

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ УКРАИНЫ
ГОСУДАРСТВЕННОЕ ВЫСШЕЕ УЧЕБНОЕ ЗАВЕДЕНИЕ
ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
к выполнению курсовой работы по дисциплине
"Флотационные процессы обогащения"

(для студентов специальности 7.090302
"Обогащение полезных ископаемых"
заочной и очно-заочной форм обучения)

ДОНЕЦК ДонНТУ
2010

УДК 622. 755

Методические указания к выполнению курсовой работы по дисциплине «Флотационные процессы обогащения» (для студентов специальности 7.090302 «Обогащение полезных ископаемых» заочной и очно-заочной форм обучения) / Сост.: Назимко Е.И., Звягинцева Н.А.. -ДонНТУ, 2010.

Приведены основные методики выбора и расчета технологических схем переработки угольных шламов текущей добычи, необходимые для выполнения курсовых работ и специальных частей дипломных проектов.

Составитель:

Назимко Е.И., профессор
Звягинцева Н.А., ст. преподаватель

СОДЕРЖАНИЕ

| | | |
|-----|---|----|
| | Введение | 6 |
| 1 | Содержание курсовой работы и требования к её выполнению | |
| 1.1 | Общие сведения | 6 |
| 1.2 | Задания для выполнения курсовой работы | 6 |
| 2 | Рекомендации по выполнению технологической части курсовой работы | |
| 2.1 | Расчет качественно-количественной схемы | 17 |
| 2.2 | Расчет водно-шламовой схемы операций флотационного отделения | 27 |
| 3 | Выбор и расчет основного оборудования | 33 |
| 4 | Выбор реагентного режима и расчет необходимого количества реагентов | 39 |
| 5 | Рекомендации по оформлению графической части курсовой работы | 41 |
| | Приложение А. Образец титульного листа | 42 |
| | Приложение Б. Образец составления реферата | 43 |
| | Приложение В. Образец содержания пояснительной записки | 44 |
| | Приложение Г. Условные обозначения оборудования | 45 |
| | Список рекомендованной литературы | 46 |

ВВЕДЕНИЕ

Методические указания являются пособием для студентов специальности 7.090302 «Обогащение полезных ископаемых» заочной формы обучения при выполнении курсовой работы по дисциплине «Флотационные методы обогащения», а также могут быть использованы при расчете технологической части дипломных проектов обогатительных фабрик.

1 СОДЕРЖАНИЕ КУРСОВОЙ РАБОТЫ И ТРЕБОВАНИЯ К ЕЁ ВЫПОЛНЕНИЮ

1.1 Общие сведения

Курсовая работа должна состоять из пояснительной записки, которая содержит:

- титульный лист (приложение А);
- реферат (приложение Б);
- содержание (приложение В);
- введение;
- исходные данные и схема флотации;
- технологическая часть, где выполняется расчет качественных и количественных показателей схемы флотации;
- выбор и расчет количества единиц основного технологического оборудования;
- реагентный режим;
- техника безопасности во флотационном отделении;
- выводы, где приводится краткое описание полученных результатов;
- перечень ссылок – перечень литературных источников, которые были использованы при выполнении работы.

В графической части пояснительной записки должна быть представлена технологическая схема и схема оборудования флотационного отделения, выполненные на листах формата А4.

При оформлении пояснительной записки необходимо учитывать требования ДСТУ 3008-95 “Документація. Звіти у сфері науки і техніки. Структура і правила оформлення”.

1.2 Задания для выполнения курсовой работы

Задания для выполнения курсовой работы приведены в табл. 1.1 – 1.2, схемы для различных вариантов показаны на рис. 1.1 – 1.4.

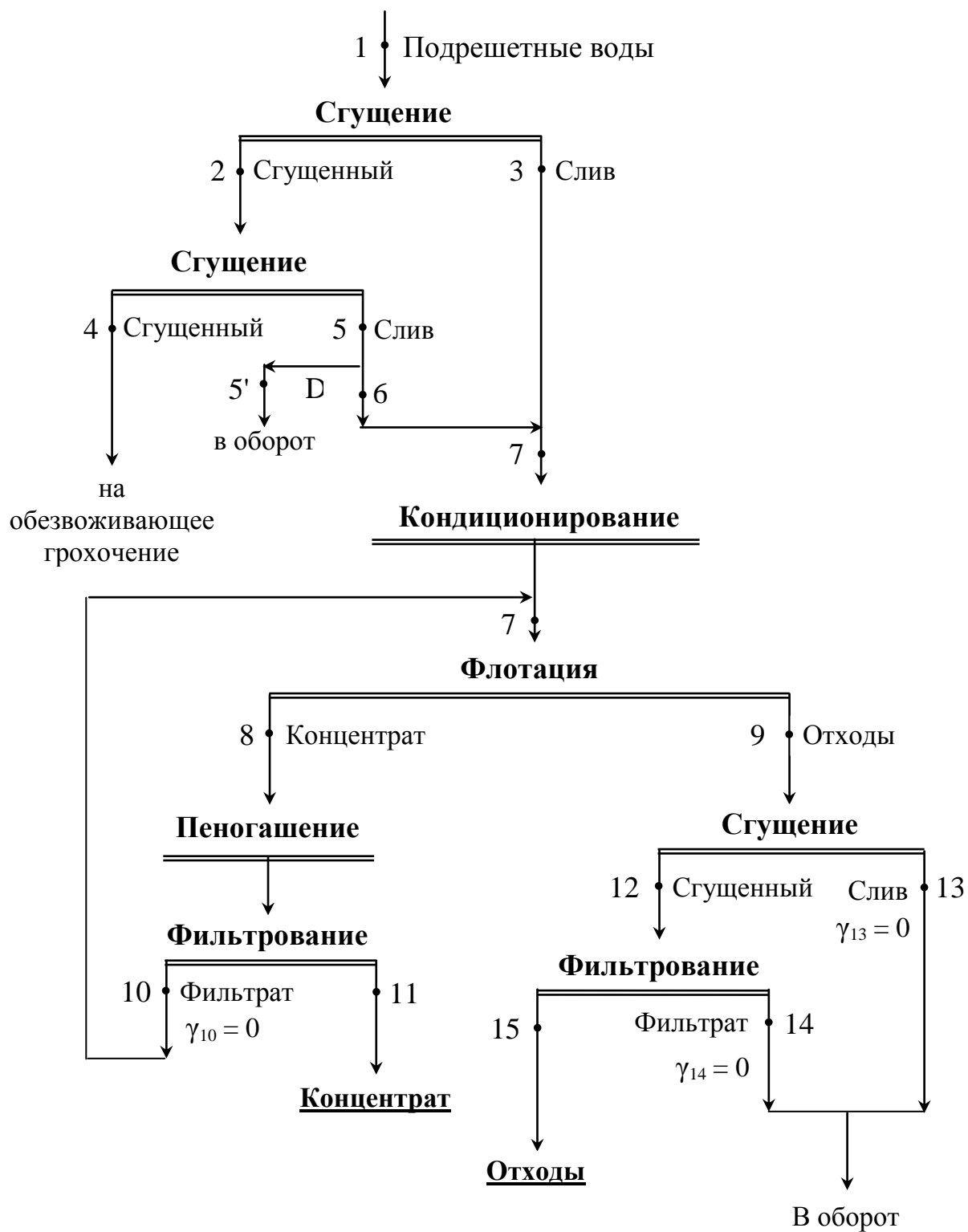


Рис. 1.1 – Схема обработки подрешетных вод с использованием двух стадий сгущения (схема 1)

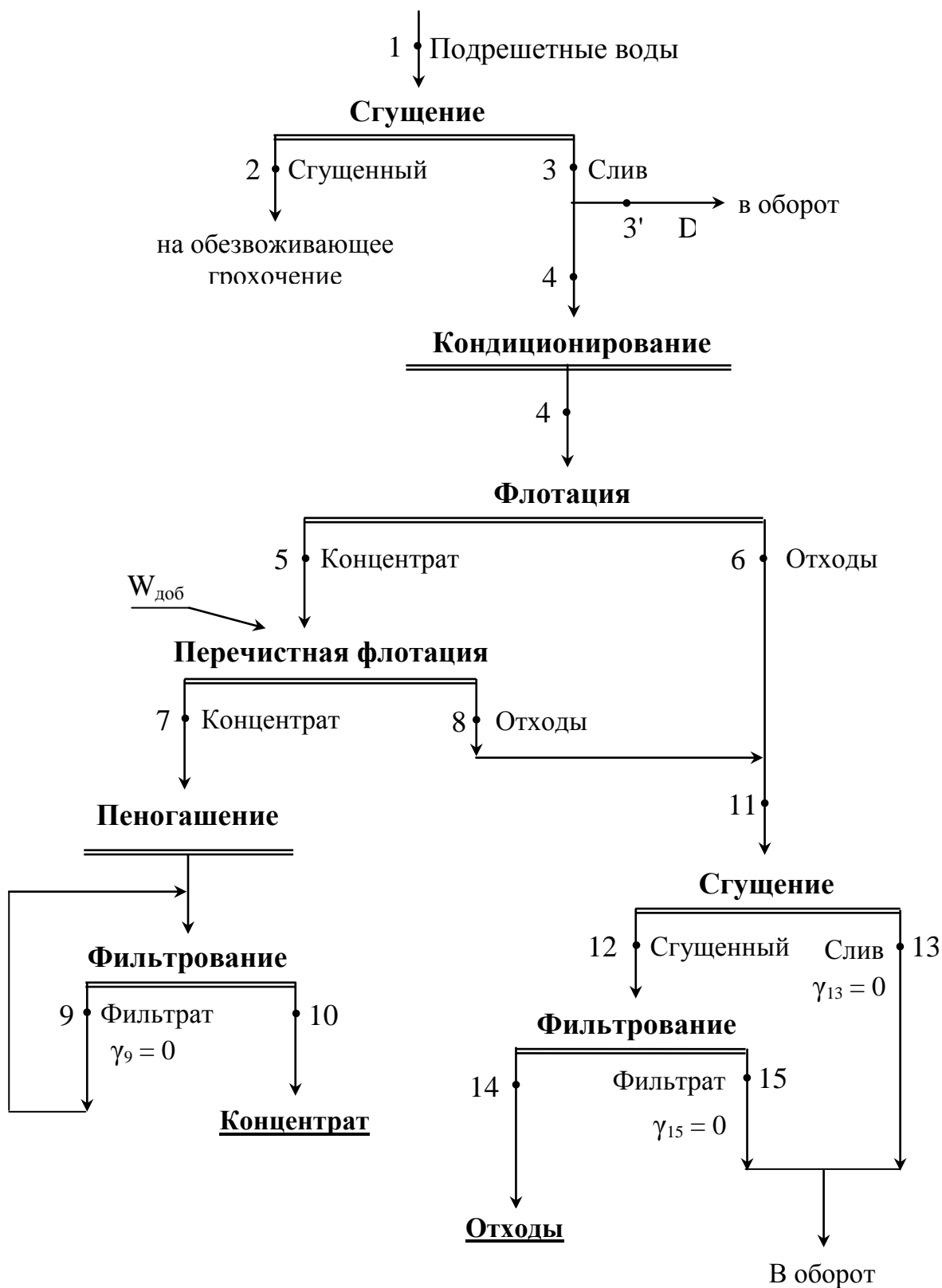


Рис. 1.2 – Схема с использованием перечистой флотации для получения кондиционного концентрата (схема 2)

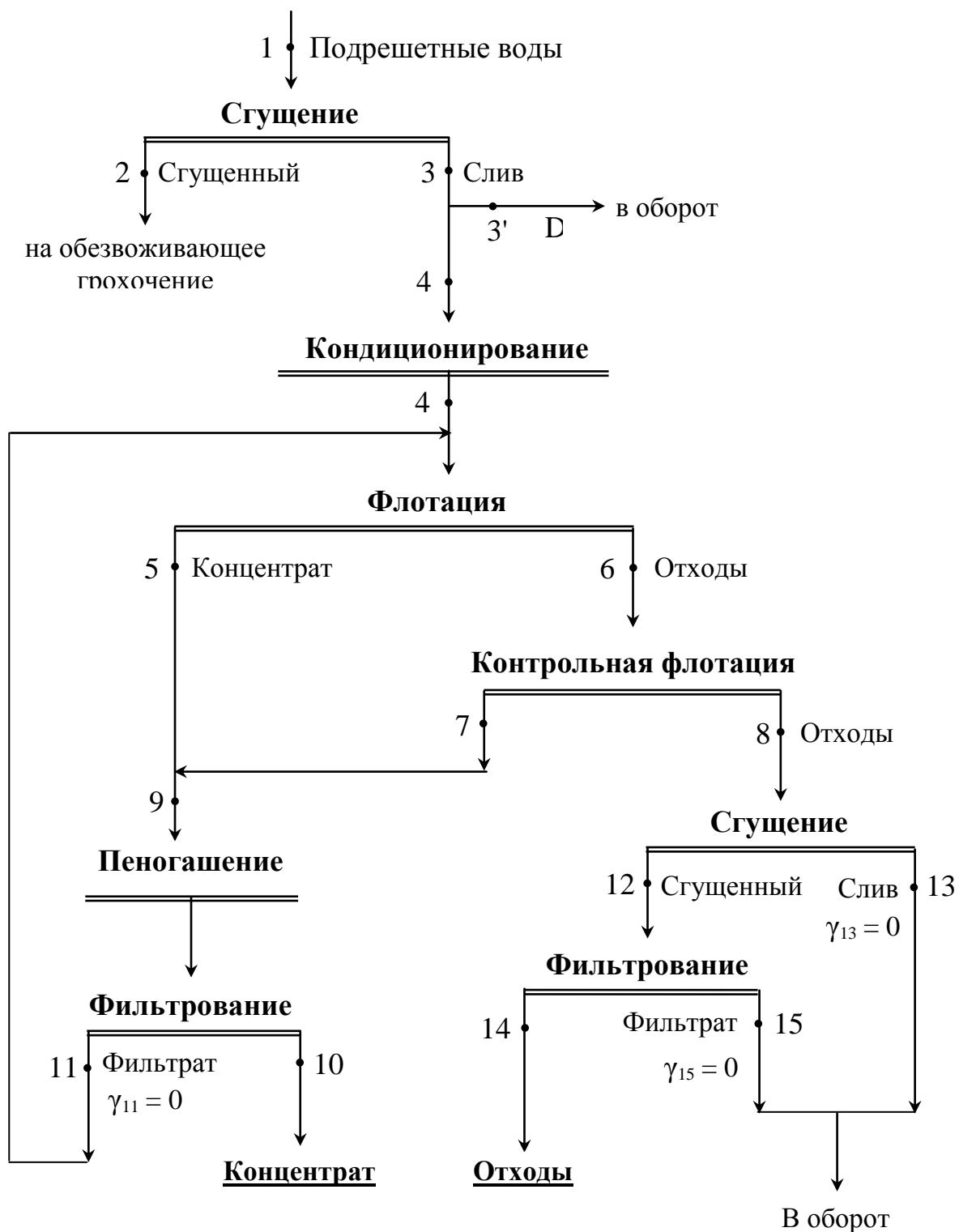


Рис. 1.3 - Схема с использованием контрольной флотации для получения высокозольных отходов (схема 3)

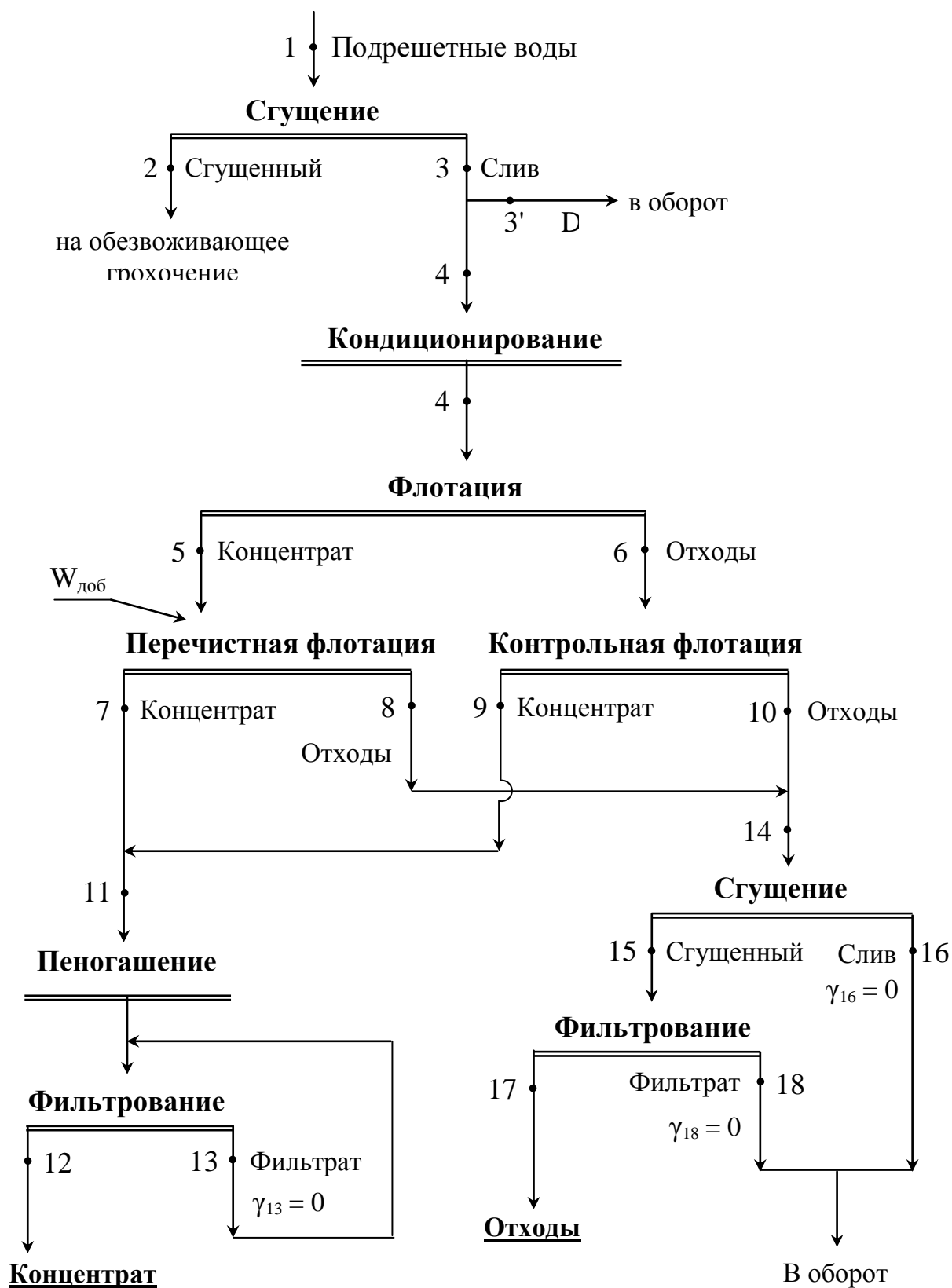


Рис. 1.4 – Схема с использованием перечистой и контрольной флотации для получения кондиционных продуктов (схема 4)

Таблица 1.1 - Исходные данные

| Номер варианта | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|-------------------|-------------------|---------|---------|---------|---------|--------|---------|---------|---------|
| Схема | | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| γ_1 | % | 32,48 | 28,69 | 35,00 | 38,40 | 28,41 | 25,10 | 32,10 | 36,00 |
| Q_1 | т/ч | 185,20 | 323,40 | 300,80 | 270,00 | 150,50 | 300,20 | 320,00 | 300,50 |
| W_1 | м ³ /ч | 1084,00 | 1360,00 | 1580,00 | 1350,00 | 920,00 | 1400,00 | 1600,00 | 1430,00 |
| $\gamma_1^{+0,5}$ | % | 5,58 | 6,99 | 7,50 | 6,00 | 6,92 | 5,80 | 6,80 | 8,20 |
| $A_1^{+0,5}$ | % | 10,30 | 16,20 | 14,80 | 15,50 | 11,90 | 14,30 | 10,80 | 12,60 |
| $\gamma_1^{-0,5}$ | % | 26,90 | 21,70 | 27,50 | 32,40 | 21,49 | 19,30 | 25,30 | 27,80 |
| $A_1^{-0,5}$ | % | 23,41 | 31,35 | 24,04 | 31,48 | 20,31 | 38,65 | 17,20 | 26,33 |
| ε_2 | доли ед. | 0,36 | 0,60 | 0,66 | 0,62 | 0,38 | 0,64 | 0,64 | 0,65 |
| η_2 | доли ед. | 0,98 | 0,85 | 0,82 | 0,87 | 0,96 | 0,85 | 0,83 | 0,89 |
| ε_4 | доли ед. | 0,60 | - | - | - | 0,65 | - | - | - |
| η_4 | доли ед. | 0,80 | - | - | - | 0,82 | - | - | - |
| P_2 | т/м ³ | 0,20 | 0,45 | 0,47 | 0,50 | 0,25 | 0,48 | 0,45 | 0,45 |
| P_4 | т/м ³ | 0,45 | - | - | - | 0,47 | - | - | - |
| D | доли ед. | 0,50 | 0,25 | 0,50 | 0,25 | 0,75 | 0,60 | 0,50 | 0,35 |
| A_5 | % | - | 15,00 | 7,00 | 16,00 | - | 21,00 | 7,00 | 15,50 |
| A_7 | % | - | 8,00 | 7,00 | 6,00 | - | 10,00 | 8,00 | 6,00 |
| A_8 | % | 8,00 | 75,00 | 75,00 | 75,00 | 9,00 | 75,00 | 74,00 | 75,00 |
| A_9 | % | - | - | - | 8,00 | - | - | - | 6,00 |
| A_{10} | % | - | - | - | 74,00 | - | - | - | 75,00 |
| p_{12} | т/м ³ | 0,60 | 0,65 | 0,67 | - | 0,65 | 0,68 | 0,65 | - |
| p_{15} | т/м ³ | - | - | - | 0,70 | - | - | - | 0,68 |

Окончание табл. 1.1

| Номер варианта | | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 |
|-------------------|-------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Схема | | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| γ_1 | % | 30,12 | 30,70 | 34,50 | 28,50 | 32,78 | 31,50 | 28,40 | 24,30 |
| Q_1 | т/ч | 210,30 | 350,00 | 350,60 | 320,80 | 250,40 | 370,40 | 330,00 | 341,50 |
| W_1 | м ³ /ч | 1314,00 | 1520,00 | 1850,00 | 1535,00 | 1630,00 | 1633,00 | 1654,00 | 1706,00 |
| $\gamma_1^{+0,5}$ | % | 6,05 | 6,20 | 7,20 | 7,40 | 8,30 | 7,15 | 8,40 | 8,40 |
| $A_1^{+0,5}$ | % | 12,80 | 15,10 | 11,05 | 14,20 | 10,50 | 12,90 | 14,80 | 16,80 |
| $\gamma_1^{-0,5}$ | % | 24,07 | 24,50 | 27,30 | 21,10 | 24,48 | 24,35 | 20,00 | 15,90 |
| $A_1^{-0,5}$ | % | 17,98 | 27,00 | 29,99 | 31,48 | 24,71 | 38,36 | 30,76 | 40,09 |
| ε_2 | доли ед. | 0,40 | 0,63 | 0,60 | 0,63 | 0,36 | 0,66 | 0,62 | 0,66 |
| η_2 | доли ед. | 0,95 | 0,87 | 0,97 | 0,85 | 0,98 | 0,89 | 0,85 | 0,82 |
| ε_4 | доли ед. | 0,62 | - | - | - | 0,66 | - | - | - |
| η_4 | доли ед. | 0,80 | - | - | - | 0,82 | - | - | - |
| P_2 | т/м ³ | 0,20 | 0,44 | 0,42 | 0,46 | 0,23 | 0,45 | 0,43 | 0,48 |
| P_4 | т/м ³ | 0,40 | - | - | - | 0,45 | - | - | - |
| D | доли ед. | 0,40 | 0,40 | 0,55 | 0,30 | 0,75 | 0,50 | 0,45 | 0,25 |
| A_5 | % | - | 16,50 | 7,50 | 15,00 | - | 14,00 | 7,50 | 16,50 |
| A_7 | % | - | 8,50 | 6,50 | 6,00 | - | 7,50 | 7,50 | 7,50 |
| A_8 | % | 8,50 | 74,0 | 75,00 | 74,00 | 8,00 | 75,00 | 74,00 | 74,00 |
| A_9 | % | - | - | - | 6,00 | - | - | - | 7,00 |
| A_{10} | % | - | - | - | 75,00 | - | - | - | 74,00 |
| p_{12} | т/м ³ | 0,67 | 0,70 | 0,69 | - | 0,62 | 0,65 | 0,60 | - |
| p_{15} | т/м ³ | - | - | - | 0,67 | - | - | - | 0,65 |

Таблица 1.2 – Результаты дробной флотации угольного шлама

| Номер варианта | Показатели, % | Концентрат I | Концентрат II | Концентрат III | Концентрат IV | Отходы |
|-------------------|------------------|---------------------|------------------|-------------------|------------------|--------|
| | | Время флотации, мин | | | | |
| | | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | |
| 1 | γ | 56,64 | 13,58 | 7,29 | 0,89 | 21,60 |
| | A ^d | 5,20 | 5,40 | 13,30 | 44,40 | 74,60 |
| 2 | γ | 63,13 | 3,62 | 4,95 | 5,52 | 22,78 |
| | A ^d | 11,00 | 15,10 | 28,30 | 48,30 | 70,70 |
| 3 | γ | 57,85 | 11,27 | 7,34 | 1,23 | 22,31 |
| | A ^d | 7,20 | 8,10 | 14,30 | 36,90 | 69,40 |
| 4 | γ | 47,26 | 8,75 | 5,86 | 3,90 | 34,23 |
| | A ^d | 9,60 | 12,80 | 19,40 | 36,20 | 60,70 |
| 5 | γ | 67,53 | 16,42 | 2,98 | 0,76 | 12,31 |
| | A ^d | 7,60 | 9,20 | 14,70 | 35,70 | 88,60 |
| 6 | γ | 55,73 | 8,49 | 10,56 | 3,04 | 22,18 |
| | A ^d | 14,40 | 16,60 | 50,50 | 54,60 | 74,80 |
| 7 | γ | 54,36 | 16,40 | 13,53 | 1,48 | 14,23 |
| | A ^d | 5,60 | 6,00 | 13,30 | 27,60 | 67,50 |
| 8 | γ | 47,53 | 10,18 | 16,08 | 2,14 | 24,07 |
| | A ^d | 7,80 | 11,70 | 19,10 | 35,60 | 60,10 |
| 9 | γ | 68,71 | 8,75 | 6,30 | 0,65 | 15,59 |
| | A ^d | 5,50 | 5,80 | 9,10 | 28,80 | 76,30 |
| 10 | γ | 67,82 | 10,74 | 5,76 | 1,32 | 14,36 |
| | A ^d | 14,50 | 17,90 | 32,50 | 37,10 | 73,00 |
| 11 | γ | 69,35 | 10,87 | 4,15 | 1,37 | 14,26 |
| | A ^d | 6,10 | 7,10 | 15,00 | 29,10 | 68,10 |
| 12 | γ | 33,44 | 15,60 | 27,20 | 5,69 | 18,07 |
| | A ^d | 11,60 | 13,90 | 22,00 | 38,00 | 70,80 |
| 13 | γ | 57,72 | 14,68 | 5,36 | 1,33 | 20,91 |
| | A ^d | 6,00 | 6,90 | 15,10 | 32,80 | 73,60 |
| 14 | γ | 56,29 | 6,64 | 3,08 | 1,53 | 32,46 |
| | A ^d | 10,50 | 12,20 | 20,20 | 35,10 | 76,10 |
| 15 | γ | 41,57 | 10,28 | 15,06 | 3,51 | 29,58 |
| | A ^d | 7,40 | 7,80 | 9,00 | 26,60 | 67,20 |
| 16 | γ | 36,82 | 15,90 | 13,57 | 1,53 | 32,18 |
| | A ^d | 11,50 | 16,70 | 24,80 | 52,70 | 65,20 |

2 РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСОВОЙ РОБОТЫ

2.1 Расчет качественно-количественной схемы

Порядок расчета показан на примере схемы флотационного отделения, представленной на рис. 2.1. Показатели флотации приведены в табл. 2.1 и 2.2. При расчете приняты следующие обозначения:

γ_i – выход продукта, %;

Q_i – количество продукта, т/ч;

A_i^d – зольность продукта, %;

$\gamma_1^{+0,5}, A_1^{+0,5}$ – выход и зольность крупнозернистого шлама больше 0,5 мм в исходном продукте (подрешетных водах), %;

$\gamma_1^{-0,5}, A_1^{-0,5}$ – выход и зольность тонкозернистого шлама менее 0,5 мм в исходном продукте (подрешетных водах), %;

η_i – извлечение крупнозернистого шлама в соответствующие сгущенные продукты, доли ед.;

ε_i – извлечение тонкого шлама в соответствующие сгущенные продукты, доли ед.;

P_i – содержание твердого в продуктах (плотность пульпы), т/м³;

D – часть потока, направляемая в оборот, доли ед.

Таблица 2.1 – Исходные данные для расчета

| γ_1 , | A_1^d | Q_1 | W_1 | $\gamma_1^{+0,5}$ | $A_1^{+0,5}$ | $\gamma_1^{-0,5}$ | $A_1^{-0,5}$ | η_2 | ε_2 |
|--------------|---------|-------|-------|-------------------|--------------|-------------------|--------------|----------|-----------------|
| 33,0 | 30,46 | 203,1 | 1104 | 5,10 | 10,14 | 27,90 | 34,17 | 0,96 | 0,42 |

| η_4 | ε_4 | P_2 | P_4 | D | A_8 | A_{10} | A_{11} | A_{12} | A_{13} |
|----------|-----------------|-------|-------|-----|-------|----------|----------|----------|----------|
| 0,81 | 0,6 | 0,21 | 0,51 | 0,6 | 12,0 | 6,0 | 74,0 | 6,5 | 75,0 |

Таблица 2.2 - Результаты дробной флотации угольного шлама

| Показатели, % | Концентрат I | Концентрат II | Концентрат III | Концентрат IV | Отходы |
|------------------|---------------------|------------------|-------------------|------------------|--------|
| | Время флотации, мин | | | | |
| | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | |
| γ | 46,62 | 7,85 | 4,81 | 4,10 | 36,62 |
| A^d | 8,60 | 13,00 | 20,34 | 36,60 | 62,67 |

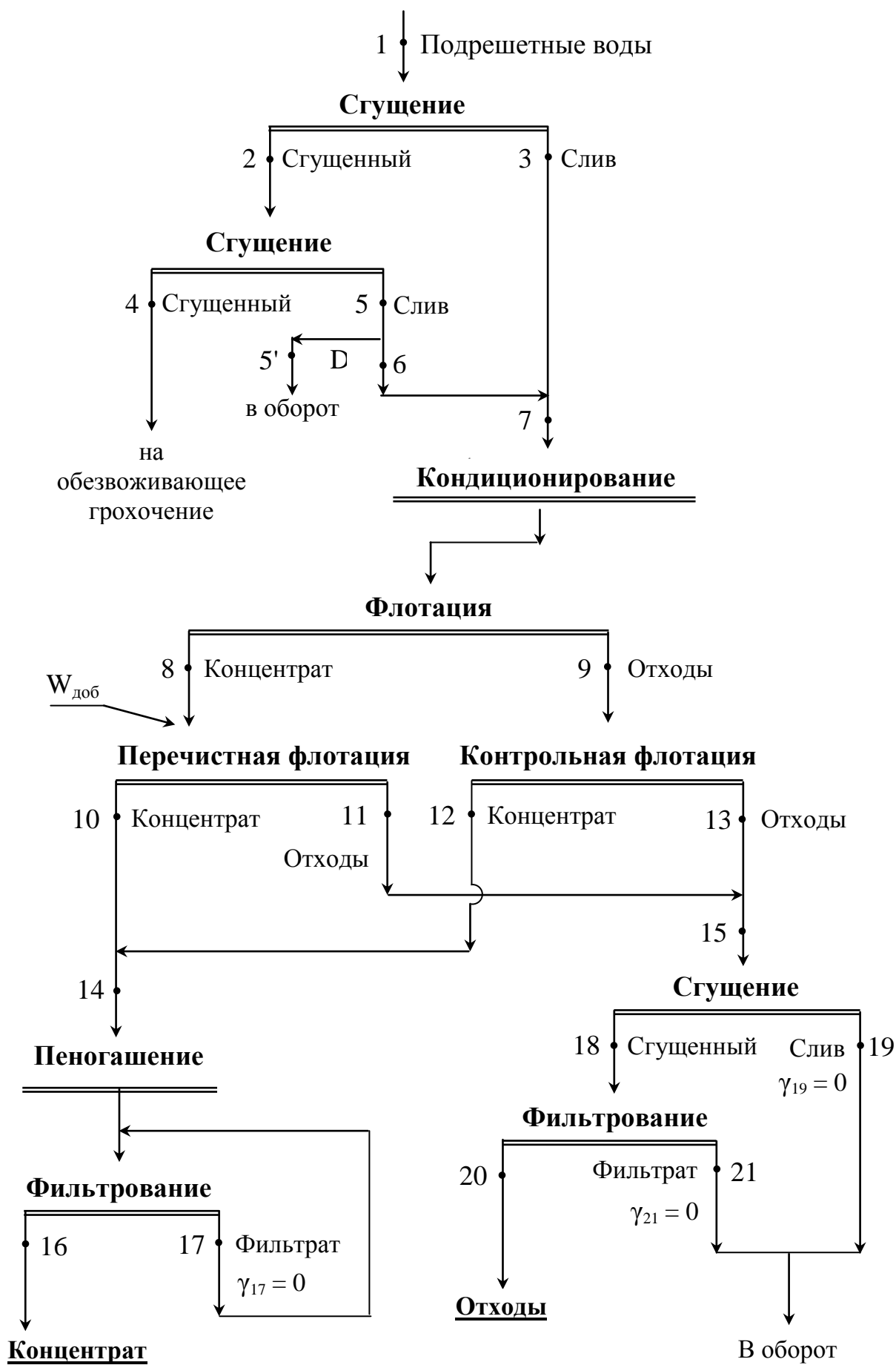


Рис. 2.1 – Технологическая схема флотационного отделения

Рассчитываются составы продуктов первой стадии сгущения.
Состав сгущенного продукта № 2 определяется из уравнений:

выход класса +0,5мм: $\gamma_2^{+0,5} = \gamma_1^{+0,5} \cdot \eta_2, \%$

$$\gamma_2^{+0,5} = 5,10 \cdot 0,96 = 4,90\% ;$$

выход класса -0,5мм: $\gamma_2^{-0,5} = \gamma_1^{-0,5} \cdot \varepsilon_2, \%$

$$\gamma_2^{-0,5} = 27,90 \cdot 0,42 = 11,72\% ;$$

выход продукта № 2: $\gamma_2 = \gamma_2^{+0,5} + \gamma_2^{-0,5}, \%$

$$\gamma_2 = 4,90 + 11,72 = 16,62\%.$$

Зольность продукта № 2 определяется из балансового уравнения:

$$A_2^d = \frac{\gamma_2^{+0,5} \cdot A_2^{+0,5} + \gamma_2^{-0,5} \cdot A_2^{-0,5}}{\gamma_2}, \%$$

$$A_2^d = \frac{4,90 \cdot 10,14 + 11,72 \cdot 34,17}{16,62} = 27,09\%.$$

Состав продукта № 3 (слив операции сгущения) определяется как разница питания (продукт № 1) и сгущенного продукта № 2:

выход класса +0,5мм: $\gamma_3^{+0,5} = \gamma_1^{+0,5} - \gamma_2^{+0,5}, \%$

$$\gamma_3^{+0,5} = 5,10 - 4,90 = 0,20\% ;$$

выход класса -0,5мм: $\gamma_3^{-0,5} = \gamma_1^{-0,5} - \gamma_2^{-0,5}, \%$

$$\gamma_3^{-0,5} = 27,90 - 11,72 = 16,18\% ;$$

выход продукта № 3: $\gamma_3 = \gamma_3^{+0,5} + \gamma_3^{-0,5}, \%$

$$\gamma_3 = 0,20 + 16,18 = 16,38\%.$$

Зольность слива (продукт № 3) определяется из балансового уравнения:

$$A_3^d = \frac{\gamma_3^{+0,5} \cdot A_3^{+0,5} + \gamma_3^{-0,5} \cdot A_3^{-0,5}}{\gamma_3}, \%;$$

$$A_3^d = \frac{0,2 \cdot 10,14 + 16,18 \cdot 34,17}{16,38} = 33,88\%.$$

Рассчитываются составы продуктов второй стадии сгущения.
Состав сгущенного продукта № 4 определяется из уравнений:

выход класса +0,5мм: $\gamma_4^{+0,5} = \gamma_2^{+0,5} \cdot \eta_4, \%;$

$$\gamma_4^{+0,5} = 4,90 \cdot 0,81 = 3,97\%;$$

выход класса -0,5мм: $\gamma_4^{-0,5} = \gamma_2^{-0,5} \cdot \varepsilon_4, \%;$

$$\gamma_4^{-0,5} = 11,72 \cdot 0,60 = 7,03\%;$$

выход продукта № 4: $\gamma_4 = \gamma_4^{+0,5} + \gamma_4^{-0,5}, \%;$

$$\gamma_4 = 3,97 + 7,03 = 11,00\%.$$

Зольность продукта № 4 определяется из балансового уравнения:

$$A_4^d = \frac{\gamma_4^{+0,5} \cdot A_4^{+0,5} + \gamma_4^{-0,5} \cdot A_4^{-0,5}}{\gamma_4}, \%;$$

$$A_4^d = \frac{3,97 \cdot 10,14 + 7,03 \cdot 34,17}{11,00} = 25,51\%.$$

Состав продукта № 5 (слив операции сгущения) определяется как разница питания (продукт № 2) и сгущенного продукта № 4:

выход класса +0,5мм: $\gamma_5^{+0,5} = \gamma_2^{+0,5} - \gamma_4^{+0,5}, \%;$

$$\gamma_5^{+0,5} = 4,90 - 3,97 = 0,93\%;$$

выход класса -0,5мм: $\gamma_5^{-0,5} = \gamma_2^{-0,5} - \gamma_4^{-0,5}, \%;$

$$\gamma_5^{-0,5} = 11,72 - 7,03 = 4,69\%;$$

выход продукта № 5: $\gamma_5 = \gamma_5^{+0,5} + \gamma_5^{-0,5}, \%$;

$$\gamma_5 = 0,93 + 4,69 = 5,62\%.$$

Зольность слива (продукт № 5) определяется из балансового уравнения:

$$A_5^d = \frac{\gamma_5^{+0,5} \cdot A_5^{+0,5} + \gamma_5^{-0,5} \cdot A_5^{-0,5}}{\gamma_5}, \%$$

$$A_5^d = \frac{0,93 \cdot 10,14 + 4,69 \cdot 34,17}{5,62} = 30,19\%.$$

Часть потока слива направляется в оборот. Она составляет:

$$\gamma_{5'} = \gamma_5 \cdot D, \% \quad A_{5'}^d = A_5^d, \%$$

$$\gamma_{5'} = 5,62 \cdot 0,6 = 3,37\% \quad A_{5'}^d = 30,19\%.$$

Часть потока слива, поступающего на флотацию, составит:

$$\gamma_6 = \gamma_5 - \gamma_{5'}, \% \quad A_6^d = A_5^d, \%$$

$$\gamma_6 = 5,62 - 3,37 = 2,25\%, \quad A_6^d = 30,19\%.$$

Питанием флотации является продукт № 7, состоящий из слива первой стадии сгущения (продукт № 3) и части слива второй стадии сгущения (продукт № 6). Его выход и зольность составляют:

$$\gamma_7 = \gamma_3 + \gamma_6, \% \quad A_7^d = \frac{\gamma_3 \cdot A_3^d + \gamma_6 \cdot A_6^d}{\gamma_7}, \%$$

$$\gamma_7 = 16,38 + 2,25 = 18,63\%$$

$$A_7^d = \frac{16,38 \cdot 33,87 + 2,25 \cdot 30,19}{18,63} = 33,43\%.$$

Расчет операции флотации выполняется на основе уравнений материального баланса. Первое уравнение – баланс по количеству материала, второе – баланс по количеству условных зольных единиц.

$$\begin{cases} \gamma_7 = \gamma_8 + \gamma_9 \\ \gamma_7 \cdot A_7^d = \gamma_8 \cdot A_8^d + \gamma_9 \cdot A_9^d \end{cases}$$

Неизвестными величинами являются выходы концентрата (γ_7) и отходов ($\gamma_9 = \gamma_7 - \gamma_8$) и зольность отходов (A_9^d).

Для определения времени флотации и зольности отходов необходимо построить кривые флотируемости материала, данные приведены в табл. 2.2.

Для построения кривых флотируемости выполняются предварительные расчеты по аналогии с расчетами для кривых обогатимости. Результаты расчетов оформляются в виде таблицы (табл. 2.3).

Таблица 2.3 – Данные для построения кривых флотируемости

| Продукт | Время флотации, мин | γ , % | A^d , % | Пенный продукт | | Камерный продукт | |
|----------|---------------------|--------------|-----------|----------------|-----------|------------------|-----------|
| | | | | γ , % | A^d , % | γ , % | A^d , % |
| <i>I</i> | <i>2</i> | <i>3</i> | <i>4</i> | <i>5</i> | <i>6</i> | <i>7</i> | <i>8</i> |
| К-т I | 0,5 | 46,62 | 8,60 | 46,62 | 8,60 | 100,00 | 30,46 |
| К-т II | 0,5 | 7,85 | 13,00 | 54,47 | 9,23 | 53,38 | 49,55 |
| К-т III | 0,5 | 4,81 | 20,34 | 59,28 | 10,14 | 45,53 | 55,85 |
| К-т IV | 0,5 | 4,10 | 36,60 | 63,38 | 11,85 | 40,72 | 60,05 |
| Отходы | - | 36,62 | 62,67 | 100,00 | 30,46 | 36,62 | 62,67 |
| Итого | | 100,00 | 30,46 | - | - | - | - |

Данные колонок 1-4 заносятся из табл. 2.2.

Данные колонки 5 рассчитываются как суммарный выход концентратных частиц. Расчет ведется сверху вниз:

$$54,47 = 46,62 + 7,85;$$

$$59,28 = 46,62 + 7,85 + 4,81;$$

$$63,38 = 46,62 + 7,85 + 4,81 + 4,10;$$

$$100,0 = 46,62 + 7,85 + 4,81 + 4,10 + 36,62.$$

Данные колонки 6 определяются по средневзвешенной зольности соответствующих концентратов, перешедших в пенный продукт:

$$9,23 = \frac{46,62 \cdot 8,6 + 7,85 \cdot 13,0}{54,47};$$

$$10,14 = \frac{46,62 \cdot 8,6 + 7,85 \cdot 13,0 + 4,81 \cdot 20,34}{59,28};$$

$$11,85 = \frac{46,62 \cdot 8,6 + 7,85 \cdot 13,0 + 4,81 \cdot 20,34 + 4,1 \cdot 36,6}{63,38};$$

$$30,46 = \frac{46,62 \cdot 8,6 + 7,85 \cdot 13,0 + 4,81 \cdot 20,34 + 4,1 \cdot 36,6 + 36,62 \cdot 62,67}{100,0}.$$

Данные колонки 7 рассчитываются как суммарный выход частиц, оставшихся в камерном продукте. Расчет ведется снизу вверх:

$$40,72 = 36,62 + 4,10;$$

$$45,53 = 36,62 + 4,10 + 4,81;$$

$$53,38 = 36,62 + 4,10 + 4,81 + 7,85;$$

$$100,0 = 36,62 + 4,10 + 4,81 + 7,85 + 46,62.$$

Данные колонки 8 определяются по результатам расчета средневзвешенной зольности соответствующих частиц, еще не перешедших в пенный продукт:

$$60,05 = \frac{36,62 \cdot 62,67 + 4,1 \cdot 36,6}{40,72};$$

$$55,85 = \frac{36,62 \cdot 62,67 + 4,1 \cdot 36,6 + 4,81 \cdot 20,34}{45,53};$$

$$49,55 = \frac{36,62 \cdot 62,67 + 4,1 \cdot 36,6 + 4,81 \cdot 20,34 + 7,85 \cdot 13,0}{53,38};$$

$$30,46 = \frac{36,62 \cdot 62,67 + 4,1 \cdot 36,6 + 4,81 \cdot 20,34 + 7,85 \cdot 13,0 + 46,62 \cdot 8,6}{100,0}.$$

Кривые флотиремости строятся на миллиметровой бумаге, размеры осей 200 x 200 мм. Для построения кривых используются данные таблицы 3.

На левой вертикальной оси сверху вниз откладываются значения выходов соответствующих продуктов от 0 до 100%.

На нижней горизонтальной оси слева направо откладываются значения зольности продуктов от 0 до 100%.

На верхней горизонтальной оси справа налево отмечаются значения времени флотации в минутах.

Кривая λ (кривая питания) строится с использованием колонок 3 и 4 с учетом того, что выход каждого следующего продукта откладывается от линии выхода предыдущего продукта. Значения зольности откладываются на серединах вертикальных отрезков, соответствующих зольности соответствующих продуктов.

Кривая пенного продукта β (кривая концентрата) строится по колонкам 5 и 6.

Кривая камерного продукта θ (кривая отходов) строится по колонкам 7 и 8.

Кривая зависимости выхода продуктов от времени флотации τ строится по колонкам 2 и 3.

Кривые флотируемости угольного шлама показаны на рис. 2.2.

Чтобы определить зольность отходов A_6^d при заданной зольности концентрата A_5^d и необходимое время флотации $\tau_{фл}$ нужно:

- 1) на оси зольности отложить заданную величину A_5^d ;
- 2) из этой точки поднять перпендикуляр до пересечения с кривой концентрата β ;
- 3) через полученную точку пересечения провести горизонтальную линию, которая является демаркационной линией (ДЛ);
- 4) из точки пересечения демаркационной линии с кривой отходов θ опустить перпендикуляр до оси зольности;
- 5) определить значение зольности отходов A_6^d ;
- 6) из точки пересечения демаркационной линии с кривой времени флотации τ поднять перпендикуляр до верхней оси;
- 7) определить необходимое время флотации $\tau_{фл}$ для данных результатов обогащения.

При заданной зольности концентрата $A_8^d = 12,0\%$ по кривым обогатимости находим зольность отходов $A_9^d = 64,8\%$. Время флотации составляет $\tau_{фл} = 2,3$ мин.

По уравнениям баланса определяем выходы продуктов флотации:

$$\begin{cases} 18,63 = \gamma_8 + \gamma_9 \\ 18,63 \cdot 33,43 = \gamma_8 \cdot 12,0 + \gamma_9 \cdot 64,8 \end{cases}$$

Из данной системы уравнений выход концентрата $\gamma_8 = 11,07\%$.

Выход отходов составит: $\gamma_9 = \gamma_7 - \gamma_8 = 18,63 - 11,07 = 7,56\%$.

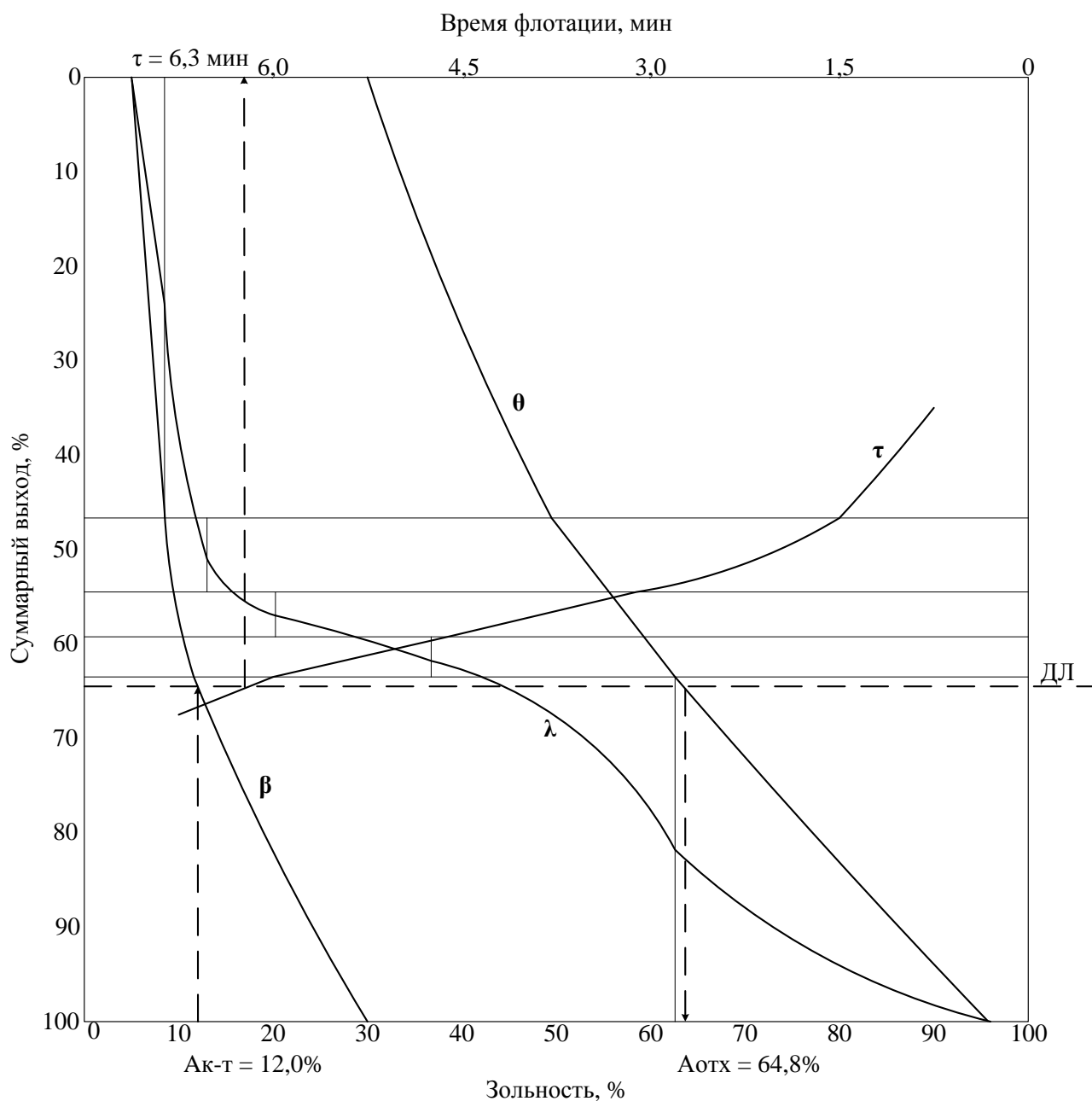


Рис. 2.2 – Кривые флотируемости угольного шлама

Расчет операций перечистой и контрольной флотации выполняется аналогично по уравнениям материального баланса.

Для операции перечистой флотации:

$$\begin{cases} \gamma_8 = \gamma_{10} + \gamma_{11} \\ \gamma_8 \cdot A_8^d = \gamma_{10} \cdot A_{10}^d + \gamma_{11} \cdot A_{11}^d \end{cases}$$

$$\begin{cases} 11,07 = \gamma_{10} + \gamma_{11} \\ 11,07 \cdot 12,0 = \gamma_{10} \cdot 6,0 + \gamma_{11} \cdot 74,0 \end{cases}$$

Из системы балансовых уравнений выход концентрата $\gamma_{10} = 10,09\%$.

Выход отходов составит: $\gamma_{11} = \gamma_8 - \gamma_{10} = 11,07 - 10,09 = 0,98\%$.

Для операции контрольной флотации:

$$\begin{cases} \gamma_9 = \gamma_{12} + \gamma_{13} \\ \gamma_9 \cdot A_9^d = \gamma_{12} \cdot A_{12}^d + \gamma_{13} \cdot A_{13}^d \end{cases}$$

$$\begin{cases} 7,56 = \gamma_{12} + \gamma_{13} \\ 7,56 \cdot 64,8 = \gamma_{12} \cdot 6,5 + \gamma_{13} \cdot 75,0 \end{cases}$$

Из системы балансовых уравнений выход концентрата $\gamma_{12} = 1,13\%$.

Выход отходов составит: $\gamma_{13} = \gamma_9 - \gamma_{12} = 7,56 - 1,13 = 6,43\%$.

Время флотации в операциях перечистой и контрольной флотации принимается равным 6 – 8 мин.

Пенные продукты объединяются в общий продукт, который направляется на фильтрование. При расчете операции фильтрования принимается допущение, что содержание твердого в фильтрате вакуум-фильтров равно 0. Циркулирующая нагрузка не учитывается.

Выход и зольность объединенного продукта, состоящего из пенных продуктов пенной и контрольной флотации, определяется из уравнений:

$$\gamma_{14} = \gamma_{10} + \gamma_{12}, \% \qquad A_{14}^d = \frac{\gamma_{10} \cdot A_{10}^d + \gamma_{12} \cdot A_{12}^d}{\gamma_{14}}, \%$$

$$\gamma_{14} = 10,09 + 1,13 = 11,22 \% \qquad A_{14}^d = \frac{10,09 \cdot 6,0 + 1,13 \cdot 6,5}{11,22} = 6,05 \%$$

Т.к. содержание твердых частиц в фильтрате $\gamma_{17} = 0$, выход и зольность концентрата составляют:

$$\gamma_{16} = \gamma_{14} = 11,22\% \qquad A_{16}^d = A_{14}^d = 6,05\% .$$

Камерные продукты также объединяются в один продукт и поступают на сгущение. Содержание твердого в сливе также принимается равным 0.

Сгущенный продукт сгустителей направляется в фильтр-прессовое отделение на обезвоживание. В этой операции получают обезвоженные флотоотходы в виде коржей и фильтрат, не содержащий твердых частиц.

Выход и зольность объединенного продукта, состоящего из отходов пенной и контрольной флотации, определяется из уравнений:

$$\gamma_{15} = \gamma_{11} + \gamma_{13}, \% \quad A_{15}^d = \frac{\gamma_{11} \cdot A_{11}^d + \gamma_{13} \cdot A_{13}^d}{\gamma_{15}}, \%;$$

$$\gamma_{15} = 0,98 + 6,43 = 6,05\% \quad A_{15}^d = \frac{0,98 \cdot 74,0 + 6,43 \cdot 75,0}{6,05} = 74,87\%.$$

Т.к. содержание твердых частиц в сливе сгустителя и фильтрате $\gamma_{19} = \gamma_{21} = 0$, выход и зольность отходов составляют:

$$\gamma_{20} = \gamma_{18} = \gamma_{15} = 6,05\% \quad A_{20}^d = A_{18}^d = A_{15}^d = 74,87\%.$$

Определение количества продуктов в т/ч производится в соответствии с их выходами по формуле:

$$Q_i = Q_1 \cdot \frac{\gamma_i}{\gamma_1}, \text{ т/ч},$$

где γ_i и Q_i – соответственно выход (%) и количество (т/ч) i -го продукта. Количество продукта № 2 и продукта № 3 составляет:

$$Q_2 = Q_1 \cdot \frac{\gamma_2}{\gamma_1} = 203,1 \cdot \frac{16,62}{33,0} = 102,29 \text{ т/ч};$$

$$Q_3 = Q_1 \cdot \frac{\gamma_3}{\gamma_1} = 203,1 \cdot \frac{16,38}{33,0} = 100,81 \text{ т/ч}.$$

Остальные продукты рассчитываются аналогично. Результаты расчетов заносятся в сводную таблицу 2.4.

2.2 Расчет водно-шламовой схемы операций флотационного отделения

Этот расчет заключается в распределении потоков пульпы по операциям.

В первой стадии сгущения при известной плотности сгущенного продукта $P_2 = 0,21 \text{ т/м}^3$ количество пульпы определяется из соотношения:

$$W_2 = \frac{Q_2}{P_2}, \text{ м}^3/\text{ч},$$

$$W_2 = \frac{102,29}{0,21} = 487,09 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Количество пульпы в сливе составит:

$$W_3 = W_1 - W_2, \text{ м}^3/\text{ч},$$

$$W_3 = 1104,0 - 487,09 = 616,91 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

При известной зольности продукта A_i^d определяем плотность твердой фазы δ_i по формуле:

$$\delta_i = (K_1 + K_2 \cdot A_i^d) / 1000, \text{ т/м}^3,$$

где K_1 и K_2 – эмпирические коэффициенты (для концентратов флотации и необогащенных углей $K_1 = 1312,5$, $K_2 = 12,50$, для отходов флотации $K_1 = 1037,5$, $K_2 = 18,75$).

Определяем плотность твердой фазы продуктов:

$$\delta_1 = (1312,5 + 12,5 \cdot 30,46) / 1000 = 1,69 \text{ т/м}^3,$$

$$\delta_2 = (1312,5 + 12,5 \cdot 27,09) / 1000 = 1,65 \text{ т/м}^3,$$

$$\delta_2 = (1312,5 + 12,5 \cdot 33,88) / 1000 = 1,74 \text{ т/м}^3.$$

Плотности твердой фазы всех продуктов технологической схемы рассчитываются аналогично, полученные величины заносятся в итоговую таблицу 2.4, расположенную в конце раздела.

Во второй стадии сгущения при плотности сгущенного продукта $P_4 = 0,51 \text{ т/м}^3$ количество воды рассчитывается из соотношения:

$$W_4 = \frac{Q_4}{P_4}, \text{ м}^3/\text{ч},$$

$$W_4 = \frac{67,70}{0,51} = 132,75 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Количество воды в сливе составит:

$$W_5 = W_2 - W_4, \text{ м}^3/\text{ч},$$

$$W_5 = 487,09 - 132,75 = 354,34 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Часть слива, направляемая в бак оборотной воды, составит:

$$W_{5'} = W_5 \cdot D = 354,34 \cdot 0,6 = 212,61 \text{ м}^3/\text{ч};$$

часть, слива, направляемая на флотацию, определяется:

$$W_6 = W_5 - W_{5'} = 354,34 - 212,61 = 141,74 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

На флотацию поступает поток пульпы:

$$W_7 = W_3 + W_6 = 616,91 + 141,74 = 758,65 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Плотность питания флотации определяется по формуле:

$$P_7 = \frac{Q_7}{W_7} = \frac{114,66}{758,65} = 0,15 \text{ т/м}^3.$$

Если плотность питания флотации превышает $0,13 - 0,15 \text{ т/м}^3$ (т.е. $130 - 150 \text{ г/л}$), его необходимо разжижать, добавляя к нему воду.

Плотность пенного продукта флотации принимается равным $P \sim 0,30 \text{ т/м}^3$.

Плотность камерного продукта принимается $P \sim 0,05 - 0,09 \text{ т/м}^3$.

В операцию перечистной флотации необходимо добавить воду.

С пенным продуктом основной флотации уходит количество воды:

$$W_8 = \frac{Q_8}{p_8} = \frac{68,13}{0,30} = 227,10 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Количество воды, уходящей с камерным продуктом флотации, составит:

$$W_9 = W_7 - W_8 = 758,65 - 227,10 = 531,55 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Т.к. плотность питания, поступающего на перечистную флотацию, превышает необходимую норму, в операцию подается добавочная вода. Принимаем плотность пульпы $P_8 = 0,1 \text{ т/м}^3$. Тогда количество воды, поступающей в операцию, составит:

$$W_{8*} = \frac{Q_8}{P_{8*}} = \frac{68,13}{0,10} = 681,30 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Определяем количество добавочной воды:

$$W_{\text{доб}} = W_{8*} - W_8 = 681,30 - 227,10 = 454,20 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Рассчитываем количество воды в продуктах перечистой флотации.
В пенном продукте:

$$W_{10} = \frac{Q_{10}}{P_{10}} = \frac{62,10}{0,30} = 270,0 \text{ м}^3/\text{ч};$$

В камерном продукте:

$$W_{11} = W_8 - W_{10} = 681,30 - 270,0 = 474,30 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Плотность камерного продукта составляет:

$$P_{11} = \frac{Q_{11}}{W_{11}} = \frac{6,03}{474,30} = 0,01 \text{ т/м}^3.$$

Рассчитываем количество воды в продуктах контрольной флотации.
В пенном продукте:

$$W_{12} = \frac{Q_{12}}{P_{12}} = \frac{6,95}{0,30} = 23,18 \text{ м}^3/\text{ч};$$

В камерном продукте:

$$W_{13} = W_9 - W_{12} = 531,55 - 23,18 = 508,37 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Плотность камерного продукта составляет:

$$P_{13} = \frac{Q_{13}}{W_{13}} = \frac{39,57}{508,37} = 0,08 \text{ т/м}^3.$$

Рассчитываем операции обезвоживания продуктов флотационного обогащения.

Разжиженность R определяется по формуле:

$$R = \frac{W_t^r}{100 - W_t^r}, \text{ м}^3/\text{т}.$$

В этом случае количество воды, уходящей с продуктом составит:

$$W_i = Q_i \cdot R, \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Количество фильтрата определяется как разница между количеством воды в питании фильтрования и количеством воды в обезвоженном продукте.

Влажность обезвоженного концентрата вакуум-фильтров принимается $W_t^r = 24 \%$.

Влажность коржей фильтр-прессов принимается $W_t^r = 25 \%$.

Обезвоживание концентрата осуществляется методом фильтрования на вакуум-фильтрах. В операцию поступают пенные продукты основной и перечистой флотаций. Количество воды в объединенном продукте составляет:

$$W_{14} = W_{10} + W_{12} = 207,0 + 23,18 = 230,18 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

При влажности обезвоженного продукта $W_{16}^r = 24 \%$ разжиженность равна:

$$R_{16} = \frac{W_{16}^r}{100 - W_{16}^r} = \frac{24}{100 - 24} = 0,31 \text{ м}^3/\text{т}.$$

Количество воды, уходящей с продуктом составит:

$$W_{16} = Q_{16} \cdot R_{16} = 69,05 \cdot 0,32 = 21,81 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Фильтрат направляется в бак оборотной воды. Его количество составляет:

$$W_{17} = W_{14} - W_{16} = 230,18 - 21,81 = 208,37 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Обезвоживание отходов состоит двух стадий: сгущение в сгустителях и фильтрование на фильтр-прессах.

На сгущение поступает общие отходы основной и контрольной флотации. Определяется количество воды в этом продукте:

$$W_{15} = W_{11} + W_{13} = 474,30 + 508,37 = 982,67 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

При плотности сгущенного продукта $P_{18} = 0,60 \text{ т/м}^3$ определяем количество воды в сгущенном продукте:

$$W_{18} = \frac{Q_{18}}{P_{18}} = \frac{37,24}{0,60} = 62,06 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Слив направляется в бак оборотной воды. Его количество составляет:

$$W_{19} = W_{15} - W_{18} = 982,67 - 62,06 = 920,67 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

При влажности коржей фильтр-прессов $W_{20}^r = 25 \%$ разжиженность равна:

$$R_{20} = \frac{W_{20}^r}{100 - W_{20}^r} = \frac{25}{100 - 25} = 0,33 \text{ м}^3/\text{т}.$$

Количество воды, уходящей с обезвоженным продуктом составит:

$$W_{20} = Q_{20} \cdot R_{20} = 37,24 \cdot 0,33 = 12,41 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Фильтрат направляется в бак оборотной воды. Его количество составляет:

$$W_{21} = W_{18} - W_{20} = 62,06 - 12,41 = 49,65 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Количество оборотной воды, определяется как сумму всех потоков, направляемых в оборот:

$$W_{\text{обор}} = W_{5'} + W_{17} + W_{19} + W_{21} = 212,61 + 208,37 + 920,61 + 49,65 = 1391,24 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Необходимо проверить содержание твердых частиц в оборотной воде:

$$P_{\text{обор}} = \frac{Q_{\text{обор}}}{W_{\text{обор}}} = \frac{20,74}{1391,24} = 0,01 \text{ т/м}^3.$$

Значение $P_{\text{обор}}$ не должно превышать $0,05 - 0,08 \text{ т/м}^3$.

Результаты расчета качественно-количественной и водно-шламовой схемы операций флотационного отделения углей оформляется в виде сводной таблицы 2.4.

Таблица 2.4 – Показатели продуктов технологической схемы

| Номер продукта | Продукт | γ , % | A^d , % | Q , т/ч | W , м ³ /ч | P , т/м ³ | δ , т/м ³ |
|----------------|------------------|--------------|-----------|-----------|-------------------------|------------------------|-----------------------------|
| <i>1</i> | <i>2</i> | <i>3</i> | <i>4</i> | <i>5</i> | <i>6</i> | <i>7</i> | <i>8</i> |
| 1 | исходный | 33,0 | 30,46 | 203,1 | 1104,00 | - | 1,69 |
| 2 | сгущенный | 16,62 | 27,09 | 102,29 | 487,09 | 0,21 | 1,65 |
| 3 | слив | 16,38 | 33,88 | 100,81 | 616,91 | - | 1,74 |
| 4 | сгущенный | 11,00 | 25,51 | 67,70 | 132,75 | 0,51 | 1,63 |
| 5 | слив | 5,62 | 30,19 | 34,59 | 354,34 | - | 1,69 |
| 5' | слив в оборот | 3,37 | 30,19 | 20,74 | 212,61 | 0,10 | 1,69 |
| 6 | слив | 2,25 | 30,19 | 13,85 | 141,74 | - | 1,69 |
| 7 | питание флотации | 18,63 | 33,43 | 114,66 | 758,65 | 0,15 | 1,73 |
| 8 | концентрат | 11,07 | 12,0 | 68,13 | 227,10 | 0,30 | 1,46 |
| 9 | отходы | 7,56 | 64,8 | 46,53 | 531,55 | 0,09 | 2,25 |
| 10 | концентрат | 10,09 | 6,0 | 62,10 | 207,00 | 0,30 | 1,39 |
| 11 | отходы | 0,98 | 74,0 | 6,03 | 474,30 | 0,01 | 2,43 |
| 12 | концентрат | 1,13 | 6,5 | 6,95 | 23,18 | 0,30 | 1,39 |
| 13 | отходы | 6,43 | 75,0 | 39,57 | 508,37 | 0,08 | 2,44 |
| 14 | общий концентрат | 11,22 | 6,05 | 69,05 | 230,18 | 0,30 | 1,39 |
| 15 | общие отходы | 6,05 | 74,87 | 37,24 | 982,67 | 0,04 | 2,44 |
| 16 | концентрат | 11,22 | 6,05 | 69,05 | 21,81 | - | 1,39 |
| 17 | фильтрат | - | - | - | 208,37 | - | - |
| 18 | сгущенный | - | - | - | 62,06 | 0,60 | 2,44 |
| 19 | слив | - | - | - | 920,61 | - | - |
| 20 | отходы | 6,05 | 74,87 | 37,24 | 12,41 | - | 2,44 |
| 21 | фильтрат | - | - | - | 49,65 | - | - |
| 5', 17, 19, 21 | оборотная вода | 3,37 | 30,19 | 20,74 | 1391,24 | 0,01 | 1,69 |

3 ВЫБОР И РАСЧЕТ ОСНОВНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Оборудование выбирается после расчета технологической схемы.

Для сгущения шлама следует предусматривать гидроциклоны диаметром 0,25...1 м (при больших объемах поступающих шламовых вод).

Для пенной флотации угольных шламов крупностью менее 0,5мм наиболее широкое распространение получили механические машины типа

МФУ. Для флотации углей машины обычно komponуются из 6 камер. Операции перемешивания и контрольной флотации выполняются в отдельной машине.

Для кондиционирования пульпы с реагентами применяются аппараты для подготовки пульпы, для пеногашения – пеногасители.

Обезвоживание пенного продукта осуществляется с помощью дисковых вакуум-фильтров. Для сгущения отходов применяются цилиндрикоконические сгустители с подачей сгущенного продукта на фильтр-прессы.

Для перекачивания продуктов на схеме оборудования необходимо предусмотреть зумпфы и насосы.

При расчете следует учитывать неравномерность нагрузки с помощью коэффициента k :

$k = 1,25$ для оборудования, перерабатывающего уголь и низкотемпературные продукты обогащения;

$k = 1.5$ для оборудования, перерабатывающего отходы обогащения.

Для определения количества оборудования, исходя из его объемной производительности, предварительно производится расчет объема пульпы, поступающей в аппараты, по формуле:

$$V_i = k \cdot \left(W_i + \frac{Q_i}{\delta} \right), \text{ м}^3/\text{ч},$$

где W_i – количество воды в продукте, $\text{м}^3/\text{ч}$;

Q_i – количество продукта, $\text{т}/\text{ч}$;

δ – плотность твердой фазы продукта;

k – коэффициент неравномерности нагрузки.

Необходимое количество оборудования определяется по формуле:

$$n = \frac{V_i}{V}, \text{ ед.},$$

где V_i – расчетное количество поступающей в аппарат пульпы, $\text{м}^3/\text{ч}$;

V – производительность выбранного типоразмера оборудования по пульпе, $\text{м}^3/\text{ч}$.

При расчете количества оборудования исходя из его производительности по пульпе и твердому следует принимать ближайшее большее целое число аппаратов. Рекомендуется провести расчет количества оборудования для нескольких типоразмеров. Это позволит выбрать вариант, обеспечивающий оптимальную нагрузку по исходному питанию на выбранные аппараты.

Для комплексов переработки шлама необходимо предусматривать установку резервного оборудования в количестве одного аппарата на 1 - 4 работающих.

Производительность оборудования следует принимать по паспортной характеристике, если указанные в ней условия работы аппарата соответствуют принятым в проекте. При отсутствии этих сведений необходимо определить производительность расчетным путем по приведенной ниже методике или с использованием удельных показателей.

Объемная производительность гидроциклонов рассчитывается по формуле:

$$V = 300 \cdot d_{\text{п}} \cdot d_{\text{с}} \cdot (g \cdot H)^{0.5}, \text{ м}^3/\text{ч},$$

где $d_{\text{п}}$ и $d_{\text{с}}$ – эквивалентный диаметр питающего и сливного патрубка соответственно, м;

$g = 9,81 \text{ м/с}^2$ – ускорение силы тяжести;

H – напор на входе в циклон, кПа.

Объемная производительность флотационных машин определяется по формуле:

$$V = \frac{60 \cdot k_3 \cdot V_{\text{к}} \cdot z}{\tau}, \text{ м}^3/\text{ч},$$

где $k_3 = 0,7 - 0,8$ – коэффициент заполнения камер пульпой;

$V_{\text{к}}$ – объем камеры машины, м^3 ;

z – число камер в машине (для механических флотомашин $z = 6$);

τ – время флотации, мин.

Для операций обезвоживания необходимое количество определяется по формуле:

$$n = \frac{k \cdot Q_i}{q \cdot F}, \text{ ед.},$$

где q – удельная производительность выбранного типа аппарата, $\text{т}/(\text{ч} \cdot \text{м}^2)$ ($\text{м}^3/(\text{ч} \cdot \text{м}^2)$);

F – площадь фильтрования аппарата, м^2 .

Принять удельную производительность:

- дисковых вакуум фильтров для обезвоживания концентрата $q = 0,3 - 0,5 \text{ т}/(\text{ч} \cdot \text{м}^2)$;

- фильтр-прессов для обезвоживания отходов $q = 0,03 - 0,04 \text{ т}/(\text{ч} \cdot \text{м}^2)$;

Удельная производительность цилиндрикоконических сгустителей при содержании твердого в питании $0,6 \text{ т/м}^3$:

- по твердому: $q = 0,3 \text{ т}/(\text{ч} \cdot \text{м}^2)$;

- по пульпе: $q = 3,5 \text{ м}^3/(\text{ч} \cdot \text{м}^2)$.

Производим выбор и расчет основного оборудования для рассматриваемой схемы обогащения.

Для первой стадии сгущения используем гидроциклон ГЦ-1000 с эквивалентным диаметром питающего патрубка $d_{\pi} = 0,2$ м и диаметром сливного патрубка $d_c = 0,4$ м. При напоре на входе в циклон $H = 150$ кПа производительность одного циклона составит:

$$V = 300 \cdot 0,2 \cdot 0,4 \cdot (9,81 \cdot 150)^{0,5} = 920,6 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Объем пульпы, поступающей в гидроциклоны (продукт № 1), при плотности шлама $\delta_1 = 1,69 \text{ т/м}^3$ составит:

$$V_1 = k \cdot \left(W_1 + \frac{Q_1}{\delta_1} \right) = 1,25 \cdot \left(1104,0 + \frac{203,10}{1,69} \right) = 1530,2 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Необходимое количество гидроциклонов первой стадии сгущения составит:

$$n = \frac{V_1}{V} = \frac{1530,2}{920,6} = 1,7 \approx 2.$$

Принимаем 2 рабочих гидроциклона и дополнительно 1 резервный.

Для второй стадии сгущения используем гидроциклон ГЦ-630 МПК с эквивалентным диаметром питающего патрубка $d_{\pi} = 0,18$ м и диаметром сливного патрубка $d_c = 0,2$ м. При напоре на входе в циклон $H = 150$ кПа производительность одного циклона составит:

$$V = 300 \cdot 0,18 \cdot 0,2 \cdot (9,81 \cdot 150)^{0,5} = 414,3 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Объем пульпы, поступающей в гидроциклоны (продукт № 2), при плотности шлама $\delta_2 = 1,65 \text{ т/м}^3$ составит:

$$V_2 = k \cdot \left(W_2 + \frac{Q_2}{\delta_2} \right) = 1,25 \cdot \left(487,09 + \frac{102,29}{1,65} \right) = 686,4 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Необходимое количество гидроциклонов второй стадии сгущения составит:

$$n = \frac{V_2}{V} = \frac{686,4}{414,3} = 1,7 \approx 2.$$

Принимаем 2 рабочих гидроциклона и 1 резервный.

Для подготовки пульпы к флотации принимаем к установке аппарат кондиционирования пульпы АКП–1600.

Объем пульпы, поступающей на флотацию, при плотности шлама $\delta_7 = 1,73 \text{ т/м}^3$ составит:

$$V_7 = k \cdot \left(W_7 + \frac{Q_7}{\delta_7} \right) = 1,25 \cdot \left(758,65 + \frac{114,66}{1,73} \right) = 1031,2 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Необходимое количество АКП–1600 составит:

$$n = \frac{V_7}{V} = \frac{1031,2}{1600} = 0,6 \approx 1.$$

Принимаем 1 аппарат.

Для флотации шлама принимаем к установке флотомшины МФУ-12 с объемной производительностью V при времени флотации $\tau = 6,3$ мин:

$$V = \frac{60 \cdot 0,75 \cdot 12 \cdot 6}{6,3} = 514,3 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Необходимое количество флотомашин для операции основной флотации составит:

$$n = \frac{V_7}{V} = \frac{1031,2}{514,3} = 2.$$

Принимаем 2 рабочих и 1 резервную флотомашину.

Объем пульпы, поступающей на перечистную флотацию, при плотности шлама $\delta_8 = 1,46 \text{ т/м}^3$ составит:

$$V_8 = k \cdot \left(W_8 + \frac{Q_8}{\delta_8} \right) = 1,25 \cdot \left(227,10 + \frac{68,13}{1,46} \right) = 342,2 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Объемная производительность флотомашин V при времени флотации $\tau = 7$ мин:

$$V = \frac{60 \cdot 0,75 \cdot 12 \cdot 6}{7} = 462,9 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Необходимое количество флотомашин для операции перечистой флотации составит:

$$n = \frac{V_8}{V} = \frac{342,2}{462,9} = 0,7 \approx 1.$$

Принимаем 1 рабочую флотомашину.

Объем пульпы, поступающей на контрольную флотацию, при плотности шлама $\delta_9 = 2,25 \text{ т/м}^3$ составит:

$$V_9 = k \cdot \left(W_9 + \frac{Q_9}{\delta_9} \right) = 1,5 \cdot \left(531,55 + \frac{46,53}{2,25} \right) = 828,3 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Объемная производительность флотомашин V при времени флотации $\tau = 6$ мин:

$$V = \frac{60 \cdot 0,75 \cdot 12 \cdot 6}{6} = 540,0 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Необходимое количество флотомашин для операции перечистой флотации составит:

$$n = \frac{V_9}{V} = \frac{828,3}{540,0} = 1,5 \approx 2.$$

Принимаем 2 рабочих флотомашин.

Для фильтрования флотоконцентрата принимаем вакуум-фильтры Д-140-3,5У „Горняк”.

Необходимое количество фильтров составит:

$$n = \frac{k \cdot Q_{14}}{q \cdot F} = \frac{1,25 \cdot 69,05}{0,3 \cdot 140} = 2.$$

Принимаем 2 рабочих и 1 резервный вакуум-фильтр.

Объем отходов флотации, поступающих в сгустители, при плотности твердой фазы $\delta_{15} = 2,44 \text{ т/м}^3$ составит:

$$V_{15} = k \cdot \left(W_{15} + \frac{Q_{15}}{\delta_{15}} \right) = 1,5 \cdot \left(982,67 + \frac{37,24}{2,44} \right) = 1496,9 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Необходимое количество сгустителей С–10 составит:

- при расчете по пульпе:

$$n = \frac{Q_{15}}{q \cdot F} = \frac{1496,9}{3,5 \cdot 78,5} = 5,4 \approx 6;$$

- при расчете по твердому:

$$n = \frac{k \cdot Q_{15}}{q \cdot F} = \frac{1,5 \cdot 37,24}{0,3 \cdot 78,5} = 2,4 \approx 3.$$

Принимаем к установке 6 сгустителей.

Для фильтрования отходов флотации принимаем фильтр-прессы ФПМ–600. Необходимое количество составит:

$$n = \frac{k \cdot Q_{18}}{q \cdot F} = \frac{1,5 \cdot 37,24}{0,03 \cdot 600} = 3,1 \approx 3.$$

Принимаем 3 рабочих и 1 резервный фильтр-пресс.

При изображении схемы оборудования флотационного отделения следует использовать стандартные условные обозначения (приложение Г).

4 ВЫБОР РЕАГЕНТНОГО РЕЖИМА И РАСЧЕТ НЕОБХОДИМОГО КОЛИЧЕСТВА РЕАГЕНТОВ

В этом разделе приводятся данные по составу и удельному расходу реагентов по каждой операции флотации и описание механизма действия всех используемых реагентов.

Расчет количества расходуемых при работе обогатительной фабрики реагентов (собирателя, вспенивателя, флокулянта) производится с целью получения необходимых данных для определения экономических показателей.

Удельный расход реагента, подаваемого в операцию, принимается по данным практики, результатам исследований или по сведениям из литературных источников.

Удельные расходы реагентов:

- собирателя (подается в операцию флотации) – 0,8 – 2,0 кг/т;
- вспенивателя (подается в операцию флотации) – 0,02 – 0,12 кг/т;
- флокулянта (подается в операцию сгущения отходов) - 0,02 – 0,06 кг/т.

Для перечистой и контрольной флотации расход реагентов обычно снижается вдвое.

Годовое потребление каждого реагента определяется по формуле:

$$P_i = k \cdot Q_i \cdot T \cdot q_i / 1000, \text{ т/год},$$

где k – коэффициент неравномерность нагрузки;

Q_i – количество материала, поступающего в операцию, т/ч;

T – количество машинных часов работы фабрики в году, час;

q_i – удельный расход реагента, подаваемого в операцию, кг/т.

Для рассматриваемого примера расход реагентов составит.

Подаются в операцию основной флотации:

- реагент-собиратель - дизельное топливо:

$$P_C = k \cdot Q_{49} \cdot T \cdot q_C / 1000 = 1,25 \cdot 114,66 \cdot 6000 \cdot 1,0 / 1000 = 860,0 \text{ т/год};$$

- реагент-вспениватель - масло ПОД:

$$P_B = k \cdot Q_{49} \cdot T \cdot q_B / 1000 = 1,25 \cdot 114,66 \cdot 6000 \cdot 0,04 / 1000 = 34,4 \text{ т/год}.$$

Подаются в операцию перечистой флотации:

- реагент-собиратель - дизельное топливо:

$$P_C = k \cdot Q_{49} \cdot T \cdot q_C / 1000 = 1,25 \cdot 68,13 \cdot 6000 \cdot 0,6 / 1000 = 306,6 \text{ т/год};$$

- реагент-вспениватель - масло ПОД:

$$P_B = k \cdot Q_{49} \cdot T \cdot q_B / 1000 = 1,25 \cdot 68,13 \cdot 6000 \cdot 0,01 / 1000 = 5,1 \text{ т/год}.$$

Подаются в операцию контрольной флотации:

- реагент-собиратель - дизельное топливо:

$$P_C = k \cdot Q_{49} \cdot T \cdot q_C / 1000 = 1,5 \cdot 46,53 \cdot 6000 \cdot 0,8 / 1000 = 335,0 \text{ т/год};$$

- реагент-вспениватель - масло ПОД:

$$P_B = k \cdot Q_{49} \cdot T \cdot q_B / 1000 = 1,5 \cdot 46,53 \cdot 6000 \cdot 0,03 / 1000 = 12,6 \text{ т/год}.$$

Подается в операцию сгущения отходов флотации:

- флокулянт Magnaflok–366:

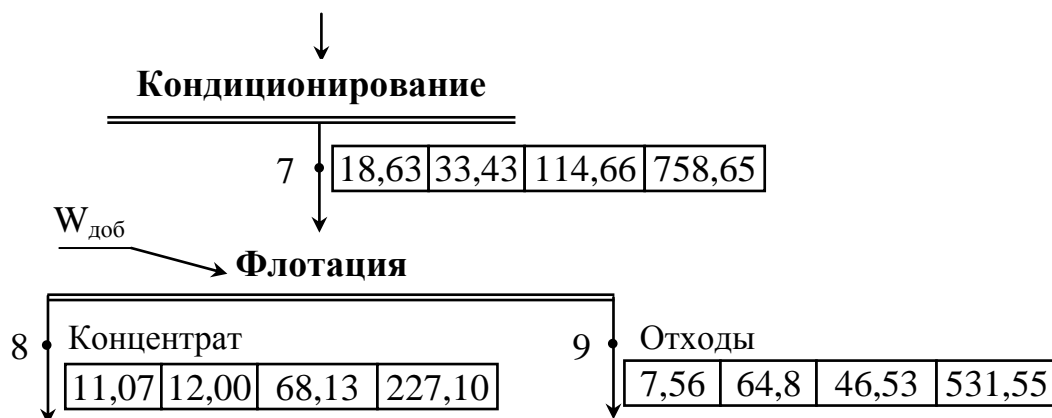
$$P_{\Phi} = k \cdot Q_{49} \cdot T \cdot q_{\Phi} / 1000 = 1,5 \cdot 37,24 \cdot 6000 \cdot 0,05 / 1000 = 16,8 \text{ т/год}.$$

В конце пояснительной записки приводятся сведения по технике безопасности и мерам по предотвращению вредных воздействий производства во флотационных отделениях обогатительных фабрик.

5 РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОФОРМЛЕНИЮ ПОЯСНИТЕЛЬНОЙ ЗАПИСКИ И ГРАФИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

Графическая часть курсовой работы выполняется на листе формата А4, где приводится технологическая схема с качественно-количественными показателями каждого продукта и схема основного оборудования.

Фрагмент технологической схемы показан на рис. 5.1.



Условные обозначения:

| | | | |
|--------------|-----------|-----------|-------------------------|
| γ , % | A^d , % | Q , т/ч | W , м ³ /ч |
|--------------|-----------|-----------|-------------------------|

Рис. 5.1 - Фрагмент технологической схемы

Схема оборудования должна отображать всё технологическое оборудование, которое было выбрано и рассчитано при выполнении проекта.

Образцы условного обозначения оборудования приведены в приложении Г.

Спецификация оборудования может быть приведена в пояснительной записке в виде приложения на листе со штампом (рис. 5.2) или на чертеже.

| | | | | | | | | |
|-----------|------|----------|---------|------|--|------------------------------------|------|--------|
| | | | | | КР.7.090302-АА-БББ.00.00.00.ПЗ | | | |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | | | |
| Разработ. | | | | | Технологическая схема флотационного отделения | Лит. | Лист | Листов |
| Проверил. | | | | | | | | |
| Реценз. | | | | | | ДонНТУ, каф. ОПИ гр.ЗКК | | |
| Н. контр. | | | | | | | | |
| Утвердил | | | | | | | | |

Рис. 5.2 – Образец штампа

Образец титульного листа

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ УКРАИНЫ
Государственное высшее учебное заведение
Донецкий национальный технический университет**

Кафедра “Обогащение полезных ископаемых”

КУРСОВАЯ РАБОТА

**Тема: “Расчет схемы флотационного обогащения
Угольного шлама»**

*Пояснительная записка к курсовой работе
по дисциплине “Флотационные процессы обогащения”*

КР 090302-АА-БББ.00.00.00.ПЗ

Исполнитель

студент гр. ЗКК

(Ф.И.О)

Руководитель работы

преподав. каф. ОПИ

(Ф.И.О)

Донецк – 20____

АА – год выполнения работы (последние две цифры)

БББ – последние три цифры студенческого удостоверения

Образец составления реферата *

РЕФЕРАТ

Пояснительная записка к курсовой работе содержит: 40 с., 3 рис., 4 табл., 2 приложения, 6 ссылок.

Объектом данной работы является отделение флотационного обогащения угольного шлама крупностью менее 0,5 мм.

Цель работы - расчет качественно-количественных показателей флотационного обогащения угольного шлама.

При выполнении работы с учетом действующих норм и опыта работы аналогичных предприятий рассчитана схема обогащения. Рассчитан расход необходимого количества реагентов для ведения флотационного процесса. Произведен выбор и расчет количества основного технологического оборудования.

Рассчитанная в данной работе технологическая схема отделения флотационного обогащения позволяет получить угольный концентрат с выходом 11,22 % и зольностью 6,05 %. Зольность отходов составляет 74,87%. Полученные результаты удовлетворяют требования потребителей готовой продукции.

УГОЛЬНЫЙ ШЛАМ, ОБОГАЩЕНИЕ, ФЛОТАЦИЯ, СГУЩЕНИЕ, СХЕМА ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ, КОНЦЕНТРАТ, ОТХОДЫ, РЕАГЕНТНЫЙ РЕЖИМ, СХЕМА ОБОРУДОВАНИЯ **

* - текст реферата должен содержать не более 500 слов и размещаться на одном листе формата А4.

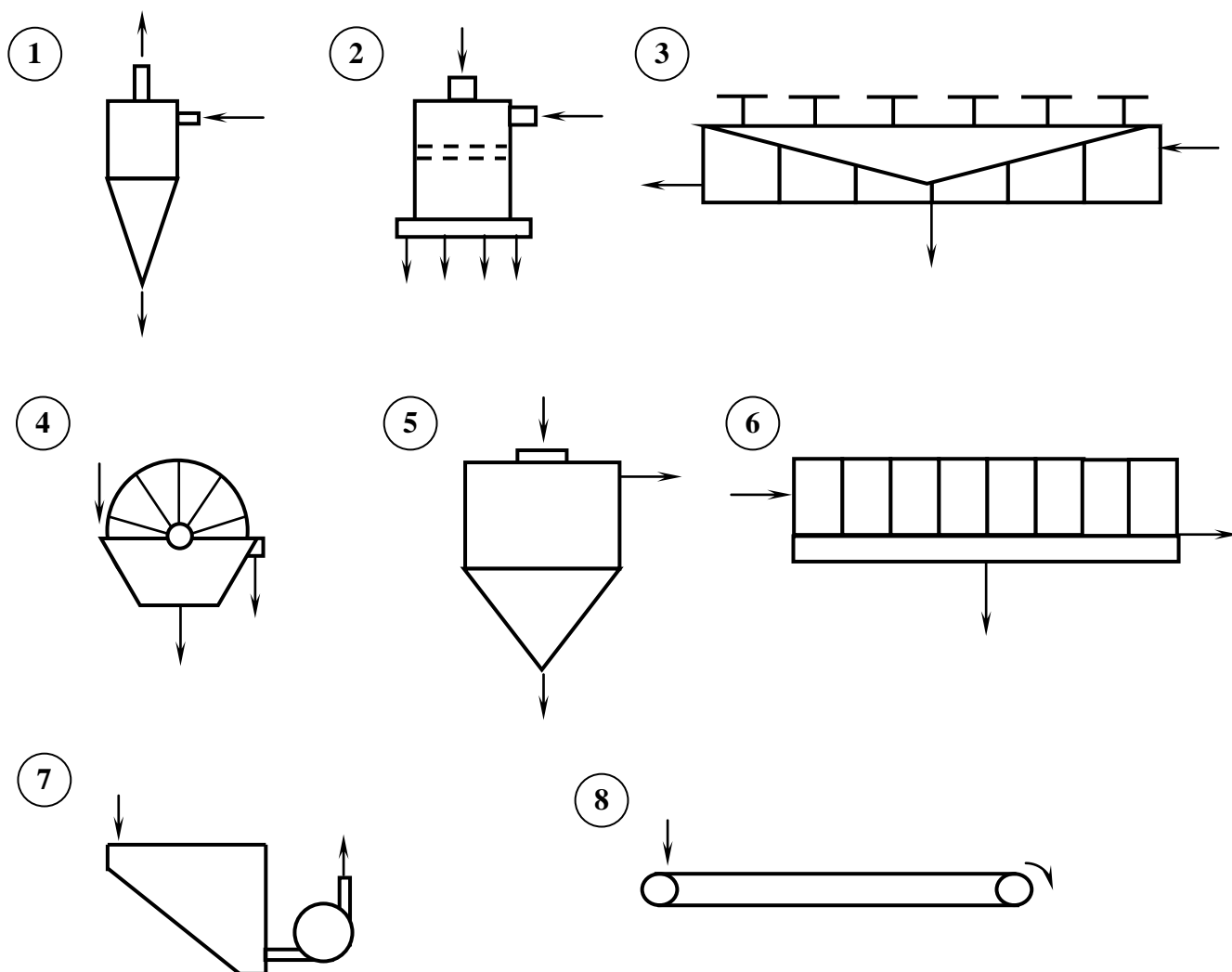
** - количество ключевых слов (словосочетаний) от 5 до 15.

Образец содержания пояснительной записки

СОДЕРЖАНИЕ

| | |
|---|--|
| Введение..... | |
| 1 Исходные данные для расчета схемы флотации..... | |
| 2 Расчет схемы обогащения..... | |
| 2.1 Расчет операции сгущения..... | |
| 2.2 Построение кривых флотируемости..... | |
| 2.3 Расчет схемы флотации..... | |
| 2.4 Расчет водно-шламовой схемы..... | |
| 3 Выбор и расчет основного оборудования..... | |
| 5 Выбор реагентного режима..... | |
| 7 Правила техники безопасности..... | |
| Выводы..... | |
| Приложения. Графическая часть..... | |
| Список использованной литературы..... | |

Условные обозначения оборудования



- 1 – гидроциклон; 2 – аппарат для подготовки пульпы;
 3 – флотационная машина; 4 – вакуум-фильтр;
 5 – цилиндрикоконический сгуститель; 6 – фильтр-пресс;
 7 – зумпф с насосом; 8 – ленточный конвейер

СПИСОК РЕКОМЕНДОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абрамов А.Д. Флотационные методы обогащения. М.:Недра, 1984.– 264 с.
2. Глембоцкий В.А, Классен В.И. Флотационные процессы обогащения. М.: Недра, 1981. – 136 с.
3. Справочник по обогащению углей / Под ред Благова И.С., Коткина А.М., Зарубина Л.С. М.: Недра. - 1984 - 614 с.
4. Митрофанов С.А. Селективная флотация. – М.: Недра, 1970. – 436 с.
5. Разумов К.А., Перов В.А. Проектирование обогатительных фабрик. – М.: Недра, 1982. – 516 с.
6. Смирнов В.О., Білецький В.С. Проектування збагачувальних фабрик (видання друге). – Донецьк, Східний видавничий дім, 2008. – 269 с.
7. Г.Г. Чуянов. Обезвоживание, пылеулавливание и охрана окружающей среды. М.: Недра. 1987. - 260 с.
8. Руденко К.Г., Шемаханов М.М. Обезвоживание и пылеулавливание. – М.: Недра. 1981. – 350 с.
9. Обоганительное оборудование. Каталог-2006. Институт Гипромашуглеобогащение.