi} = W_{41}^{\Pi} - W_{51}^{\Pi} = 72,59 \text{ м}^3/\text{ч};$$

$$W_{52}^B = W_{41}^B - W_{51}^B = 29,53 \text{ м}^3/\text{ч};$$

$$Q_{52} = Q_{41} - Q_{51} = 68,9 \text{ т/ч}; \quad \gamma_{52} = 5,51 \%;$$

$$A_{52}^d = (\gamma_{41} \cdot A_{41}^d - \gamma_{51} \cdot A_{51}^d) / \gamma_{52} = 65,64 \%.$$

3. Принимаем содержание твердого в сгущенном продукте $C_{50} = 0,6 \text{ т/м}^3$, а содержание твердого в фильтрате выше содержания твердого в осветленной воде на $0,003-0,005 \text{ т/м}^3$:

$$C_{53} = 0,005 + 0,005 = 0,01 \text{ т/м}^3.$$

Зольность фильтрата $A_{53}^d = A_{51}^d = 60,54\%$.

4. Определяем характеристики сгущенного продукта и фильтрата.

$$Q_{50} = Q_{52} \cdot \frac{1/C_{53} - 1/C_{52}}{1/C_{53} - 1/C_{50}} = 68,9 \cdot \frac{1/0,01 - 1/0,95}{1/0,01 - 1/0,6} = 69,33 \text{ т/ч};$$

$$\gamma_{50} = 5,55 \% ; \quad W_{50}^{\Pi} = Q_{50} / C_{50} = 69,33/0,6 = 115,55 \text{ м}^3/\text{ч};$$

$$W_{50}^B = W_{50}^{\Pi} - Q_{50} / \rho = 115,55 - 69,33/1,6 = 72,22 \text{ м}^3/\text{ч};$$

$$A_{50}^d = (\gamma_{53} \cdot A_{53}^d + \gamma_{52} \cdot A_{52}^d) / \gamma_{50} = 65,61 \% .$$

$$W_{53}^{\Pi} = W_{50}^{\Pi} - W_{52}^{\Pi} = 42,96 \text{ м}^3/\text{ч}; \quad W_{53}^B = W_{50}^B - W_{52}^B = 42,69 \text{ м}^3/\text{ч};$$

$$Q_{53} = Q_{50} - Q_{52} = 0,43 \text{ т/ч}; \quad \gamma_{53} = 0,03 \% .$$

2.4. Оформление результатов расчета водно-шламовой схемы

Результаты расчёта водно-шламовой схемы по отдельным операциям сводим в табл. 1.

Составляем баланс продуктов обогащения по фабрике (табл. 2).

Составляем баланс воды по фабрике (табл. 3). Количество воды, поступившей в процесс, должно равняться количеству воды, вышедшей из процесса.

Проверяем результаты расчетов по балансовым уравнениям и сводим их в табл. б.

$$Q_1 = \sum Q_i ; \quad W_1^B = \sum W_i^B ; \quad A_1^d \cdot Q_1 = \sum (A_i^d \cdot Q_i) ;$$

$$\text{Например: } Q_{об} = Q_{шл} + Q_{ос} ; \quad W_{об}^B = W_{шл}^B + W_{ос}^B ;$$

$$A_{об}^d = (Q_{шл} \cdot A_{шл}^d + Q_{ос} \cdot A_{ос}^d) / Q_{об} ; \quad C_{об} = Q_{об} / W_{об}^{\Pi} .$$

Определяем количество свежей воды, добавляемой в процесс:

$$W_{св}^B = W_{пр}^B + W_{47}^B = 145,4 + 69,6 = 214,8 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Выполняем графическую часть проекта (рис. 5).

В графической части приводится технологическая схема фабрики с указанием качественно-количественных показателей (Q , т/ч или γ , % и A^d , %) и количества воды (W^B , $\text{м}^3/\text{ч}$) для всех продуктов схемы, а также количества воды, подаваемой в отдельные операции.

Таблица 6

Характеристики воды на УОФ

Продукты	Q , т/ч	A^d , %	W^b , м ³ /ч	C , т/м ³
Шламовая вода (пр. 36)	83,5	20,17	627,2	0,123
Осветленная вода (пр. 51)	12,62	60,64	2548,2	0,00494
Итого: оборотная вода	96,12	25,4	3175,4	0,03
Слив магн. сеп. (пр. 22)	-	-	270,4	-
Свежая вода	-	-	214,8	-
Всего воды	-	-	3660,7	-

Список рекомендуемой литературы

Основная литература

1. Клейн, М. С. Технология обогащения углей [Электронный ресурс]: учеб. пособие для студентов специальности 130405 «Обогащение полезных ископаемых» / М. С. Клейн, Т. Е. Вахонина; ФГБОУ ВПО «Кузбас. гос. техн. ун-т им. Т. Ф. Горбачева», Каф. обогащения полез. ископаемых. – Кемерово, 2011. – 128 с.

<http://library.kuzstu.ru/meto.php?n=90655&type=utchposob:common/>

2. Авдохин, В. М. Обогащение углей Т. 2 Технологии : учебник для студентов вузов, обучающихся по специальности «Обогащение полезных ископаемых» направления подготовки «Горное дело». – Москва : Горная книга, 2012. – 475 с.

3. Авдохин, В. М. Обогащение углей Т. 1 Процессы и машины : учебник для студентов вузов, обучающихся по специальности «Обогащение полезных ископаемых» направления подготовки «Горное дело». – Москва : Горная книга, 2012. – 424 с.

Дополнительная литература

4. Авдохин, В. М. Основы обогащения полезных ископаемых. Т. 1. Обогащительные процессы [Электронный ресурс] : учебник для студентов вузов, обучающихся по специальности «Обогащение полезных ископаемых». – Москва : Горная книга, 2008. – 423 с. <http://www.biblioclub.ru/book/100028/>

5. [Авдохин, В. М. Основы обогащения полезных ископаемых т. 2. Технология обогащения полезных ископаемых \[Электронный ресурс\] : учебник для студентов вузов, обучающихся по](#)

специальности «Обогащение полезн. ископаемых» направления подгот. дипломир. специалистов «Горн. дело». – Москва : Горная книга, 2008. – 315 с. / <http://www.biblioclub.ru/book/100029/>

6. Обратное водоснабжение углеобогажительных фабрик / И. С. Благов, М. А. Борц, Б. И. Вахромеев [и др.]. – Москва: Недра, 1980. – 215 с.

7. Федотов, К. В. Проектирование обогатительных фабрик : учебник для студентов вузов, обучающихся по направлению подгот. (специальности) 130400 «Горн. Дело», специализация «Обогащение полез. ископаемых» / К. В. Федотов, Н. И. Никольская. – Москва: Горная книга, 2012. – 536 с.

8. Нормы технологического проектирования углеобогажительных фабрик / Минуглепром СССР. – Москва, 1986. – 176 с.

9. Артюшин, С. П. Сборник задач по обогащению углей. – Москва: Недра, 1979. – 223 с.

10. Наладка и эксплуатация технологических комплексов углеобогажительных фабрик / В. И. Хайдакин, В. С. Бутовецкий, М. Н. Ковшарь [и др.]. – Москва: Недра, 1986. – 223 с.

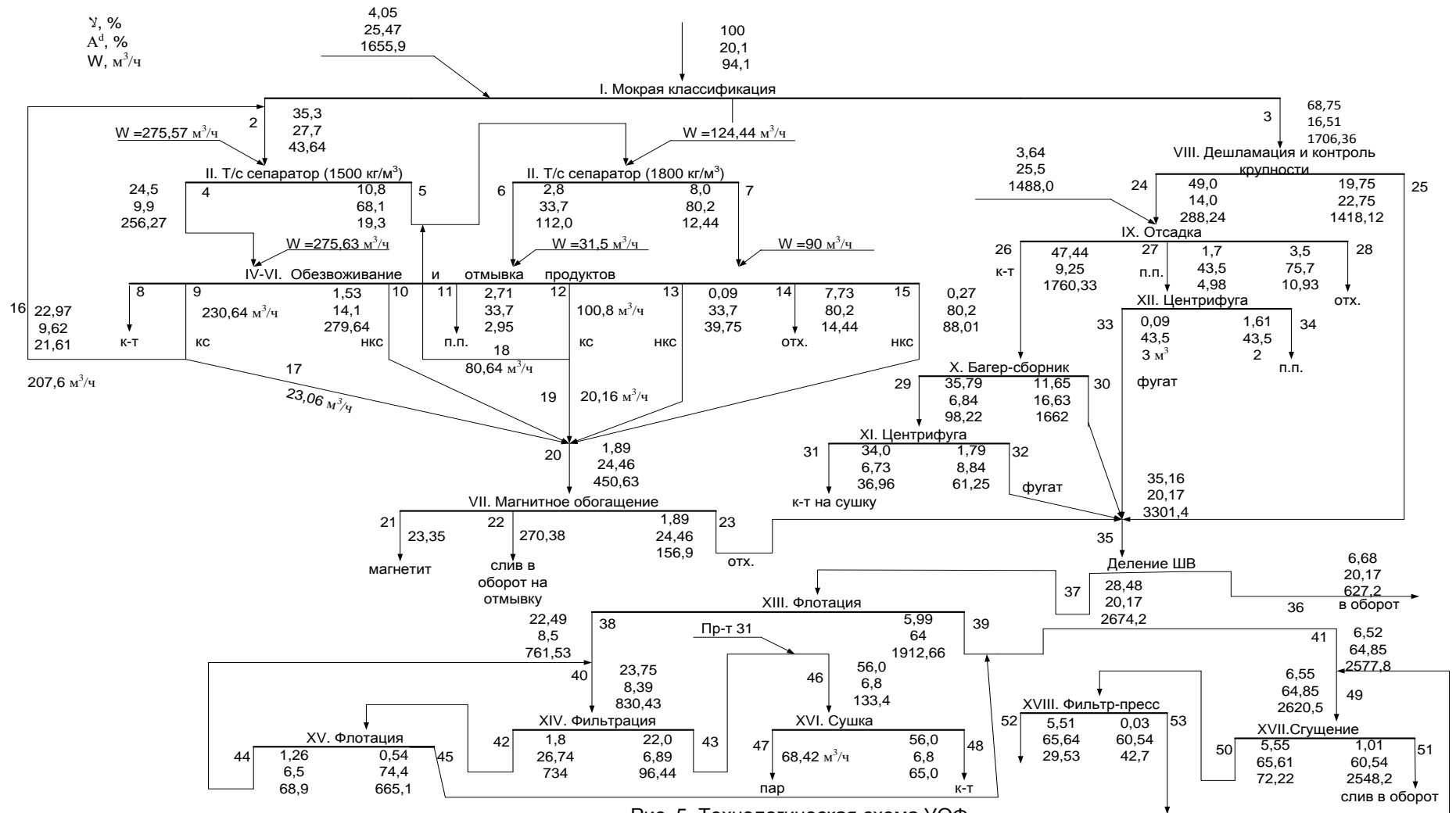


Рис. 5. Технологическая схема УОФ

Приложение 1

Исходные данные для расчета водно-шламовой схемы УОФ

Показатели	В А Р И А Н Т Ы									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Производительность фабрики, т/ч	800	650	500	720	450	900	1100	850	400	940
Рядовой уголь: влажность, % марка	7,4 К	8,5 КЖ	9,0 ГЖ	8,7 Ж	9,1 Г	7,7 КО	7,0 КСН	8,2 ГЖО	8,0 ОС	7,2 КС
Крупность машинных классов, мм	0,5–13 13–150	0,5–10 10–100	0,5–13 13–100	0,5–13 13–200	0,5–10 10–150	0,5–10 10–100	0,5–13 13–100	0,5–13 13–200	0,5–10 10–150	0,5–13 13–150
Плотности разделения для крупного угля, кг/м ³	1460 1780	1530 1790	1600 1840	1570 1750	1420 1690	1490 1750	1460 1700	1610 1840	1540 1750	1580 1830
Зольность отходов флотации, %	67,3	71,1	62,3	65,6	70,9	62,5	68,6	72,0	64,4	69,3
Содержание твердого, т/м ³ : в оборотной воде в осветленной воде	0,032 0,011	0,024 0,01	0,016 0,008	0,026 0,009	0,014 0,005	0,036 0,017	0,012 0,012	0,015 0,004	0,038 0,007	0,022 0,014

Приложение 2

Результаты предварительного расчета операций обогащения крупного и мелкого угля

№ пр-та	В А Р И А Н Т Ы																			
	1		2		3		4		5		6		7		8		9		0	
	$\gamma, \%$	$A^d, \%$	$\gamma, \%$	$A^d, \%$	$\gamma, \%$	$A^d, \%$	$\gamma, \%$	$A^d, \%$	$\gamma, \%$	$A^d, \%$	$\gamma, \%$	$A^d, \%$	$\gamma, \%$	$A^d, \%$	$\gamma, \%$	$A^d, \%$	$\gamma, \%$	$A^d, \%$	$\gamma, \%$	$A^d, \%$
1	100	26,20	100	25,60	100	11,70	100	26,80	100	20,20	100	25,00	100	20,80	100	17,70	100	28,30	100	26,20
2	35,1	41,20	33,0	34,80	38,6	11,40	23,1	51,70	24,8	24,80	37,1	20,90	54,6	21,90	39,9	18,50	35,8	38,70	35,1	41,20
3	64,9	18,09	67,0	21,07	61,4	11,89	76,9	19,32	75,2	18,68	62,9	27,42	45,4	19,48	60,1	17,17	64,2	22,50	64,9	18,09
Итого	100	26,20	100	25,60	100	11,70	100	26,80	100	20,20	100	25,00	100	20,80	100	17,70	100	28,30	100	26,20
3	64,9	18,09	67,0	21,07	61,4	11,89	76,9	19,32	75,2	18,68	62,9	27,42	45,4	19,48	60,1	17,17	64,2	22,50	64,9	18,09
24	53,9	18,35	56,0	21,12	57,7	11,06	61,3	18,92	60,7	17,80	50,8	28,64	31,9	19,38	48,7	16,20	54,3	22,10	53,9	18,35
25	11,0	16,80	11,0	20,80	3,7	24,80	15,6	20,90	14,5	22,40	12,1	22,30	13,5	19,70	11,4	21,30	9,9	24,70	11,0	16,80
Итого	64,9	18,09	67,0	21,07	61,4	11,89	76,9	19,32	75,2	18,68	62,9	27,42	45,4	19,48	60,1	17,17	64,2	22,50	64,9	18,09
2	35,1	41,20	33,0	34,80	38,6	11,40	23,1	51,70	24,8	24,80	37,1	20,90	54,6	21,90	39,9	18,50	35,8	38,70	35,1	41,20
4	15,0	9,30	17,7	10,10	35,4	5,90	7,3	9,30	17,5	7,50	28,4	7,70	40,2	6,90	32,5	9,80	16,6	13,20	15,0	9,30
4ш	1,9	28,90	2,1	24,60	1,7	21,90	1,5	20,30	2,2	19,50	3,3	20,10	5,2	17,70	4,4	17,90	1,8	31,80	1,9	28,90
6	7,1	30,80	4,2	30,80	0,6	41,40	2,5	30,30	2,6	44,30	3,2	39,20	2,5	28,60	2,9	35,30	8,6	38,60	7,1	30,80
6ш	0,3	30,80	0,2	30,80	0,1	41,40	0,1	30,30	0,4	44,30	0,5	39,20	0,1	28,60	0,1	35,30	0,5	38,60	0,3	30,80
7	13,0	83,69	11,1	75,70	2,6	79,36	13,3	78,99	4,7	78,43	5,5	78,41	11,9	71,16	4,5	70,51	10,6	78,72	13,0	83,69
7ш	0,5	83,69	0,4	75,70	0,2	79,36	0,5	78,99	0,1	78,43	0,2	78,41	0,5	71,16	0,2	70,51	0,6	78,72	0,5	83,69
Итого	35,1	41,20	33,0	34,80	38,6	11,40	23,1	51,70	24,8	24,80	37,1	20,90	54,6	21,90	39,9	18,50	35,8	38,70	35,1	41,20
24	53,9	18,35	56,0	21,12	57,7	11,06	61,3	18,92	60,7	17,80	50,8	28,64	31,9	19,38	48,7	16,20	54,3	22,10	53,9	18,35
26'	43,5	8,88	38,2	7,69	53,3	6,86	49,4	7,45	47,4	6,42	35,9	11,66	22,2	4,27	38,8	5,16	37,6	8,93	43,5	8,88
26ш	9,7	21,20	4,3	21,50	6,9	20,10	5,8	19,60	6,3	17,40	5,4	19,40	2,6	11,80	5,8	16,90	6,9	20,30	9,7	21,20
27	4,9	38,70	6,3	31,40	1,9	37,20	2,8	39,60	5,2	35,20	4,9	32,50	3,8	31,10	2,0	32,60	9,9	35,30	4,9	38,70
28	5,5	75,10	11,5	60,10	2,5	80,70	9,1	74,80	8,1	73,20	10,0	87,70	5,9	68,70	7,9	66,30	6,8	75,70	5,5	75,10
Итого	53,9	18,35	56,0	21,12	57,7	11,06	61,3	18,92	60,7	17,80	50,8	28,64	31,9	19,38	48,7	16,20	54,3	22,10	53,9	18,35