Рекомендации

ПО ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМ СХЕМАМ И ПАРАМЕТРАМ ОБОГАЩЕНИЯ КРУПНОГО И МЕЛКОГО УГЛЯ В МАГНЕТИТОВЫХ СУСПЕНЗИЯХ

(ОСНОВНЫЕ ПАРАМЕТРЫ)

Москва 1988

gost.e-ecolog.ru

Министерство угольной промышленности СССР

Комплексный научно-исследовательский и проектно-конструкторский институт обогащения твердых горючих ископаемых "ИОТТ"

Украинский научно-исследовательский и проектно-конструкторский институт по обогащению и брикетированию угля "УкрНИИуглеобогащение"

Ворошиловградский филиал института "Гипроуглеавтоматизация"

УТВЕРЖДЕНО

Начальником Технологического управления по обогащению углей Минуглепрома СССР

А.И.Сипотенко

21 декабря 1987 г.

Р Е К О М Е Н Д А Ц И И

по технологическим схемам и параметрам обогащения крупного и мелкого угля в магнетитовых суспензиях

М о с к в а

1988

"Рекомендации по технологическим схемам и параметрам обогащения крупного и мелкого угля в магнетитовых суспензиях" разработаны на основе обобщения последних данных по технологии, оборудованию, параметрам, автоматизации, пуску, наладке и эксплуатации процесса на действующих предприятиях.

В работе приведены данные по характеристике магнетитовых утяжелителей, применяемых на фабриках Минуглепрома СССР, а также сформулированы требования к их пригодности. Технологические схемы охватывают подготовку угля, собственно обогащение, обработку продуктов обогащения, регенерацию суспензии, приводятся характеристики основного и вспомогательного оборудования, применяемого в цикле тяжелосредного обогащения крупного и мелкого угля, основные параметры для расчёта технологических схем. Специальные разделы посвящены современным отечественным средствам автоматизации, а также пуску, наладке и эксплуатации тяжелосредных комплексов.

"Рекомендации по технологическим схемам и параметрам обогащения крупного и мелкого угля в магнетитовых суспензиях" предназначены для специалистов-обогатителей, работающих на предприятиях по обогащению углей в минеральных суспензиях, в научно-исследовательских и проектно-конструкторских организациях.

К.С.: ТЯЖЕЛОСРЕДНОЕ ОБОГАЩЕНИЕ, МАГНЕТИТОВЫЙ УТЯЖЕЛИТЕЛЬ, СХЕМЫ ОБОГАЩЕНИЯ, ОБОРУДОВАНИЕ, ОСНОВНЫЕ ПАРАМЕТРЫ, АВТОМАТИЗАЦИЯ, ПУСК, НАЛАДКА, ЭКСПЛУАТАЦИЯ.

С О Д Е Р Ж А Н И Е

Стр.

ВВЕДЕНИЕ 7

I. Характеристика магнетитовых утяжелителей и расчет основных параметров суспензий 9

I.I. Перечень ГОК"ов -поставщиков утяжелителей ... 9

I.2. Гранулометрический состав I0

I.3. Плотность и насыпная масса I2

I.4. Магнитные свойства и содержание магнитных фракций I3

I.5. Твердость, истираемость I6

I.6. Реологические параметры суспензии; нормы содержания шлама I6

I.7. Устойчивость суспензии 2I

I.8. Расчет основных параметров суспензий 26

I.9. Расход утяжелителя и пути его снижения 3I

I.I0. Улучшение свойств суспензий 35

2. Схемы технологического процесса обогащения крупного и мелкого угля в магнетитовой суспензии ... 39

2.I. Выбор структуры технологической схемы тяжелосредного обогащения угля 39

2.2. Условные обозначения основного и вспомогательного оборудования тяжелосредных комплексов ... 39

2.3. Технологические схемы обогащения крупного угля 39

2.3.I. Схемы подготовки угля 40

2.3.2. Схемы обогащения с разделением на два продукта 46

2.3.3. Схемы обогащения с разделением на три продукта 47

Стр.

2.4. Технологические схемы обогащения мелкого угля 48

2.4.I. Схемы подготовки угля 56

2.4.2. Схемы обогащения мелкого угля в тяжелосредных гидроциклонах 63

2.4.3. Схемы отделения суспензии и магнетита, промывки и обезвоживания продуктов обогащения... 66

2.5. Технологические схемы регенерации суспензии... 74

2.5.I. Схема регенерации суспензии в одну стадию... 75

2.5.2. Схема регенерации суспензии в две стадии.... 76

2.5.3. Схема раздельной регенерации суспензии 76

2.6. Приготовление магнетитовой суспензии 80

3. Оборудование, применяемое для обогащения угля в тяжелых средах 89

3.I. Сепараторы для обогащения крупного угля 89

3.2. Оборудование для обогащения мелкого угля 95

3.3. Сепараторы для регенерации суспензии I07

3.4. Вспомогательное оборудование I08

3.5. Брызгальные устройства II5

3.6. Насосы для перекачки суспензий I2I

4. Основные показатели для расчета технологических схем обогащения угля в магнетитовой суспензии ... I24

4.I. Подготовка угля I24

4.I.I. Классификация угля сухая и мокрая. Обеспыливание угля I25

4.2. Обогащение крупного угля I27

4.2.I. Крупность машинных классов I27

4.2.2. Нагрузка на тяжелосредные сепараторы I28

4.2.3. Показатели технологии I29

4.3. Обогащение мелкого угля I33

Стр.

4.3.I. Крупность машинных классов I33

4.3.2. Нагрузка на тяжелосредные гидроциклоны I35

4.3.3. Показатели технологии I37

4.4. Промывка и обезвоживание продуктов обогащения... I40

4.5. Регенерация магнетитовой суспензии I44

4.5.I. Основные технологические задачи регенерации... I44

4.5.2. Расчет количества и состава разбавленной суспензии I46

4.6. Эффективность обогащения угля в магнетитовой суспензии I50

5. Автоматизация процесса обогащения угля в магнетитовой суспензии I53

5.I. Комплекс аппаратуры автоматизации тяжелосредных установок РУТА I53

5.2. Комплекс аппаратов автоматизации тяжелосредных установок КАТУ-I I55

5.3. Средства автоматизации процесса тяжелосредного обогащения I59

5.4. Монтаж, наладка и эксплуатация средств автоматизации I72

5.4.I. Установка пультов управления комплекса КАТУ-I I72

5.4.2. Монтаж периферийных устройств комплекса КАТУ-I I73

5.4.3. Монтаж технических емкостей и устройств, не входящих в состав комплекса КАТУ-I..... I74

6. Пуск, наладка и эксплуатация тяжелосредных установок I82

6.I. Подготовка к пуску, пуск и наладка тяжелосредных установок I82

6.2. Эксплуатация тяжелосредных установок I84

6.2.I. Общие положения I84

6.2.2. Эксплуатация сепараторов I86

Стр.

6.2.3. Эксплуатация гидроциклонов 187

6.2.4. Эксплуатация электромагнитных сепараторов 192

6.2.5. Эксплуатация грохотов 193

6.2.6. Эксплуатация суспензионных насосов 195

6.3. Остановка тяжелосредных установок 197

6.4. Правила безопасности при эксплуатации тяжелосредных установок 199

ЗАКЛЮЧЕНИЕ..... 203

Список использованных источников 204

В В Е Д Е Н И Е

В целях обеспечения проектных институтов и инженерно-технических работников действующих фабрик исходными данными для выбора и расчета технологических схем и оборудования тяжелосредного обогащения углей, а также регулирования и контроля технологического процесса обогащения, ИОТТ и УкрНИИУглеобогащением в 1967г. были разработаны и выпущены "Основные параметры технологии обогащения угля в магнетитовой суспензии".

В связи с созданием нового оборудования, совершенствованием и отработкой в промышленности технологии тяжелосредного процесса, возникла необходимость в пересмотре и корректировке этого материала, в результате чего ИОТТ и УкрНИИУглеобогащением в 1976г. была подготовлена и издана новая редакция "Рекомендаций по обогащению угля в магнетитовой суспензии (основные параметры)".

На основании "Рекомендаций..." институтом "Гипрошахт" разработаны и в 1986г. утверждены Минуглепромом СССР "Нормы технологического проектирования углеобогатительных фабрик" ВНТПЗ-86 (разделы по тяжелосредному обогащению), в которых скорректированы выпущенные в 1977г. ВНТПЗ-77.

За прошедшие после издания в 1976 г. "Рекомендаций.." годы техника и технология тяжелосредного обогащения углей в СССР получила дальнейшее развитие.

На 1.01.87г. этим методом обогащается более 134 млн.т углей, антрацитов и сланцев на 68 фабриках и 22 обогатительных установках при шахтах (90 производственных единиц). Накоплен солидный опыт эксплуатации технологии обогащения крупного угля на многих фабриках в различных бассейнах страны, введена в эксплуатацию крупнейшая обогатительная фабрика в Южной Якутии - ОФ разреза "Нерюнгринский", оборудованная трехпродуктовыми тяжелосредными гидроциклонами. Освоен серийный выпуск новых высокопроизводительных тяжелосредных и регенерационных сепараторов, широко применяется комплекс для автоматизации тяжелосредного процесса "РУТА".

Новые материалы по технике, технологии и автоматизации тяжелосредного обогащения углей настоятельно требуют дополнительной переработки и корректировки имеющихся "Рекомендаций.."

В этой связи, Минуглепромом СССР поручено институтам ИОТТ, УкрНИИУглеобогащение и Ворошиловградскому филиалу "Гипроуглеавтоматизации" подготовить и издать новый вариант "Рекомендаций по технологическим схемам и параметрам обогащения крупного и мелкого угля в магнетитовых суспензиях".

В новом варианте "Рекомендаций..." приводится развернутая характеристика магнетитовых утяжелителей различных ГОКов, включая горно-обогатительные комбинаты, начавшие поставку магнетитовых концентратов угольной промышленности в XI пятилетке. Рассмотрены свойства и дана методика расчета основных параметров суспензий.

Значительная часть материалов посвящена технологическим схемам тяжелосредного обогащения крупного и мелкого угля, описанию эксплуатируемого и нового оборудования.

С целью расчета технологических схем обогащения угля в магнетитовых суспензиях приведены по всем операциям основные параметры процесса.

В "Рекомендациях ..." помещен расширенный раздел по автоматизации процесса обогащения угля в магнетитовых суспензиях, включая новые разработки по этому направлению.

Для производственников особый интерес представят материалы по пуску, наладке и эксплуатации тяжелосредных установок.

Введение, разделы I и 3 подготовлены ИОТТ, разделы 2,4 и 6 - УкрНИИУглеобогащением, раздел 5 - ВФ ГУА.

В разработке "Рекомендаций..." непосредственное участие принимали от ИОТТ: З.С.Благова, В.И.Власихин, И.А.Доброхотова, Л.С.Зарубин, М.Б.Иофа, В.Н.Коровин, Ю.Р.Маевский, Н.Н.Синицина, Э.В.Смураго; от УкрНИИУглеобогащения: Н.И.Абакумов, Л.Ф.Истомин, М.Н.Ковшарь, В.Н.Корнеева, В.Л.Краевой, А.П.Крикунов, Е.Е.Марченко, В.И.Хайдакин, Л.К.Цимбаренко; от Ворошиловградского филиала "Гипроуглеавтоматизации": Л.В.Дроздова, Л.М.Михайлов, И.С.Сердюк, В.С.Синепольская.

I. ХАРАКТЕРИСТИКА МАГНЕТИТОВЫХ УТЯЖЕЛИТЕЛЕЙ И РАСЧЕТ ОСНОВНЫХ ПАРАМЕТРОВ СУСПЕНЗИЙ

I.I. Перечень ГОК'ов - поставщиков утяжелителей

Тяжелосредные обогатительные фабрики и установки Минуглепрома СССР снабжаются утяжелителем - магнетитовым концентратом с горно-обогатительных комбинатов Минчермета СССР: Южного горно-обогатительного комбината (ЮГОК), Соколовско-Сарбайского ГОК'а, Коршуновского ГОК'а, Ковдорского и Азербайджанского ГОК'ов.

Южный горно-обогатительный комбинат снабжает фабрики Донецкого бассейна, производственных объединений: "Ростовуголь", "Гуковуголь", "Тулауголь", "Интауголь", а также Эстонсланец и Ленинградсланец.

Соколовско-Сарбайский горно-обогатительный комбинат снабжает фабрики Кузбасса, Караганды и Кизеловского бассейна.

Коршуновский горно-обогатительный комбинат поставляет магнетит фабрикам Восточной Сибири, Дальнего Востока, Якутии и о.Сахалин.

Ковдорский горно-обогатительный комбинат снабжает магнетитом ОФ ш.Северная ПО "Воркутауголь".

Азербайджанский горно-обогатительный комбинат поставляет магнетит Ткварчельской ЦОФ ПО Грузуголь.

В соответствии с прейскурантом № 0I-0I от 1982 г. "Концентраты железорудные" стоимость I т магнетитового концентрата на месте производства составляет:

Криворожские ГОК'и	- II руб.20 коп.
Соколовско-Сарбайский ГОК	- I9 руб.30 коп.
Коршуновский ГОК	- I4 руб.00 коп.

Ковдорский ГОК	- I3 руб. 00 коп.
Азербайджанский ГОК	- I4 руб. 30 коп.

I.2. Гранулометрический состав.

В СССР до настоящего времени существует классификация магнетитовых утяжелителей по трем классам крупности с разделением на три сорта:

Выход классов, %:

Класс, мкм	К (крупный)	М (мелкий)	Т (тонкий)
+I50	2-I0	2-I0	0-5
-40	40-50	50-60	60-75
-20	3-I0	I0-25	25-35

Магнетитовые концентраты сортов М и Т рекомендуются для двухпродуктовых гидроциклонов и трехпродуктовых сепараторов, однако они широко используются и для двухпродуктовых сепараторов. В двухпродуктовых сепараторах может быть применен и сорт К при некотором увеличении восходящего потока. Для трехпродуктовых каскадных гидроциклонов этот сорт является предпочтительным, т.к. он обеспечивает наибольшую разность плотностей разделения между первой и второй секциями гидроциклона.

Гранулометрический состав магнетитовых концентратов, получаемых с ГОК"ов - поставщиков утяжелителя, представлен в табл.I.I.

Для объективной оценки гранулометрического состава утяжелителей рекомендуется один обобщенный показатель. Таким показателем может служить средний размер зерна, определяемый по формуле:

$$d_{ср} = \frac{\Sigma d_i \gamma_i}{\Sigma \gamma_i}, \qquad (I.I)$$

Таблица I.I

Гранулометрический состав магнетитовых концентратов-утяжелителей суспензии

Класс, мкм	Горно-обогатительные комбинаты				
	Южный	Соколовско-Сарбайский	Коршуновский	Ковдорский	Азербайджанский
	Выход классов, %:				
+500	-	-	-	I,3	2,8
250-500	0,7	5,8	2,0	2,7	6,7
I50-250	I,I	2,0	II,4	II,5	2,2
74-I50	9,3	5,9	24,3	5I,5	32,8
40-74	29,I	I9,3	9,4	I8,7	32,6
20-40	38,2	4I,7	36,0	II,3	20,7
-20	2I,6	25,3	I6,9	3,0	2,2
+I50	I,8	7,8	I3,4	I5,5	II,7
-40	59,8	67,0	52,9	I4,3	22,9
-20	2I,6	25,3	I6,9	3,0	2,2
Сорт	Т	Т	М(К)	К	К

где d_i - средний размер зерна узкого класса крупности;
γ_i - выход узкого класса крупности.

Средний размер зерна (в мкм) для магнетитовых концентратов перечисленных выше ГОК"ов в соответствии с табл.I.I составляет:

Южный	- 45
Соколовско-Сарбайский	- 58
Коршуновский	- 74
Ковдорский	- II5
Азербайджанский	- II2

Минимальный средний размер зерна имеют магнетитовые концентраты Южного и Соколовско-Сарбайского ГОК'ов, к промежуточной крупности относится магнетит Коршуновского ГОК'а, максимальный средний размер зерна имеют утяжелители Ковдорского и Азербайджанского ГОК'ов.

Гранулометрический состав для частиц крупностью более 40 мкм определяется промывкой водой на стандартных ситах (40, 74, 150, 250, 500 мкм). Высушенные продукты рекомендуется пересевать на тех же ситах и присоединять к соответствующим классам. Гранулометрический состав класса 0-40 мкм определяется седиментационным анализом (метод Сабанина, фотоседиментометр и др. приборы), с выделением классов менее 10, 10-20 и 20-40 мкм.

I.3. Плотность и насыпная масса[x)]

Плотность магнетитового утяжелителя определяется пикнометрическим способом в лабораторных условиях.

Для быстрого определения плотности в производственных условиях при контрольных измерениях параметров партии поступившего на фабрику магнетита пользуются следующим способом: пробу магнетита массой - 0,5 кг помещают в цилиндр емкостью 0,5 л и заливают водой. Производят взвешивание сухого цилиндра без навески (масса P_1 кг), цилиндра с навеской (масса P_2 кг), цилиндра с навеской и водой до метки (масса P_3 кг), кроме того, взвешивается цилиндр без навески, заполненный до метки водой (масса P_4 кг).

Плотность магнетитового утяжелителя ($\rho_м$) определяется по формуле:

$$\rho_м = \frac{(P_2-P_1)\cdot 1000}{(P_4-P_1)-(P_3-P_2)} \quad кг/м^3 \qquad (I.2).$$

Пример:

P_1 = 0,315 кг; P_2 = 0,815 кг;

P_3 = 1,204 кг; P_4 = 0,815 кг

---

x) Митрофанов С.И. Барский Л.А., Самыгин В.Д. Исследование полезных ископаемых на обогатимость. Л.: Недра, 1974 - 352 с.

$$\rho_m = \frac{(0{,}815-0{,}315)\cdot 1000}{(0{,}815-0{,}315)-(1{,}204-0{,}815)} = 4500 \text{ кг/м}^3$$

В ИОТТ были определены плотность и насыпная масса проб магнетитовых концентратов. Для всех ГОК'ов - поставщиков утяжелителя получены следующие значения плотности и насыпной массы, (кг/м^3);

Южного	- 4330, 2060
Соколовско-Сарбайского	- 4680, 2550
Коршуновского	- 4355, 2570
Ковдорского	- 4560, 2630
Азербайджанского	- 4560, 2170

Средняя величина плотности, которой можно пользоваться при расчетах, 4500 кг/м^3. Средняя величина насыпной массы - 2400 кг/м^3.

I.4. Магнитные свойства и содержание магнитных фракций

Магнетитовые концентраты, получаемые на ГОК'ах после многостадийного измельчения и магнитного обогащения, обладают ярко выраженными магнитными свойствами. Магнитные свойства магнетитовых утяжелителей характеризуются величиной условной магнитной проницаемости μ_{yc} измеряемой в долях единицы от значения магнитной проницаемости эталонной пробы чистого магнетита, для которой $\mu_{yc} = 1$.

Магнитная проницаемость - физическая величина, характеризующая магнитную индукцию, т.е. результирующее магнитное поле при воздействии внешнего магнитного поля. Условная магнитная проницаемость измеряется компаратором, состоящим из моста переменного тока с катушками индуктивности и показывающего гальванометра. Магнетитовый концентрат считается пригодным к использованию в качестве утяжелителя, если для него $\mu_{yc} \geqslant 0{,}7$, а содержание магнитных фракций составляет более 90%.

Определение содержания магнитных фракций производится с помощью магнитного анализатора типа МА конструкции Гипромашуглеобогащение (рис.I.I) или ручными магнитами.

Техническая характеристика магнитного анализатора типа МА

Масса пробы, г	до I00
Мощность магнитов, Вт	I30
Напряжение тока в сети, В	I27/220
Напряжение тока в обмотках, В	36
Габаритные размеры, мм:	
длина	480
ширина	250
высота	525
Масса, кг	60

Прибор удобен и надежен в эксплуатации. Позволяет определять содержание магнитной фракции в пульпах и порошках.

При отсутствии магнитного анализатора для приближенных определений используется постоянный магнит со съемным диамагнитным чехлом. Отделение магнитных фракций производится магнитом в ручную в фарфоровых чашках из проб массой 50-I00 г с многократной перечисткой, пока вода в пульпе не станет прозрачной.

При измерении $\mu_{уд}$ берется проба магнитной фракции, выделенной с помощью магнитного анализатора.

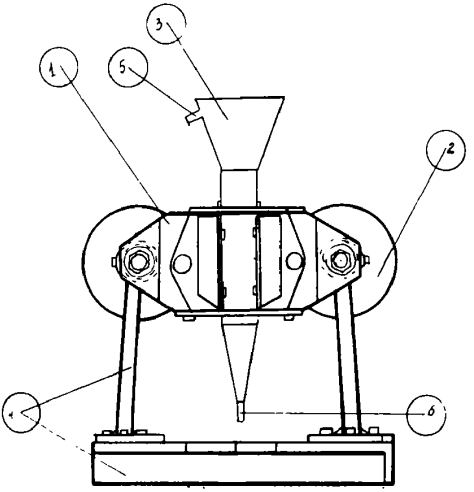
Магнитные свойства магнетитовых концентратов и содержание в них магнитных фракций для упоминавшихся выше ГОК"ов приведены в табл.I.2.

Таблица I.2

Магнитные свойства и содержание магнитных фракций в магнетитовых концентратах

Горно-обогатительный комбинат	Условная магнитная проницаемость	Содержание магнитной фракции, %
Южный	0.85	94,8
Соколовско-Сарбайский	0,97	94,5
Коршуновский	0,9I	95,5

Схема магнитного анализатора типа МА



I,2 - магнитная система: 3-воронка; 4 - рама; 5 - патрубок перелива; 6 - выпускной патрубок

рис.I.I

Продолжение таблицы I.2

Горно-обогатительный комбинат	Условная магнитная проницаемость	Содержание магнитной фракции, %
Ковдорский	0,88	98,7
Азербайджанский	0,86	98,0

Все перечисленные магнетитовые концентраты по магнитным свойствам и содержанию магнитных фракций отвечают требованиям, предъявляемым к утяжелителям.

I.5. Твердость, истираемость

Твердость зерен магнетитового концентрата по шкале Мооса равна 5,5-6,5 единиц.

Для определения истираемости утяжелителя суспензия плотностью I700 кг/м^3 в объеме 25 л должна циркулировать в течение 4 часов по установке, включающей насос и замкнутый трубопровод. Длина трубопровода 4 м, расход суспензии 3 м^3/ч. При этом в пробе утяжелителя с известным гранулометрическим составом содержание класса размером менее 20 мкм за время циркуляции не должно возрастать более, чем на I0% от содержания этого класса в исходном материале.

I.6. Реологические параметры суспензии; нормы содержания шлама.

Эффективность тяжелосредного обогащения в значительной степени зависит от состояния рабочей суспензии, которая наиболее полно характеризуется плотностью и реологическими параметрами - динамической вязкостью и предельным напряжением сдвига.

Плотностью суспензии ρ_c (кг/м^3) называется отношение ее массы m к объему V:

$$\rho_c = \frac{m}{V} \qquad (I.3)$$

Она зависит от плотности утяжелителя и его объемной концентрации.

Реологический закон, описывающий течение обычной вязкой жидкости, известен как закон Ньютона

$$\tau = \mu \frac{dv}{dy} \qquad (I.4)$$

Он показывает существование пропорциональной зависимости между касательным напряжением сдвига τ в плоскостях соприкосновения смежных слоев жидкости и производной от скорости течения (скорости сдвига) по направлениям, нормальным к этим плоскостям $\frac{dv}{dy}$. Коэффициент пропорциональности $\mu\ (Па \cdot с)$ представляет собой коэффициент динамической вязкости[x].

Графически реологический закон (I.4) выражается прямой, проходящей через начало координат (зависимость $\tau - \frac{dv}{dy}$). Вязкость определяется как тангенс угла наклона прямой к оси абсцисс.

Для расчета аналитической вязкости суспензии μ в зависимости от объемной концентрации $V_т$ твердой фазы применяется формула Ванда

$$\mu = \mu_в \left(1 + 2{,}5 V_т + 7{,}349 V_т^2 + 16{,}2 V_т^3\right), \qquad (I.5)$$

где $\mu_в$ - динамическая вязкость воды.

Как показали экспериментальные исследования, формула Ванда, особенно при высоком объемном содержании твердой фазы, дает заниженные значения вязкости суспензии.

Вязко-пластичные среды подчиняются закону Шведова-Бингама

---

x) 10^{-3} Па.с=1 сП.

$$\tau = \tau_0 + \mu' \frac{dv}{dy}, \qquad (I.6)$$

где τ_0 – предельное напряжение сдвига;

μ' – коэффициент пластической вязкости.

Для таких сред имеет место не прямая, а реологическая кривая, которая не проходит через начало координат и отстоит от него по оси ординат ($ось\,\tau$) на величину τ_0. Предельное напряжение сдвига τ_0 – сила, которую необходимо приложить к системе, чтобы началось ее течение. При $\tau_0 = 0$ уравнение Шведова-Бингама переходит в уравнение Ньютона.

Для чистых магнетитовых суспензий при сравнительно малых плотностях (примерно до 1500 кг/м^3) и низкой зашламленности течение подчиняется закону Ньютона, при более высоких плотностях и зашламленных суспензиях они ведут себя как вязко-пластичные среды. Практически любые рабочие суспензии являются вязко-пластичными средами.

При наличии предельного напряжения сдвига коэффициент вязкости является мерой подвижности вязко-пластичной среды, он зависит от градиента скорости.

Суждение о реологическом состоянии суспензии основывается на экспериментальном измерении вязкости и предельного напряжения сдвига при разных значениях градиента скорости с помощью вискозиметров различных систем. В лабораторных условиях наиболее часто применяются капиллярные вискозиметры, работающие под давлением.

В ИОТТ разработана конструкция вискозиметра, работающего под давлением, типа ВКД-1. Вискозиметр (рис.I.2) оснащен измерительными приборами и автоматическим измерителем объема вытекающей суспензии.

Техническая характеристика вискозиметра типа ВКД-I

Пределы измерений:	
- вязкость, Па.с.10^{-3}	3-20
- предельное напряжение сдвига, $Н/м^2$ [x]	0-I5
Плотность, $кг/м^3$:	
- суспензии	I300-2300
- утяжелителя, не более	5000
Твердая фаза суспензии:	
- объемное содержание, %	I5-40
- крупность частиц не более, мкм	250
Дисперсионная среда	вода
Избыточное давление в резервуаре, не более, кПа [xx]	I50
Давление в баллоне сжатого азота, не более, МПа	I5
Объем баллона со сжатым азотом, л	40
Способ включения секундомера для отсчета времени истечения суспензии:	
- вручную,	
- автоматически.	
Объем рабочего резервуара, мл	330
Объем суспензии в резервуаре, мл:	
- наибольший,	300
- наименьший.	50
Объем порции суспензии, отбираемой в стаканчик, мл	30
Минимально допустимое время истечения из капилляра порции суспензии в 30 мл, с	2
Размеры капиллярной трубки, мм:	
- внутренний диаметр	I,9-2,2
- наружный диаметр	5,8-6,5
- длина	500

x) I $Н/м^2$ = I0 $дин/см^2$

xx) I $кгс/см^2$ = I00 кПа
I0 $кгс/см^2$ = I МПа

Частота вращения мешалки, $мин^{-1}$	250-750
Мощность электродвигателя, Вт	90
Потребляемая аппаратом мощность, Вт	I80
Габаритные размеры, м:	
- длина	0,94
- ширина	0,30
- высота	2,I0
Масса, кг	2I5

В условиях работы промышленных предприятий для характеристики вязкости суспензии пользуются косвенным показателем - содержанием угольного шлама (класс 0-0,5 или 0-I мм).

Экспериментальная зависимость вязкости суспензии от содержания в ней шлама показана на рис.I.3.

Объемное содержание в суспензии твердой фазы (магнетита и шлама) не должно превышать 32,5%, что гарантирует поддержание вязкости на должном уровне, не превышающем $7 \cdot I0^{-3}$ Па·с. Чем выше плотность магнетитовой суспензии, тем ниже допустимое содержание в ней шлама (табл.I.3).

Таблица I.3

Предельно допустимое содержание в магнетитовой суспензии твердой фазы, $кг/м^3$ (при суммарном объемном содержании 32,5%)

Плотность суспензии, $кг/м^3$	Обогащение каменного угля		Обогащение антрацита	
	магнетит (минимум)	шлам (максимум)	магнетит (минимум)	шлам (максимум)
I400	355	370	-	-
I500	505	320	-	-
I600	645	280	595	330
I700	795	230	745	280
I800	945	I90	905	220
I900	I095	I30	I065	I00
2000	I245	80	I225	I00
2I00	-	-	I375	50

Данными табл.I.3 рекомендуется пользоваться при расчетах технологических операций регенерации суспензии в проектных работах, а также при контроле и регулировании состава рабочей суспензии в процессе эксплуатации.

Особенно существенно на вязкость и предельное напряжение сдвига суспензий высокой плотности влияют тонкие глинистые шламы (илы), в то же время добавление глинистых шламов к суспензии низкой плотности (концентрация твердой фазы до 24%) практически не сказывается на ее реологических параметрах. Следовательно, можно рекомендовать добавление небольшого количества шлама (глины или бентонита) для стабилизации суспензии низкой плотности.

Определяемая содержанием шлама вязкость суспензии при её росте заметно ухудшает результаты обогащения. Если при нормальной вязкости, не превышающей $7 \cdot 10^{-3}$ Па·с, разделение идет с обычным для тяжелосредного обогащения крупного угля показателем E_{pm} на уровне 30-50 кг/м^3, то при выходе за эти пределы вязкости (рост содержания шлама) E_{pm} увеличивается до 60-70 и даже 90 кг/м^3 (рис.I.4).

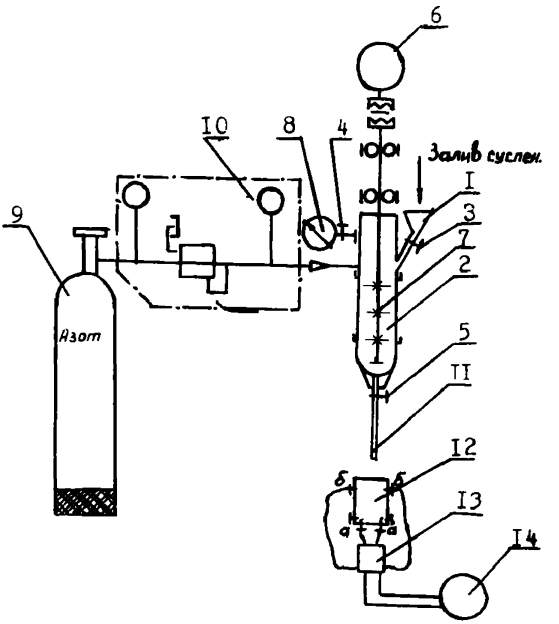
Высокое содержание шлама нарушает процесс разделения и в гидроциклонах, в частности, в трехпродуктовых. Содержание твердой фазы в суспензии постоянной плотности при замещении магнетита шламом (плотность которого, примерно, в три раза меньше) растет одновременно с увеличением вязкости суспензии значительно интенсивнее, чем при росте плотности суспензии за счет добавления магнетита.

I.7. Устойчивость суспензии

Для технологии тяжелосредного обогащения одним из важных факторов является устойчивость суспензии (иначе, способность сохранять плотность по высоте ванны сепаратора), поскольку на практике используются сравнительно неустойчивые магнетитовые суспензии, обеспечивающие допустимую вязкость разделительной среды даже при относительно высокой ее плотности.

В колесных сепараторах, работающих на суспензии с магнетитовым утяжелителем сортов К и М (Корнуновский, Ковдорский, Азербайджанский ГОК'и), используется восходящий поток суспен-

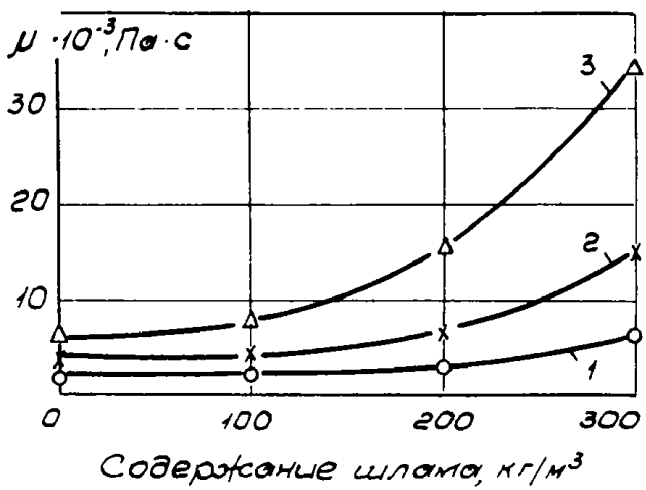
Принципиальная схема капиллярного вискозиметра типа ВКД-I



I- воронка; 2-герметичный резервуар с мешалкой; 3,5 -пробковые краны; 4-трехходовой кран; 6-привод мешалки; 7-мешалка; 8-манометр; 9-баллон со сжатым азотом; I0-редуктор; II-капиллярная трубка;I2-стакан; I3-реле; I4-электросекундомер; а-а; б-б-контакты

Рис.I.2.

Зависимость вязкости магнетитовой суспензии
от содержания в ней шлама



I-3 - плотность суспензии соответственно I480-I570; I740-I850; 2000-2020 кг/м^3

Рис. I.3.

зии, обеспечивающие допустимую вязкость разделительной среды даже при относительно высокой ее плотности.

В колесных сепараторах, работающих на суспензии с магнетитовым утяжелителем сортов К и М (Коршуновский, Ковдорский, Азербайджанский ГОК"и), используется восходящий поток суспензии. Однако его гидродинамическое воздействие служит одной из причин нарушения точности разделения. При работе с магнетитом сорта Т (Южный и Соколовско-Сарбайский ГОК"и) практически не требуется создание восходящего потока, однако тонкодисперсный утяжелитель способствует ухудшению реологических свойств суспензии. Потери его с продуктами обогащения и при регенерации выше, чем при работе с магнетитом более крупных сортов.

Скорость осветления суспензии в статических условиях измеряется в стеклянном цилиндре диаметром 50 мм и емкостью 500 мл. Однако до сих пор отсутствуют критерии, однозначно связывающие скорость осветления суспензии в цилиндре и ее технологическое назначение.

Расчеты и экспериментальные наблюдения (табл.I.4) показывают, что скорость осветления суспензии для самого крупнозернистого утяжелителя соизмерима со скоростью восходящего потока в наибольшем сечении тяжелосредного сепаратора даже при подаче в виде восходящего потока всего одной трети суспензии. Например, для сепаратора типа СКВ 20 в этих условиях максимальная скорость восходящего потока составляет 2,3 мм/с. Обычно в виде восходящего потока в сепаратор может подаваться до 2/3 потока суспензии. Если к тому же учесть турбулизующее воздействие на суспензию в ванне сепаратора крупных кусков обогащаемого материала и наличие шлама, а также крупномасштабных циркуляций суспензии, то скорость осаждения утяжелителя будет еще меньше и вероятность расслоения суспензии следует признать минимальной.

Для двухпродуктовых тяжелосредных гидроциклонов могут быть использованы тонко и мелкозернистые утяжелители, но не крупнозернистые, т.к. последние в центробежном поле интенсивно сгущаются и не позволяют создать необходимое для разделения мелкого угля распределение плотностей в объеме аппарата.

Зависимость эффективности обогащения крупного угля от вязкости суспензии

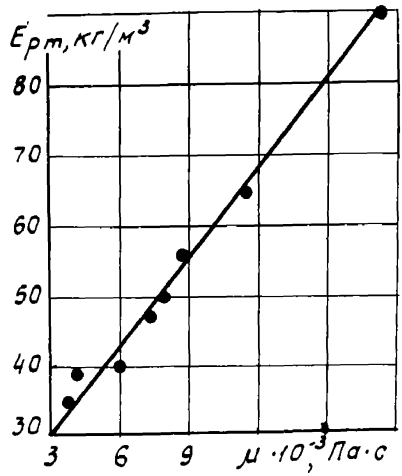


Рис.I.4.

Таблица I.4.

Скорость осветления суспензии (мм/с) для утяжелителей различной крупности

Утяжелитель горно-обогатительного комбината	Сорт утяжелителя	Плотность суспензии, кг/м^3			
		I400	I600	I800	2000
Южного, Соколовско-Сарбайского	Т	0,62	0,28	0,20	0,06
Коршуновского	М(К)	-	0,59	0,40	0,20
Ковдорского	К	I,75	I,I7	0,54	0,42
Азербайджанского	К	I,33	0,87	0,77	0,48

Иные требования предъявляются к магнетиту, используемому для тяжелосредного обогащения в трехпродуктовых гидроциклонах, где происходит последовательное сгущение суспензии в каждой из двух секций аппарата.

Тонкие утяжелители в трехпродуктовых гидроциклонах большого диаметра (например, 710/500 мм) не позволяют получить большой разницы в плотностях разделения (порядка 450-600 кг/м^3) в первой и второй секциях аппарата из-за недостаточной интенсивности их сгущения, поэтому для трехпродуктовых гидроциклонов необходимы крупнозернистые утяжелители.

I.8. Расчет основных параметров суспензий.

Суспензии, применяемые для обогащения угля, представляют собой смесь воды и утяжелителя (магнетитового концентрата). В процессе обогащения в них также накапливается шлам.

Расчет основных параметров суспензий ведется по балансу твердой и жидкой фаз в данном объеме.

В расчетных формулах приняты следующие обозначения: $\rho_c, \rho_т, \rho_м, \rho_ш$ - плотность (кг/м3) соответственно суспензии, твердой фазы суспензии (смесь магнетита и шлама), магнетитового утяжелителя, шлама (обычно $\rho_м$ = 4500 кг/м^3, $\rho_{ш_1}$ = I500 кг/м^3 - для каменного угля, $\rho_{ш_2}$ = I700 кг/м^3 - для антрацита),

ρ_o - плотность (кг/м^3) воды (ρ_o =1000 кг/м^3);

V_c, $V_т$, $V_ж$, $V_м$ - объем (м^3) соответственно суспензии, твердой, жидкой фазы суспензии, магнетита ($V_c = V_т + V_ж$);

$P_т$, $P_м$, $P_ш$ - масса (кг) соответственно твердой фазы, магнетита, шлама в суспензии;

$R = Т:Ж$, $1/R = Ж:Т$ - отношение массовых содержаний компонентов (твердого и жидкого в суспензии);

$C_т$, $C_м$, $C_ш$ - массовая концентрация (содержание в %) соответственно твердой фазы, магнетита, шлама в суспензии;

$M_т$, $M_м$, $M_ш$ - объемная концентрация (содержание в %) соответственно твердой фазы, магнетита, шлама в суспензии.

Расчетные формулы.

Масса магнетита (кг), необходимого для приготовления определенного объема свежей суспензии заданной плотности

$$P_м = \frac{\rho_c - 1000}{\rho_м - 1000} \cdot V_c \cdot \rho_м \qquad (I.7)$$

Пример. Для приготовления V_c =10 м^3 суспензии плотностью ρ_c =1800 кг/м^3 необходима масса магнетита

$$P_м = 10 \cdot 4500 \frac{(1800-1000)}{(4500-1000)} = 10285{,}7 \text{ кг}$$

Объем магнетита $$V_м = \frac{P_м}{\rho_м} = \frac{10285{,}7}{4500} = 2{,}29 \text{ м}^3 \qquad (I.8)$$

Объем жидкой фазы (воды) $V_ж = V_c - V_м = 10 - 2{,}29 = 7{,}71$ м^3

Массовая концентрация магнетита в суспензии

$$C_м = \frac{100 P_м}{V_c \rho_c} = \frac{100 \cdot 10285{,}7}{10 \cdot 1800} = 57{,}1 \ \% \qquad (I.9)$$

Объемная концентрация магнетита в суспензии

$$M_м = \frac{100 \cdot V_м}{V_c} = \frac{100 \cdot 2,29}{10} = 22,9\% \qquad (I.10)$$

Обратная задача - определение плотности суспензии при известных ее объеме, массе и плотности магнетита производится по формуле

$$\rho_c = 1000 + P_м \frac{(\rho_м - 1000)}{V_c \cdot \rho_м} \qquad (I.11)$$

Для принятых выше значений $P_м$, V_c, $\rho_м$

$$\rho_c = 1000 + 1028,7 \frac{(4500 - 1000)}{10 \cdot 4500} = 1800 \text{ кг/м}^3$$

Контроль параметров рабочей суспензии, загрязненной шламом, в производственных условиях осуществляется двумя непосредственными измерениями: плотности ρ_c взвешиванием 1 л суспензии, определением массового содержания в суспензии твердой фазы $P_т$ путем фильтрования 1 л суспензии, высушивания и взвешивания твердого осадка (за вычетом массы фильтровальной бумаги). Оба определения должны быть по возможности более точными.

Средняя плотность твердой фазы (смесь магнетита и шлама) расчитывается по формуле

$$\rho_т = 1000 \frac{P_т}{[P_т - (\rho_c - 1000)]} \qquad (I.12)$$

Пример: Масса 1 л суспензии составляет 1,8 кг, а масса твердого осадка—1,1 кг, или в пересчете на 1 м^3 суспензии $P_т$ = 1100 кг.

Тогда

$$\rho_T = 1000 \frac{1100}{1100-(1800-1000)} = 3667 \text{ кг/м}^3$$

Объем жидкой фазы

$$V_ж = \frac{\rho_c - \rho_T}{1000} = \frac{1800-1100}{1000} = 0{,}7 \text{ м}^3,$$

Объем твердой фазы.

$$V_T = 1-0{,}7 = 0{,}3 \text{ м}^3.$$

Массовое содержание шлама в твердой фазе суспензии определяется с помощью формулы

$$P_ш = P_T \cdot \rho_ш \frac{(\rho_м - \rho_T)}{\rho_T(\rho_м - \rho_ш)} \qquad (I.13)$$

$$P_ш = 1100 \cdot 1500 \cdot \frac{(4500-3667)}{3667(4500-1500)} = 124{,}9 \text{ кг.}$$

где для каменного угля принято $\rho_ш = 1500$ кг/м^3.

Массовое содержание магнетита

$$P_м = P_T - P_ш = 1100-124{,}9 = 975{,}1 \text{ кг.}$$

Для известных плотностей суспензии, магнетита и шлама и массового содержания шлама, массовое содержание магнетита может быть также рассчитано с достаточной точностью по формуле

$$P_м = 1{,}286 \quad (\rho_c - 1000 - 0{,}333\, P_ш), \qquad (I.14)$$

или $P_м = 1{,}286\ (1800-1000-0{,}333 \cdot 124{,}9) = 975{,}3$ кг.

Полученные значения укладываются в нормы, представленные в табл.I.3 для суспензии с

$\rho_c = 1800$ кг/м^3: $P_м = 975{,}1$ кг $(>945$ кг), $P_ш = 124{,}9$ кг $(< 190$ кг)

Другие параметры суспензии:

Массовая концентрация твердой фазы, магнетита и шлама

$$C_т = 100 \frac{\rho_т}{\rho_c} = 100 \frac{1100}{1800} = 61,1\%;$$

$$C_м = 100 \frac{\rho_м}{\rho_c} = \frac{975,1}{1800} 100 = 54,17\%;$$

$$C_ш = 100 \frac{\rho_ш}{\rho_c} = 100 \frac{124,9}{1800} = 6,93\%;$$

$$C_т = C_м + C_ш = 54,17+6,93 = 61,1\%.$$

Объемная концентрация магнетита, шлама и твердой фазы

$$M_м = 100 \frac{V_м}{V_c} = 100 \frac{\rho_м}{\rho_м \cdot V_c} = 100 \frac{975,1}{4500,1} = 21,7\%;$$

$$M_ш = 100 \frac{V_ш}{V} = 100 \frac{\rho_ш}{\rho_ш \cdot V_c} = 100 \frac{124,9}{1500,1} = 8,3\%;$$

$$M_т = M_м + M_ш = 21,7+8,3 = 30\%.$$

Таким образом, в контролируемой суспензии объемная концентрация твердой фазы меньше допустимого значения, выбранного, исходя из предельной вязкости суспензии ($< 32,5\%$).

Если известны массовое (или объемное) содержание магнетита и шлама и их плотности, то плотность твердой фазы может быть рассчитана по формуле

$$\rho_т = \frac{\rho_м + \rho_ш}{\frac{\rho_м}{\rho_м} + \frac{\rho_ш}{\rho_ш}} \qquad (1.15)$$

Пользуясь приведенными выше значениями, получим

$$\rho_т = \frac{975,1+124,9}{\frac{975,1}{4500} + \frac{124,9}{1500}} = 3667 \text{ кг/м}^3$$

Отношение массовых содержаний компонентов рассчитывается по формуле

$$R = T:Ж = \frac{\rho_т(\rho_с - 1000)}{1000(\rho_т - \rho_с)}, \qquad (I.I6)$$

или $$R = \frac{3667(I800-I000)}{I000(3667-I800)} = I,57 \ (T:Ж=I,57:I)$$

$$\frac{1}{R} = 0,64 \ (Ж:T=0,64:I).$$

Для расчета параметров суспензии существует номограмма Майера-Делла, однако при практическом пользовании ею (даже при большом масштабе) получаются лишь приближенные значения. Аналитические методы расчета дают более точные результаты.

В некоторых случаях возникает необходимость определения извлечения компонентов твердой фазы в продукты регенерации разбавленной суспензии.

Общая формула извлечения

$$E = \frac{\gamma \cdot \beta}{\alpha} \cdot 100\%, \qquad (I.I7)$$

где β - массовое содержание компонентов твердой фазы ($\beta_м$ - магнетита в магнетитовом концентрате, $\beta_ш$ - шлама в отходах регенерации);

γ - выход продуктов регенерации ($\gamma_м$, $\gamma_о$);

α - массовое содержание компонентов твердой фазы ($\alpha_м$ - магнетита, $\alpha_ш$ - шлама) в исходном продукте, поступающем на регенерацию.

При этом выход и качество слива не учитываются, т.к. он является по-существу циркулирующим продуктом.

I.9. Расход утяжелителя и пути его снижения.

Общий расход утяжелителя складывается из безвозвратных потерь в ряде точек технологического цикла:

- при транспортировке, разгрузке и складировании;
- при приготовлении свежей суспензии;
- с продуктами обогащения;
- с отходами регенерации;

- с проливами суспензии, которые не возвращаются в цикл регенерации.

Фактический общий расход утяжелителя определяется по отчетной документации фабрики, как количество полученного магнетитового концентрата за определенный период (например, за год), отнесенное к количеству переработанного за тот же период в тяжелых средах угля.

Потери утяжелителя с продуктами обогащения и отходами регенерации определяются путем отбора проб, их обработки и соответствующих расчетов. Для установления содержания магнетита (после промывки проб продуктов обогащения) используется упоминавшийся выше магнитный анализатор, с помощью которого магнетит извлекается из промывных вод. Зная массу сухого магнетита и массу сухих проб продуктов обогащения, подсчитывают его содержание, которое относят к единице массы кг/т продуктов обогащения.

По аналогичной методике (по отношению к единице объема, т.е. кг/м^3) определяют потери магнетита с отходами регенерации, учитывая объем отходов за единицу времени. Затем производится пересчет на I т переработанного в тяжелых средах угля.

Прочие потери утяжелителя (при транспортировке, приготовлении суспензии и др.) определяются вычитанием из общего расхода утяжелителя по расчетным документам потерь с продуктами обогащения и отходами регенерации, отнесенными к количеству переработанного за отчетный период в тяжелых средах угля.

Возможные минимальные потери утяжелителя при налаженной технологии тяжелосредного обогащения каменных углей и антрацитов представлены в табл. I.5.

Потери магнетита при ведении технологического процесса компенсируются подачей свежеприготовленной суспензии на складе магнетита в сборник кондиционной суспензии один раз в смену или по мере надобности в случае нарушения технологического процесса.

Таблица I.5

Возможные минимальные потери магнетитового утяжелителя

Вид потерь	Потери магнетита (кг/т) от поступающего на обогащение	
	крупного угля	мелкого угля
Для каменных углей и антрацитов:		
- с продуктами обогащения	0,2-0,4	0,5-0,7
- с отходами регенерации	0,2-0,3	0,4-0,8
- прочие потери	0,I-0,2	0,I-0,2
Общие потери	0,5-0,9	I,0-I,7
Для бурых углей:		
- с продуктами обогащения	0,8-I,0	-
- с отходами регенерации	0,2-0,3	-
- прочие потери	0,I-0,2	-
Общие потери	I,I-I,5	-

Примечание: Большие значения следует принимать при наличии в горной массе размокаемых пород. В случае содержания в породе обогащаемых углей более 50% глинистых примесей, цифры потерь увеличиваются в I,5 раза.

В настоящее время разработаны и утверждены Минуглепромом СССР нормы потерь утяжелителя для всех производственных объединений, использующих на фабриках технологию тяжелосредного обогащения угля [7]. Эти расходные показатели существенно превышают указанные в табл.I.5.

В случае тяжелосредного обогащения в суспензиях высокой плотности потери утяжелителя будут неизбежно выше (например, для антрацита). Повышенным потерям утяжелителя также способствует отсутствие на некоторых фабриках мокрого обеспламливания

обогащенного угля.

Сокращение технологических потерь возможно при регулярном проведении ряда организационно-технических мероприятий:

- постоянном наблюдении за исправностью запорной арматуры и отсутствием отверстий и щелей в трубопроводах. Рекомендуется использовать трубы большого диаметра, футерованные каменным литьем по опыту ГОК'ов Минчермета. Такие трубы изготавливаются Кандалакшским заводом стройматериалов;
- применении для перекачки суспензии специальных износостойких суспензионных насосов и износостойкой запорной арматуры;
- ведении постоянного и строгого учета количества свежего магнетита, подаваемого со склада на фабрику и расходуемого на производственные нужды;
- направлении на регенерацию смывов суспензии, пролитой на перекрытия, поливов насосных отделений и нулевых отметок. Регенерацию смывных вод можно осуществлять как в общем цикле регенерации разбавленной суспензии, так и на специально установленных регенерационных сепараторах; для сбора проливов и смывов применяется отдельная емкость;
- ведении систематического контроля за качественной отмывкой магнетита как оборотной, так и свежей технической водой; следить за состоянием брызгальных устройств;
- создании достаточного фронта регенерации, систематическом контроле потерь магнетита с отходами регенерации, контроле за состоянием магнитных сепараторов;
- улучшении общего состояния технологии на фабрике с целью повышения чистоты оборотной воды, высокая зашламленность которой заметно ухудшает показатели регенерации;

- автоматизации регулирования плотности суспензии и автоматизированного контроля работы всего комплекса тяжелосредного обогащения.

I.I0. Улучшение свойств суспензий.

В разделе I.6 показано как с увеличением вязкости суспензии ухудшаются показатели тяжелосредного обогащения. Высокое загрязнение суспензии шламом ведет к ее структурированию, что еще больше снижает эффективность обогащения.

Для улучшения и регулирования свойств суспензий (снижение вязкости и предельного напряжения сдвига), применяются реагенты-пептизаторы, в частности, гексаметафосфат натрия или триполифосфат натрия.

Использование реагентов-пептизаторов рекомендуется при работе с сильно зашламленной суспензией и при обогащении в суспензии высокой плотности. Действие реагентов связано с их пептизирующим воздействием на тонкие частицы угольных шламов и утяжелителя за счет образования на этих частицах устойчивых гидратных оболочек, предотвращающих слипание частиц.

По опытным данным, с помощью реагента-пептизатора вязкость и предельное напряжение сдвига суспензии снижаются на I5-35%, соответственно улучшаются показатели обогащения.

Например, на ОФ разреза "Сафроновский" объединения "Востсибуголь", где в суспензии много глины, применение реагента-пептизатора заметно улучшило результаты тяжелосредного обогащения угля крупностью I3-80 мм (табл.I.6).

Легкорастворимый в горячей воде (при 60°С) кристаллический или порошкообразный реагент-гексаметафосфат натрия применяется в виде 20-25 процентного раствора. Раствор реагента подается порциями в сборник кондиционной суспензии, исходя из суточного расхода I-I,5 кг кристаллического реагента на I $м^3$ суспензии в сборнике. Первая порция должна составлять 60-70% суточного расхода, остальные 30-40% добавляются по истечении 8-I0 часов работы фабрики. Расход кристаллического реагента

в среднем составляет 3-5 г/т обогащаемого угля.

Подача реагента осуществляется по мере ухудшения свойств рабочей суспензии или в случае внезапного ухудшения технологии (понижение эффективности классификации при влажном угле и т.п.).

Таблица I.6.

Результаты тяжелосредного обогащения крупного машинного класса на ОФ разреза "Сафроновский" без реагента и с реагентом-пептизатором

Название показателя	Без реагента	С реагентом-пептизатором
Показатель эффективности, $E_{рм}$, кг/м^3	62	23
Засорение концентрата породными фракциями,%,	I0,I	6,I
в том числе глиной, %	7,6	4,5
Потери горючих фракций в отходах, %	5,9	I,5

Для приготовления раствора рекомендуется разработанная в ИОТТ и эксплуатируемая на ОФ разреза "Сафроновский" установка для приготовления реагента-пептизатора (рис.I.5).

Для перемешивания кристаллического реагента и воды в баке предусмотрена система подачи воздуха. Подъемно-транспортным оборудованием служит монорельс с электротельфером.

Бак для приготовления и дозировки реагента емкостью 0,4 м^3 устанавливается над сборником рабочей суспензии. Объем бака обеспечивает суточную потребность в растворе реагента из расчета на один сборник емкостью 30 м^3.

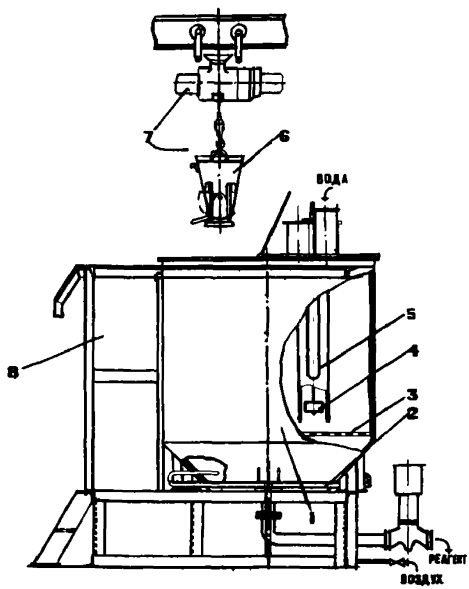
Заполнение емкости водой осуществляется с помощью вентиля с ручным управлением, уровень воды контролируется уровнемером.

Загрузка кристаллического или порошкообразного реагента производится при помощи бадьи через люк в баке. Предварительно открывается подвод сжатого воздуха для предотвращения забивания выпускного отверстия и перемешивания реагента с целью ускорения его растворения.

Выпуск готового раствора производится полуавтоматически: включением выпускного вентиля разгружается 30% раствора, после чего вентиль автоматически закрывается. Аналогично производится выпуск оставшегося раствора в два этапа, по 35% объема емкости за каждый слив.

Реологические свойства суспензии могут быть также улучшены физико-механическими воздействиями. Например, колебания суспензии с частотой 5-8 Гц и амплитудой 6-10 мм приводят к снижению на 30-40% ее вязкости. Хорошие результаты дает комбинация реагента-пептизатора с низкочастотными колебаниями.

Установка для приготовления реагента-пептизатора



I - бак; 2 - система подачи воздуха; 3 - решетка;
4 - уровнемер; 5 - нагревательный элемент;
6 - бадья; 7 - электроталь, 8 - площадка

Рис.I.5.

2. СХЕМЫ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ОБОГАЩЕНИЯ КРУПНОГО И МЕЛКОГО УГЛЯ В МАГНЕТИТОВОЙ СУСПЕНЗИИ

2.I. Выбор структуры технологической схемы тяжелосредного обогащения угля.

Выбор структуры технологической схемы обогащения угля в магнетитовой суспензии определяется:

- характеристикой обогащаемого угля;
- требованиями к качеству и назначению продуктов обогащения;
- величиной потоков обогащаемого угля;
- характеристикой оборудования, которое можно применить на тех или иных операциях.

Основные операции технологических схем обогащения угля в магнетитовой суспензии:

- подготовка угля;
- приготовление суспензии;
- разделение угля в суспензии по плотности;
- отделение суспензии, промывка и обезвоживание продуктов обогащения;
- циркуляция и регенерация магнетитовой суспензии и промывных вод.

2.2. Условные обозначения основного и вспомогательного оборудования тяжелосредных комплексов.

Условные графические обозначения основного и вспомогательного оборудования в нижеприведенных технологических схемах тяжелосредных комплексов приняты согласно ОСТ I2.48.260-84 "Символы типовые и обозначения условные графические оборудования и производственных объектов угольных предприятий" и приведены на рис.2.I.

2.3. Технологические схемы обогащения крупного угля.

Обогащение в тяжелых средах рекомендуется для углей очень трудной, трудной и средней обогатимости, а также ант-

рацитов всех категорий обогатимости при содержании класса +I3 мм в горной массе более 20%, а также для углей легкой обогатимости при содержании породных фракций более 30%.

Верхний предел крупности углей и антрацитов, обогащаемых в тяжелосредных сепараторах, принимается, как правило, 200 мм (допускается 300 мм). Нижний предел крупности обычно I3 мм (допускается I0 мм), нижний предел крупности может также составить 25 (40) мм.

2.3.I. Схемы подготовки угля.

Подготовка машинных классов угля к обогащению в магнетитовой суспензии существенно влияет на эффективность разделения. Она включает операции классификации на машинные классы заданной крупности и обесшламливание.

Количество и граничная крупность классов определяется выбранным технологическим режимом обогащения.

Основное требование к эффективности классификации: содержание частиц меньших, чем нижний предел крупности машинного класса и шлама 0-I мм не должны превышать установленных норм (см. раздел 4.I).

Для получения машинных классов требуемого качества при выборе схемы и оборудования для подготовки угля необходимо учитывать гранулометрическую характеристику исходного угля, его влажность и допустимые удельные нагрузки на применяемые грохоты для сухой и мокрой классификации.

При плохой классификации происходит накопление угольного шлама в суспензии, повышается ее вязкость, в результате чего снижается эффективность обогащения и ухудшается процесс регенерации: увеличивается нагрузка на магнитные сепараторы, растут потери магнетита, повышается вязкость регенерированной суспензии и снижается ее плотность.

Сухая классификация исходного угля.

Сухая классификация (рис.2.2) рекомендуется только при низкой влажности исходного угля и невысоком содержании в нем частиц крупностью менее I мм (см. раздел 4.I).

УСЛОВНЫЕ ГРАФИЧЕСКИЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ ОБОРУДОВАНИЯ, ПРИНЯТЫЕ В СХЕМАХ



Рис. 2.I.

В надрешетном продукте после классификации содержание частиц крупностью менее I мм не должно превышать установленные нормы для данного машинного класса.

Число классификационных грохотов определяется, исходя из норм удельных нагрузок. Грохоты могут применяться односитные или двухситные с параллельной, последовательной или комбинированной схемой их установки. Для грохотов оборудуется эффективная вытяжная вентиляция с системой пылеулавливания.

Классификация исходного угля с обесшламливанием крупного машинного класса.

Схема (рис.2.3) рекомендуется в тех случаях, когда невозможно обеспечить эффективную классификацию угля в сухом виде и предусматривает применение сухой классификации с последующей промывкой водой надрешетного продукта (машинного класса) на грохотах.

Предварительно рядовой уголь классифицируется в сухом виде на ситах с отверстиями 25 мм и I3 (I0) мм, чтобы выделить большую часть отсева в сухом виде.

Обесшламливание надрешетного продукта крупностью +I3 (I0) мм или +25 мм производится на отдельном грохоте, оборудованном брызгальными устройствами для промывки угля. Расстояние от последнего ополаскивающего устройства до конца грохота должно быть не менее I,5 м. Обезвоживание обесшламленного угля должно быть достаточно полным, чтобы остаток влаги не стекал в желоб, по которому уголь поступает в сепаратор.

Обесшламливание надрешетных продуктов следует производить на ситах с отверстиями 6 мм при обогащении в сепараторах и на ситах со щелью 0,5-I мм при обогащении в гидроциклонах. При высокой влажности исходного угля (более I0%) сита для обесшламливания могут иметь отверстия, равные нижнему пределу крупности обогащаемого угля.

Мокрая классификация исходного угля.

Схема мокрой классификации (рис.2.4) рекомендуется для

Схема сухой классификации угля

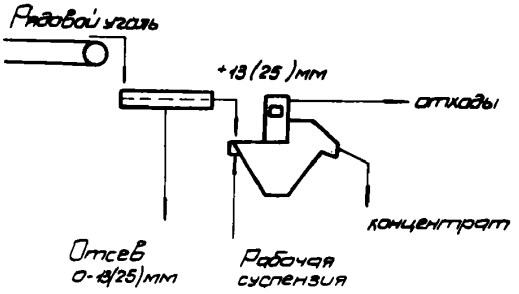
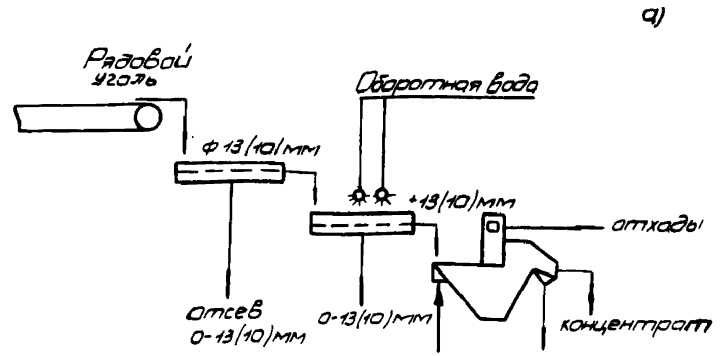
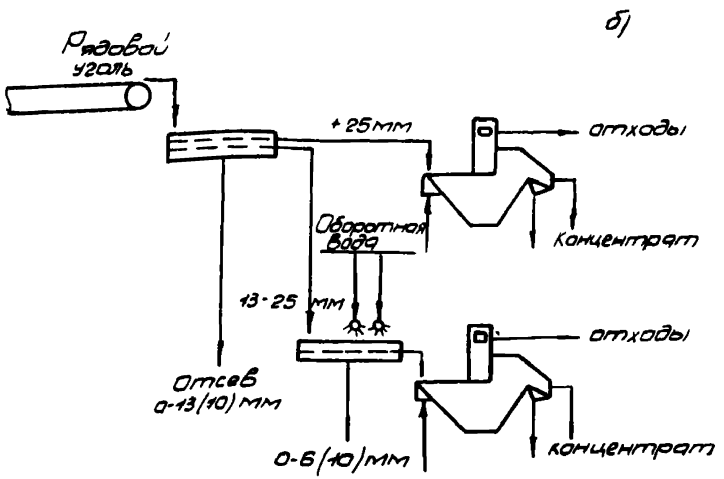


Рис. 2.2.

Схемы классификации угля с обесшламливанием





а) при обогащении одним машинным классом
б) при обогащении двумя машинными классами

Рис. 2.3

Схема мокрой классификации угля

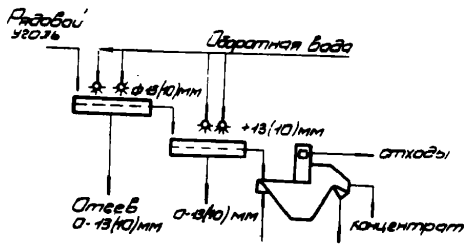


Рис. 2.4

углей и антрацитов, подвергаемых глубокому обогащению (до 0 или 0,5 мм) и при высокой влажности рядового угля (более 7%)в случае, когда невозможно выделить хотя бы часть отсева в сухом виде.

Мокрая классификация производится на подвижных грохотах. В зависимости от производительности и условий классификации схема установки грохотов может быть параллельная и последовательная. Возможна и комбинированная схема установки грохотов, которая позволяет полнее использовать воду для промывки угля последовательно на всех ситах.

На фабриках большой производительности (> 500 т/ч) рекомендуется параллельная установка грохотов.

В описанных ниже схемах обогащения крупного угля с разделением на два и три продукта предварительная классификация показана упрощенно. Необходимо учитывать возможность подготовки угля перед обогащением по любой из схем классификации, показанных на рисунках 2.2-2.4, а также возможность выборки из угля посторонних предметов и дробления негабаритных кусков.

2.3.2. Схемы обогащения с разделением на два продукта

а) Схема обогащения угля одним машинным классом (рис. 2.5) включает следующие операции: подготовку угля перед обогащением-сухую или мокрую классификацию, обогащение в сепараторе с магнетитовой суспензией с получением двух конечных продуктов - концентрата и отходов, отделение суспензии, отмывку утяжелителя и обезвоживание продуктов обогащения, регенерацию разбавленной суспензии,систему циркуляции суспензии требуемой плотности, автоматическое регулирование плотности кондиционной суспензии и распределения потоков.

Схема применяется на установках механизированной породовыборки и на обогатительных фабриках для обогащения энергетических углей, антрацитов и легко обогатимых коксующихся углей с разделением по плотности в пределах от 1800 до 2100 кг/м^3.

Для условий механизированной выборки породы из углей, подлежащих рассортировке, предусматривается окончательная классификация на товарные сорта.

б) Схема обогащения угля двумя машинными классами комплектуется двумя тяжелосредными сепараторами (рис.2.6) для выделения концентрата из угля каждого класса крупности или одним сепаратором для обогащения угля двумя машинными классами (рис.2.7). Поскольку сепараторы для обогащения двумя машинными классами серийно не выпускаются, схему рис.2.7 следует рассматривать как один из возможных вариантов, а для практических целей рекомендуется применить схему, показанную на рис.2.6. Плотность суспензии для каждого машинного класса выбирается в зависимости от характеристики угля и требований к качеству продуктов обогащения. При применении суспензий различных плотностей схема пополнения и циркуляции потоков суспензии строится по принципу передачи потоков от большей плотности к меньшей с отводом на регенерацию суспензии низкой плотности. Распределение суспензии и регулирование ее плотности производится автоматически.

Схему следует применять:

- когда имеется значительная разница в зольности легких фракций в узких машинных классах;
- когда выход каждого из узких классов достаточен для загрузки отдельного сепаратора или секции двухванного сепаратора.

Рекомендуется следующая классификация на узкие классы: 13-25(50) и +25(50) мм или 13(10)-50 и +50 мм.

2.3.3. Схемы обогащения с разделением на три продукта

а) схема обогащения угля в две стадии с разделением на три продукта в двух сепараторах (рис.2.8; 2.9).

Схемой предусмотрены две стадии обогащения угля с выделением в первой стадии концентрата (при разделении от меньшей плотности к большей) или отходов (при разделении от большей плотности к меньшей).

Схема включает следующие операции: подготовку угля перед обогащением – сухую или мокрую классификацию, обогащение в двух последовательно установленных сепараторах с магнетитовой суспензией с получением трех конечных продуктов –

концентрата, промпродукта и отходов, отделение суспензии, отмывку утяжелителя и обезвоживание продуктов обогащения, систему циркуляции суспензии требуемой плотности и регулирование плотности суспензии. Схема регенерации - общая для обеих стадий. Питание сепараторов суспензией осуществляется из различных емкостей, в каждой из которых находится суспензия необходимой плотности для данной стадии обогащения.

Свежеприготовленная и регенерированная суспензия подается в сборник высокой плотности, а пополнение системы с низкой плотностью производится суспензией из системы высокой плотности.

Схема рекомендуется в случаях обогащения углей трудной и средней обогатимости при получении концентрата для коксования или специальных целей.

Схема с выделением отходов в первой стадии обогащения (рис.2.8) рекомендуется в качестве основного и наиболее экономичного варианта для обогащения углей с низким содержанием легких фракций (менее 50%) и наличии быстро размокаемой породы, удаление которой в первой стадии снизит поступление глинистых частиц в суспензию.

Схема с выделением концентрата в первой стадии обогащения (рис.2.9) рекомендуется для углей с большим выходом легких фракций (более 50%), при отсутствии размокаемых пород.

При раздельном обогащении угля двух классов крупности, схема комплектуется в первой стадии двумя сепараторами для выделения концентрата из каждого класса крупности и одним общим во второй стадии для разделения микста на промпродукт и отходы (рис.2.10).

Выделение одного из продуктов в голове процесса позволяет применять для второй стадии обогащения оборудование меньших типоразмеров.

2.4. Технологические схемы обогащения мелкого угля.

Обогащение мелкого угля в тяжелосредных гидроциклонах может применяться в следующих основных вариантах:

Схема обогащения крупного угля одним машинным классом

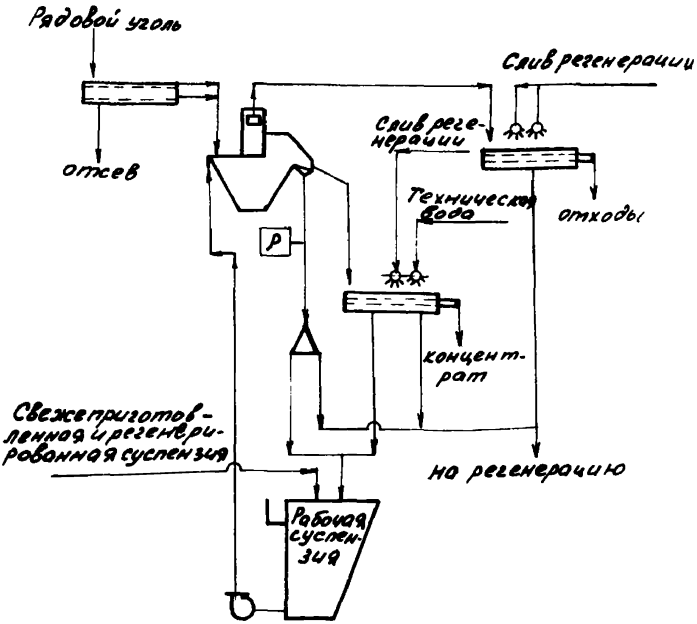


Рис.2.5.

Схема обогащения угля двумя машинными классами в двух сепараторах

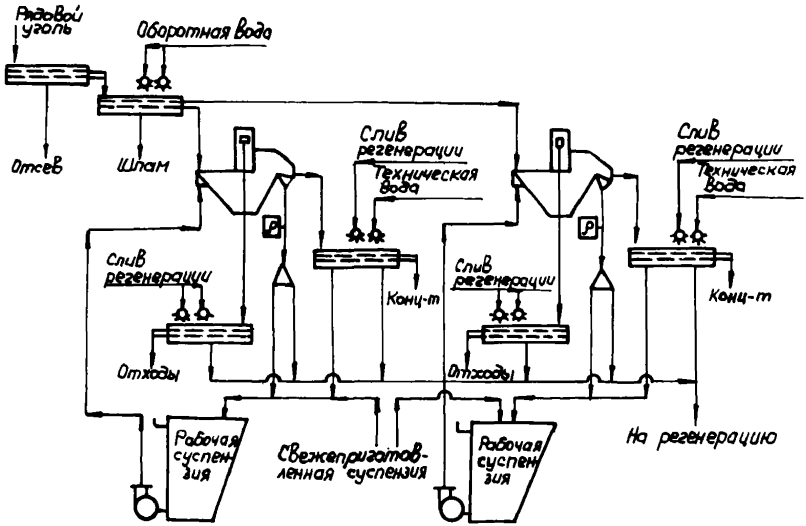


Рис.2.6.

Схема обогащения угля двумя машинными классами в одном сепараторе

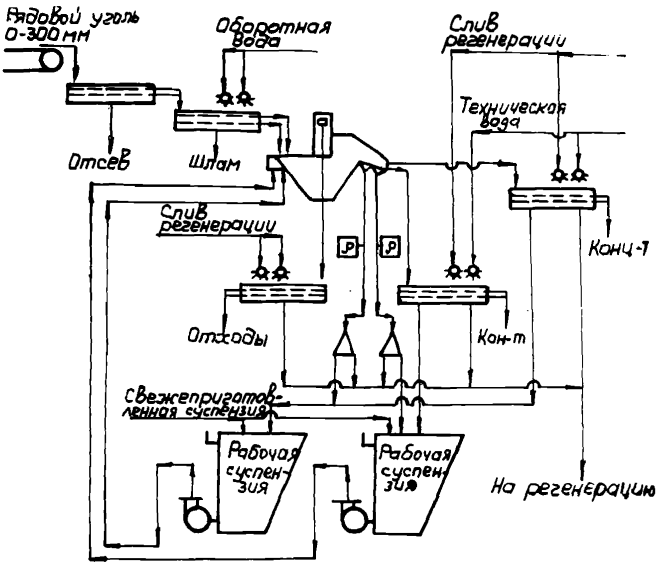


Рис.2.7.

Схема обогащения угля в две стадии с разделением на три продукта от большей плотности к меньшей

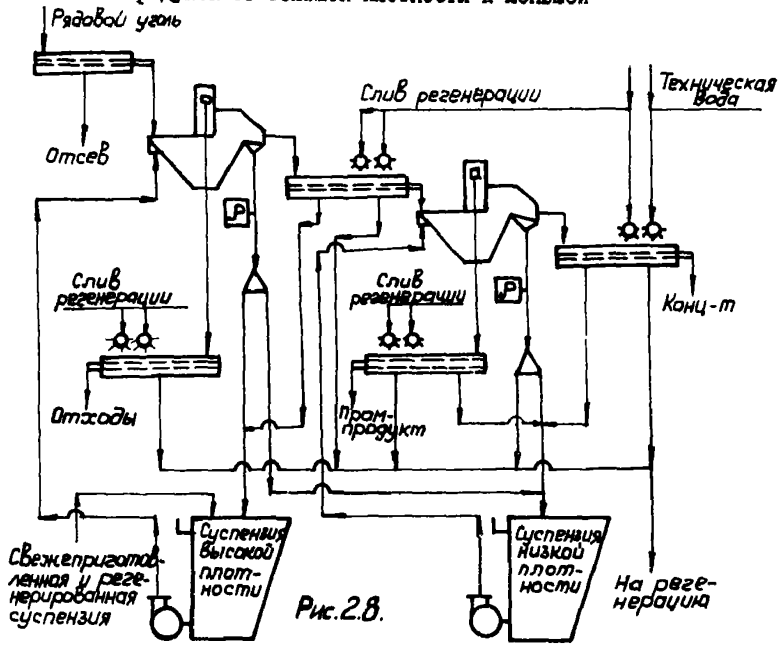


Рис.2.8

Схема обогащения угля в две стадии с разделением на три продукта от меньшей плотности к большей

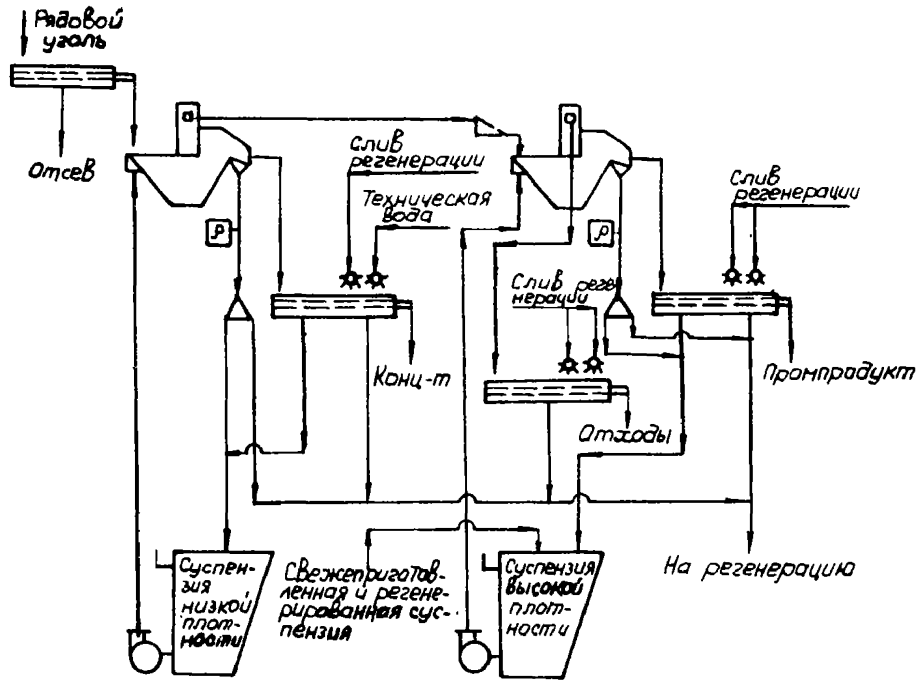


Рис.2.9.

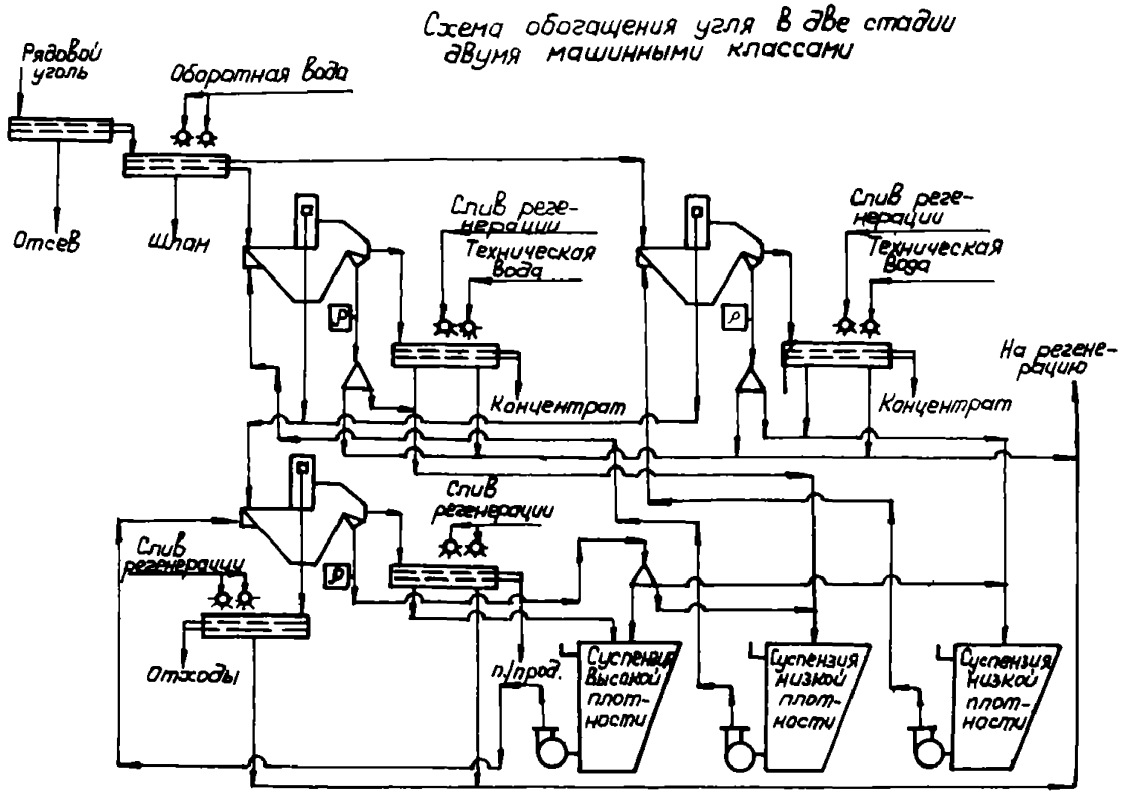


Схема обогащения угля в две стадии двумя машинными классами
Рядовой уголь
Оборотная вода
Отсев
Шлам
Слив регенерации
Техническая вода
Концентрат
Слив регенерации
Техническая вода
Концентрат
На регенерацию
Слив регенерации
Слив регенерации
Отходы
п/прод.
Суспензия высокой плотности
Суспензия низкой плотности
Суспензия низкой плотности

Рис.2.10.

Схема подготовки угля при обогащении одним машинным классом

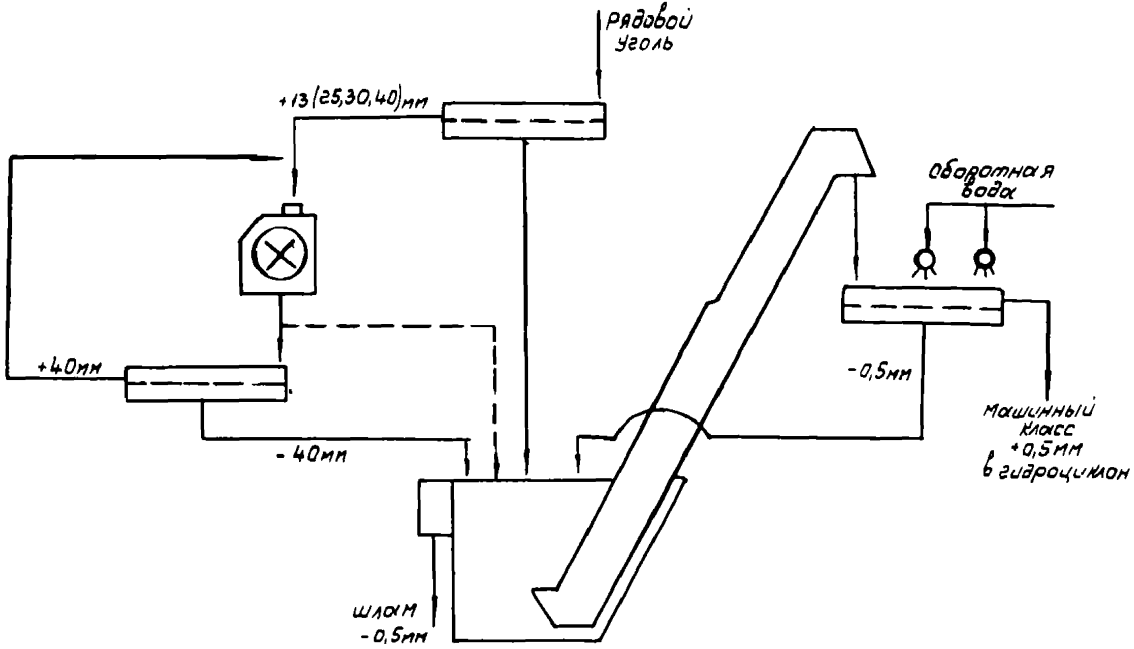


Рис.2.II.

I) Обогащение рядового угля одним машинным классом;
2) Обогащение отсевов (мелкого машинного класса);
3) Обогащение промпродукта отсадочных машин (с дополнительным дроблением или без него);
4) Обогащение дробленого промпродукта тяжелосредных сепараторов;
5) Обогащение промпродукта в смеси с крупнозернистым шламом.

В соответствии с указанными вариантами использования гидроциклонов предъявляются различные требования к технологическим схемам и подготовке угля к обогащению.

2.4.I. Схемы подготовки угля.

Обогащение рядового угля одним машинным классом.

В гидроциклон подается дробленый рядовой уголь с верхним пределом крупности I3(25) или 40(30) мм в зависимости от требуемой степени раскрытия сростков. Ввиду большого содержания в дробленом угле шлама требуется достаточно развитая система его обесшламливания. Наиболее эффективно эта задача решается путем комбинирования элеваторного классификатора (багер-зумпфа) с обесшламливающим грохотом - рис.2.II.

Исходный уголь подвергается классификации по принятому граничному зерну на грохоте. Подрешетный продукт направляется в элеваторный классификатор непосредственно, а надрешетный - после дробления. Важно предотвратить попадание в гидроциклон кусков угля крупностью более 40 мм, так как это может вызвать забивание проходных сечений гидроциклона обогащаемым углем. Поэтому при наличии в исходном угле крупных классов (более 50 мм) необходимо предусмотреть контрольное грохочение по крупности 40 мм угля после дробления с возвратом крупного класса на дробилку, а приемное окно элеваторного классификатора оснащать защитной решеткой для улавливания случайно попавших крупных кусков.

Обезвоженный и частично обесшламленный в элеваторном классификаторе уголь подается элеватором на виброгрохот, оборудованный ситами щелевидными или сетчатыми с размером ячеек, обеспечивающим отделение при промывке оборотной водой шлама крупностью менее 0,5 мм. Надрешетный продукт грохота представляет собой машинный класс, подготовленный для обогащения в гидроциклоне.

Схема применяется при обогащении труднообогатимых коксующихся, энергетических углей, для которых не предусмотрено получение сортов по крупности, а также высокоценных углей.

Обогащение отсевов.

На обогатительных фабриках, не имеющих сушильных отделений, применяется обогащение в тяжелых средах, как правило, части отсева машинных классов 0,5-I3 или 6-I3 мм. При этом часть отсева направляется в отгрузку в сухом виде, а концентрат тяжелосредных гидроциклонов присаживается к нему для снижения общей зольности отсева. При этом обеспечивается соответствие товарного продукта нормам влажности.

На рис.2.I2 приведена схема подготовки к обогащению в гидроциклоне машинного класса 6-I3 мм. При такой схеме подготовительной классификации часть угольной мелочи (-6 мм) уходит в подрешетный продукт и задача обесшламливания машинного класса облегчается. Поэтому достаточно одной стадии мокрого обесшламливания на виброгрохоте, оборудованном щелевидными ситами со щелью 0,5 мм. Схема может найти ограниченное применение при обогащении рядовых углей низкой влажности, а также имеющих низкозольные отсевы.

На рис.2.I3 приведена схема подготовки к обогащению в тяжелых средах части отсева машинного класса 0,5-I3 (25) мм.

Такие схемы применяются, как правило, при переработке влажных рядовых углей, сухая классификация которых недостаточно эффективна. В этом случае требуется обесшламливание как мелкого, так и крупного машинного классов, а исходным питанием гидроциклона является дополнительно обесшламленный в элеваторном классификаторе подрешетный продукт обесшламливающих грохотов

Схема подготовки машинного класса при обогащении сортовых отсевов

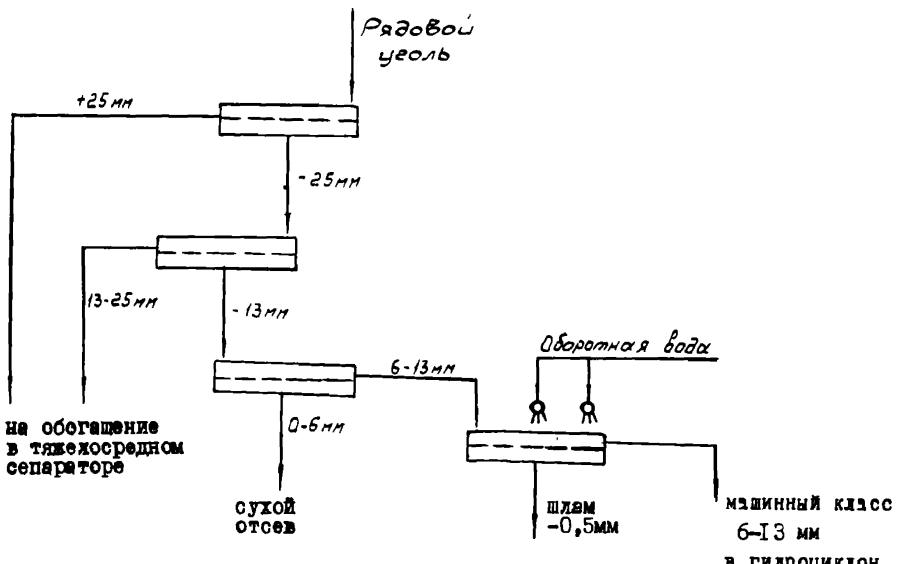


Рис. 2.12.

для крупного машинного класса.

Перспективным методом является подготовка машинных классов к обогащению по схеме, представленной на рис.2.I4, с использованием сухого метода отделения тонких классов - обеспыливания. Рядовой уголь или более мелкий его класс подсушивают, отделяют от него мелочь крупностью менее 2-3 мм в обеспыливающем аппарате и полученный класс направляют на обогащение в тяжелосредном гидроциклоне либо полностью, либо после классификации его более мелкий класс. Угольная мелочь и пыль присаживаются к концентрату в сухом виде. Такая схема перспективна для обогащения энергетических углей, содержащих размокаемые породы, так как значительно сокращает требуемый фронт улавливания шламов. Недостатком является большая энергоемкость и стоимость оборудования.

Аналогичная схема вместо сушилки и обеспыливателя может использовать термоаэроклассификатор.

Обогащение промпродукта отсадочных машин и крупнозернистого шлама.

Промпродукт отсадочных машин, содержащий значительные количества легких фракций (при обогащении труднообогатимых углей и антрацитов), может быть непосредственно направлен на обогащение на гидроциклонную установку так как он содержит малое количество шлама - рис.2.I5.

При обогащении коксующихся углей целесообразно произвести дробление промпродукта отсадочных машин для раскрытия в нем сростков и увеличения содержания легких фракций. При этом дробленый промпродукт подвергают обесшламливанию в элеваторном классификаторе перед подачей на обогащение в гидроциклон. По аналогичной схеме производят обесшламливание исходного питания гидроциклона при обогащении промпродукта отсадочных машин (дробленого) в смеси с крупнозернистым шламом. При этом в элеваторный классификатор подают как промпродукт, так и подрешетный продукт обезвоживающих грохотов отсадочного комплекса. Соответствующая схема подготовки угля приведена на рис.2.I6.

Аналогичной схеме, представленной на рис.2.I6, может

Схема подготовки машинного класса при обогащении отсевов

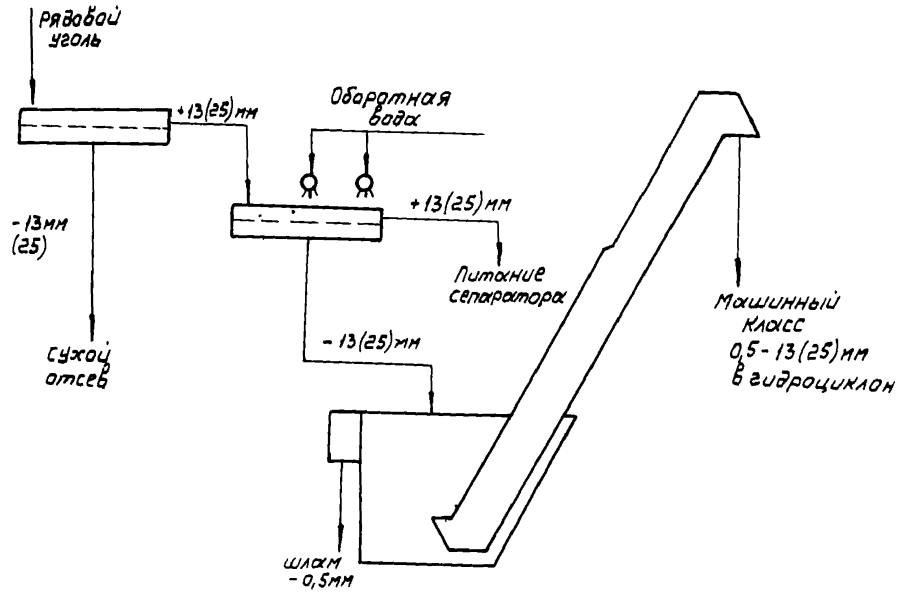


Рис. 2.13.

Схема подготовки машинных классов для обогащения в тяжелых средах с подсушкой и обеспыливанием рядового угля

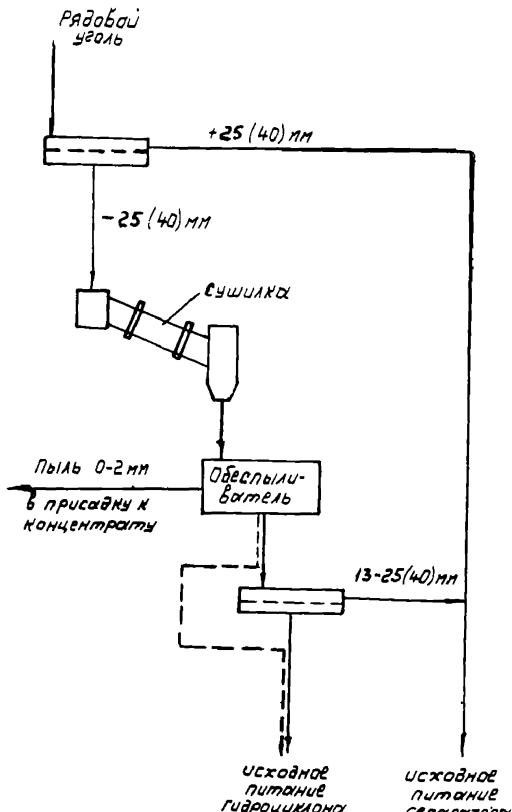


Рис.2.I4.

Схема подачи в гидроциклон машинного класса при обогащении промпродукта отсадочных машин

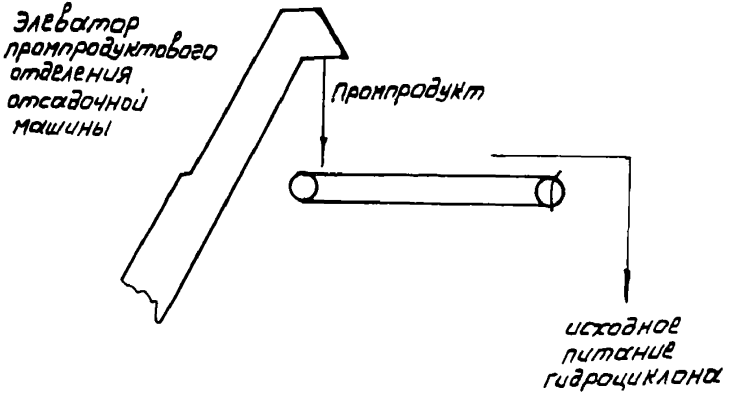


Рис.2.15.

быть схема подготовки к обогащению в тяжелосредных гидроциклонах промпродукта, получаемого из сепараторов.

2.4.2. Схемы обогащения мелкого угля в тяжелосредных гидроциклонах.

Технологическая схема гидроциклонной установки включает следующие основные элементы:

- сборники рабочей магнетитовой суспензии, оснащенные насосами (рабочими и резервными) для подачи суспензии;

- тяжелосредный гидроциклон (двух или трехпродуктовый);

- смеситель, соединенный с гидроциклоном напорным трубопроводом, служащий для подачи в гидроциклон пульпы (смеси угля с суспензией) под постоянным напором и обеспечения относительно постоянного расхода пульпы при колебаниях нагрузки по углю;

- регулирующий бак, используемый как промежуточная емкость для суспензии между насосом и смесителем для регулируемого распределения суспензии между напорным и смесительным отделениями смесителя, а также для кондиционирования рабочей суспензии по плотности (путем разбавления водой) и для отбора суспензии на датчики плотности;

- систему отделения продуктов обогащения от рабочей суспензии и отмывки от них магнетита, включающую дуговые или конусные сита и промывочно-обезвоживающие грохоты с брызгальными устройствами ливневого и веерного типов;

- систему регенерации суспензии, общую или раздельную по продуктам; в последнем случае она служит также для отделения магнетита от обогащенного в гидроциклоне шлама;

- систему автоматического контроля и регулирования технологического процесса, включающую в общем виде датчики плотности суспензии (или зольности продуктов обогащения) и уровней суспензии в сборниках, содержания шлама в суспензии, регуляторы плотности уровней суспензии в сборниках, делители потоков суспензии, исполнительные механизмы, регулирующие

Схема подготовки машинного класса при обогащении промпродукта отсадочных машин и крупнозернистого шлама (с дроблением промпродукта)

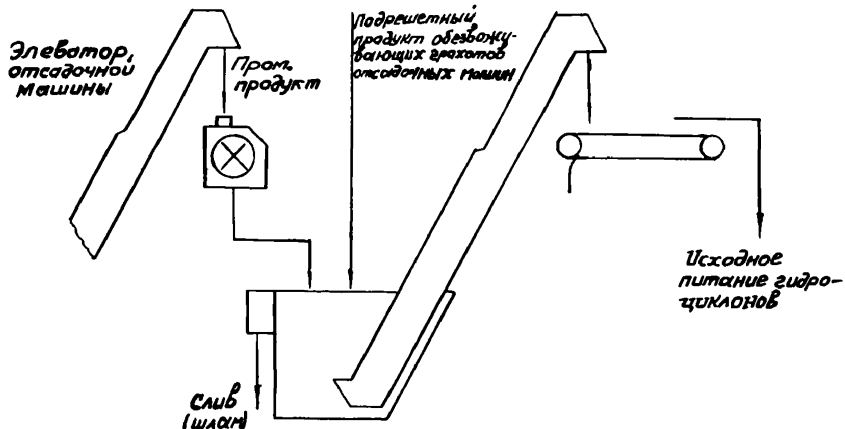


Рис.2.16.

подачу рабочей суспензии на регенерацию, подачу воды на разбавление суспензии, на ополаскивание продуктов обогащения; в конкретных случаях применяются все или часть из указанных элементов автоматизации.

Тяжелосредные гидроциклоны применяются для обогащения угля с получением двух и трех конечных продуктов.

Схема обогащения с разделением на два продукта.

Гидроциклонная установка (рис.2.I7) включает перечисленные выше элементы. Ее основа - двухпродуктовый гидроциклон. Важным условием является наличие достаточного перепада высот уровня пульпы в смесителе и входа в гидроциклон, что определяет, в основном, габариты установки по высоте. Для создания установок высокой производительности возможно параллельное включение двух гидроциклонов с работой от одного смесителя.

На рис.2.I7 представлен вариант полностью автономной гидроциклонной установки. Возможны компоновочные решения, при которых ряд элементов гидроциклонной установки совмещается с установкой для обогащения крупного угля в тяжелосредных сепараторах. Могут быть объединены сборники рабочей и разбавленной суспензии, система регенерации суспензии и автоматического регулирования уровней. Это удешевляет установку, уменьшает ее габариты, но ограничивает возможности регулирования режимов разделения, так как в гидроциклоне и в сепараторе в этом случае используется суспензия практически одинаковой плотности.

Схемы обогащения с разделением на три продукта.

За рубежом нашли применение технологические схемы двухстадиального обогащения угля в двухпродуктовых гидроциклонах в суспензиях, различающихся по плотности - рис.2.I8 (один из возможных вариантов). В отечественной практике такая технология не применяется, так как в СССР разработаны и применяются трехпродуктовые гидроциклоны, позволяющие совместить в одном аппарате разделение на три продукта и использовать суспензию одной исходной плотности. Поэтому гидроциклонная установка для разделения исходного угля на три продукта принципиально мало отличается от двухпродуктовой и включает дополнительно

лишь систему для отделения суспензии и отмывки магнетита от промпродукта. Современные трехпродуктовые гидроциклоны (ГТ 710/500-1) расширяют возможности регулирования процесса разделения, позволяя управлять плотностью разделения во второй ступени гидроциклона путем подачи в нее через специальный патрубок дополнительной среды - воды или суспензии повышенной плотности. В качестве этой среды могут выступать слив или концентрат регенерационных магнитных сепараторов, подаваемые во вторую ступень с помощью специальных делителей (рис.2.19).

Гидроциклонные трехпродуктовые установки также могут комплектоваться как одним, так и двумя параллельно работающими гидроциклонами.

Системы отделения суспензии и отмывки магнетита от продуктов обогащения для трехпродуктовых установок аналогичны двухпродуктовым.

2.4.3. Схемы отделения суспензии и магнетита, промывки и обезвоживания продуктов обогащения.

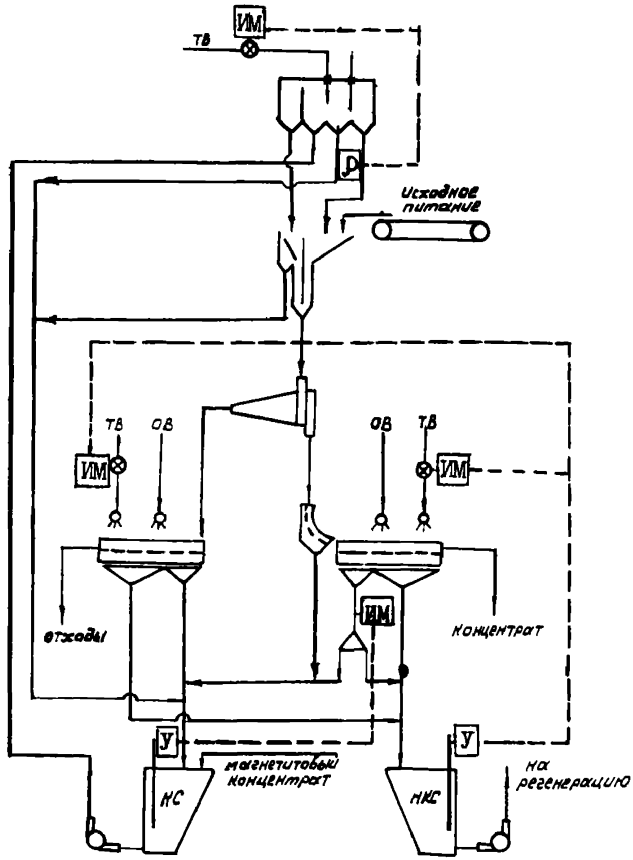
Схемы отделения суспензии и отмывки магнетита в гидроциклонных установках можно подразделить на два вида:

- рекомендуемые при обогащении обесшламленного угля с глубиной обогащения 0,5-1 мм при совместной регенерации разбавленной суспензии, получаемой при промывке различных продуктов;

- рекомендуемые при обогащении угля, содержащего более 10% шлама (крупностью < 0,5 мм), с глубоким обогащением (менее 0,5 мм) с раздельной по продуктам регенерацией суспензии.

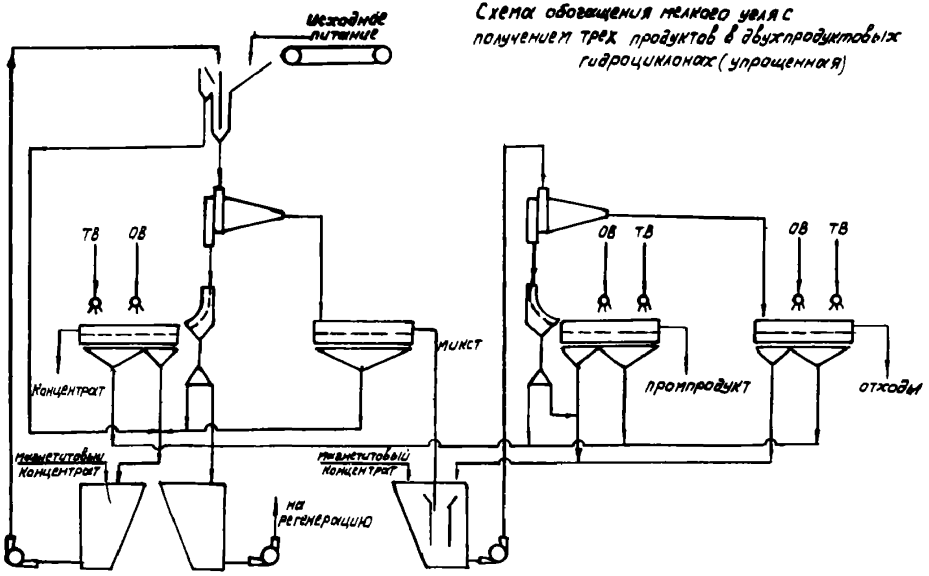
В схемах первого вида используются операции: сброс основной части суспензии на неподвижном криволинейном сите (дуговое сито или конусный грохот), сброс остальной части суспензии на первой половине виброгрохота, оборудованного двумя ваннами, промывка оборотной и ополаскивание технической водой, подаваемой через брызгальные устройства, и частичное обезвоживание продуктов на второй половине грохота, обезвоживание мелкого концентрата или промпродукта в центрифуге фильтрующего типа.

Схема обогащения мелкого угля с разделением продукта в двухпродуктовых гидроциклонах



Обозначения: ОВ–оборотная вода; ТВ–техническая вода; КС–рабочая (кондиционная)суспензия; НКС–разбавленная (некондиционная)суспензия; ρ–датчик плотности; У–датчик уровня; ИМ–исполнительный механизм.

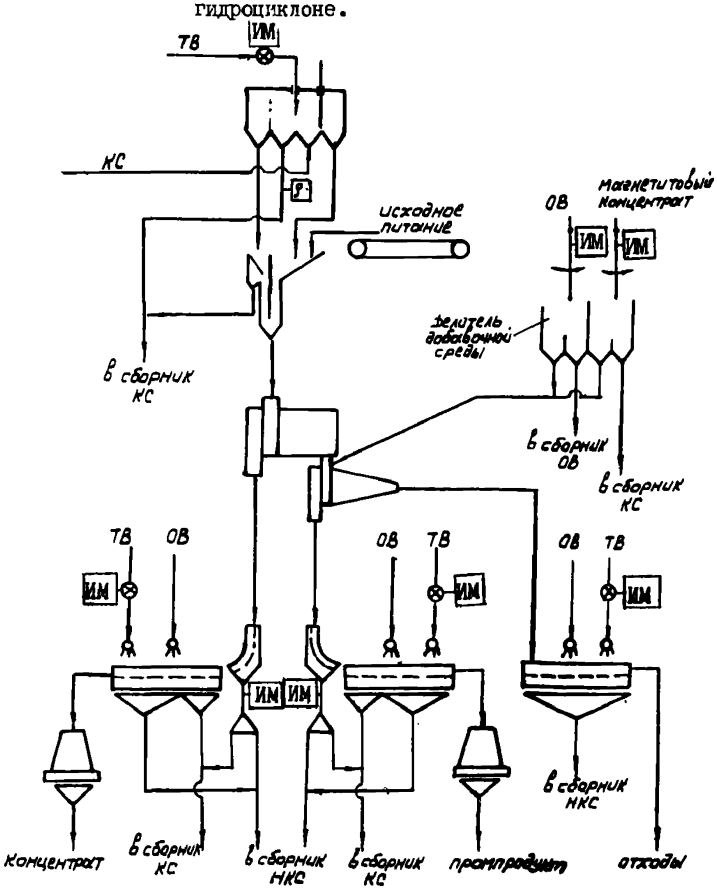
Рис.2.17



Обозначения: ОВ - оборотная вода; ТВ-техническая вода

Рис.2.18.

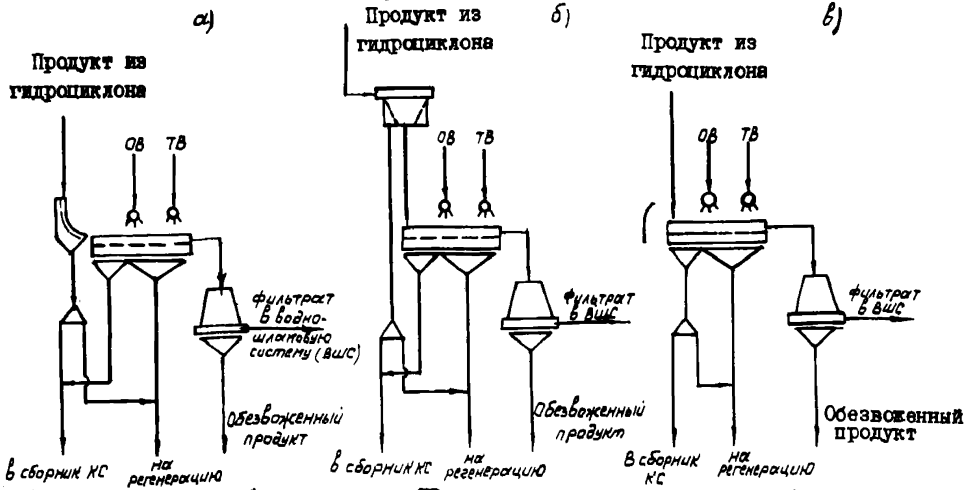
Схема обогащения мелкого угля с разделением на три продукта в трёхпродуктовом гидроциклоне.



Обозначения: ОВ–оборотная вода; ТВ–техническая вода; КС–рабочая(кондиционная)суспензия; НКС–разбавленная(некондиционная)суспензия; ρ–датчик плотности; У–датчик уровня; ИМ–исполнительный механизм.

Рис.2.19.

Схемы отделения магнетита, промывки и обезвоживания мелких продуктов обогащения тяжелосредных гидроциклонов



Обозначения: ОВ - оборотная вода; ТВ-техническая вода; КС-рабочая (кондиционная) суспензия; НКС-разбавленная (некондиционная) суспензия

Рис.2.20

Схемы отделения магнетита, промывки и обезвоживания мелких продуктов обогащения тяжелосредных гидроциклонов

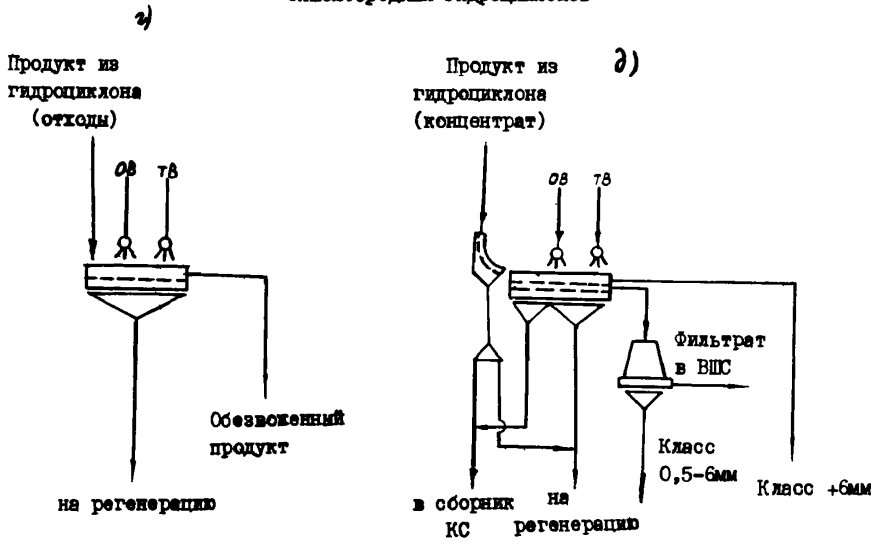
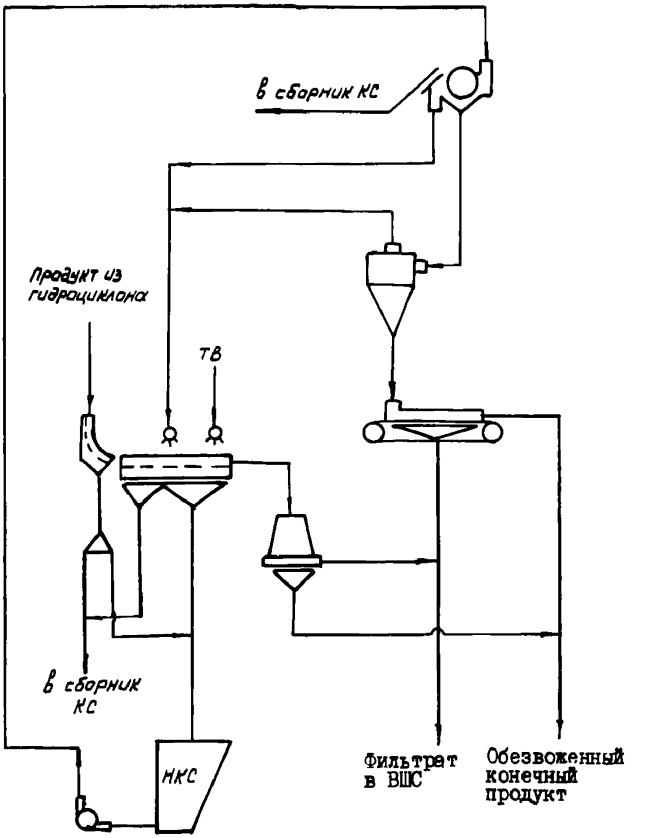


Рис.2.20 (продолжение)

На рис.2.20 представлены варианты таких схем. Вариант "а" - основной, применяется в большинстве случаев, вариант "б" - та же схема, но с использованием вместо дугового сита конусного грохота типа ГК (ГК I,5; ГК 3), если компоновочные условия позволяют обеспечить высоту подачи пульпы на него не менее I-I,5 м. Вариант "в" без использования дугового сита применяется, как правило, при обработке отходов, а также может использоваться для других продуктов при плотности рабочей суспензии ниже I800 кг/м^3 при стесненных условиях компоновки. Вариант "г" предусматривает отвод всей суспензии, поступающей с продуктом, на регенерацию, применяется для обработки отходов при наличии в углях размокаемых пород, а также повышенного содержания шлама (более I0%). Вариант "д" предусматривает совмещение с отмывкой магнетита классификации концентрата на два класса крупности по граничному зерну 6 мм, путем оборудования грохота двумя ярусами сит; такая схема имеет ограниченное применение - при обогащении в гидроциклоне машинного класса 6-I3 мм (с частичным содержанием мелких классов из-за неполноты классификации) и служит для предотвращения сверхнормативного содержания мелочи в сортовом концентрате крупностью 6-I3 мм; недостатком данной схемы является ухудшение отмывки магнетита на нижнем сите, экранируемом верхним. При указанных схемах (кроме "д") просеивающие поверхности грохотов оборудуют целиком одинаковыми ситами (щелевидными, сетчатыми) с характерным размером щели 0,5-I,0 мм. Отделенную от продуктов рабочую суспензию возвращают в сборник КС, подрешетные промывные воды от всех продуктов - в общий сборник разбавленной суспензии.

В схемах второго вида (рис.2.2I и 2.22) предусматривается отделение рабочей суспензии от продуктов аналогичным образом, также на сите с размером щели 0,5-I,0 мм, промывка продуктов осуществляется на сите с увеличенным до I,5-3 мм размером щели. При этом в разбавленную суспензию уходит часть обогащенного продукта. Последний отделяется от магнетита в системе раздельной регенерации суспензии на магнитных сепараторах, затем от него отделяется путем гидравлической классификации в гидроциклоне наиболее тонкий класс (около 0,2 мм), не поддающийся разделению в тяжелой среде и направляемый для улавливания в водно-шламовую систему (ВШС), а выделенный более зернистый продукт обезвоживается в предназначенных для такого мате-

Схема отделения магнетита и обезвоживания продуктов обогащения тяжелосредного гидроциклона при глубоком обогащении, с раздельной регенерацией суспензии



Обозначения: ОВ- оборотная вода; ТВ-техническая вода;
КС-рабочая (кондиционная) суспензия;
НКС-разбавленная (некондиционная) суспензия

Рис.2.21.

риала аппаратах (ленточных вакуумфильтрах, центрифугах осадительного типа и т.п.) и присаживается к соответствующему товарному продукту. На рис.2.2I показана наиболее типичная схема данного вида. Схема, представленная на рис.2.22, предусматривает за счет использования гидроциклона-классификатора с сифоном прямоточную и самотечную для разбавленной суспензии компоновку оборудования, что позволяет на протяжении времени прохождения пульпы от верхнего до нижнего уровней установки извлечь из нее крупнозернистый материал без дополнительного накопления его в сборниках и перекачек насосами. Перекачке подвергается только относительно осветленная оборотная вода. Это сокращает время контакта обогащаемого материала с водой и шламообразование. Такая схема рекомендуется для углей, содержащих размокаемые породы.

2.5. Технологические схемы регенерации суспензии.

Для магнетитовой суспензии наиболее совершенным способом регенерации является магнитная сепарация.

В настоящее время на обогатительных фабриках при обогащении угля в тяжелых средах для регенерации магнетитовой суспензии применяются электромагнитные барабанные сепараторы ЭБМ 80/I70, ЭБМ 80/I70П, ЭБМ 80/250 и ЭБМ 90/250.

Сепараторы ЭБМ 80/I70 и ЭБМ 80/250 сняты с производства и заменяются на ЭБМ 80/I70П и ЭБМ 90/250.

В рекомендуемых ниже схемах регенерации используются сепараторы ЭБМ 80/I70П в комплексе с сепаратором СКВ-20 и СКВП-20 (возможно с СК-32 и СКВ-32), а сепараторы ЭБМ 90/250 с сепараторами СКВП 32, СКВ 32, а также тяжелосредными гидроциклонами типа ГТ.

Назначение системы регенерации суспензии:

- выделение и возврат в систему циркуляции суспензии магнетитового утяжелителя;

- вывод из системы шлама, поступающего с исходным углем или образующегося в процессе обогащения.

Технологические операции системы регенерации:

- сбор промывных вод, содержащих магнетит, отмытый от продуктов обогащения оборотной и технической водой на промывочно-обезвоживающих грохотах;

- сбор случайных переливов и течей из емкостей и трубопроводов, содержащих магнетит, и возврат их на регенерацию;

- магнитная сепарация промывных вод и всех дренажных вод, содержащих магнетит, и выделение из них магнетитового концентрата;

- направление регенерированной суспензии в систему циркуляции;

- вывод избыточного количества шлама с отходами регенерации.

В зависимости от принятой технологии обогащения угля могут быть рекомендованы различные схемы регенерации магнетитовой суспензии.

2.5.I. Схема регенерации суспензии в одну стадию.

Схема регенерации в одну стадию (рис.2.23) рекомендуется при обогащении крупных классов углей в следующих случаях:

- при эффективном обесшламливании машинного класса +25 мм (содержание в нем класса менее I мм не более I,5-2%);

- когда в обогащаемом угле отсутствует размокаемая и глинистая порода;

- когда в некондиционной суспензии, направляемой на регенерацию, содержание твердого не превышает 300 кг/м^3 (в том числе шлама не более I50 кг/м^3).

Если указанные условия не соблюдаются, то применение схемы регенерации в одну стадию допустимо лишь при уменьшении нагрузки на электромагнитный сепаратор до 50-60% от номинальной величины.

Применение схемы регенерации в одну стадию требует обязательной установки резервного электромагнитного сепаратора.

2.5.2. Схема регенерации суспензии в две стадии.

Схема регенерации суспензии в две стадии (рис.2.24) рекомендуется при обогащении мелкого угля или при обогащении крупного угля при несоблюдении условий для схемы регенерации в одну стадию, а также при обогащении бурых углей.

Схема включает в себя два последовательно установленных сепаратора. Количество электромагнитных сепараторов устанавливаемых на первой стадии регенерации, определяется, исходя из объема регенерируемой суспензии и производительности сепараторов.

На вторую стадию направляются отходы и часть слива первой стадии регенерации.

Производительность сепараторов для второй стадии принимается равной 50% от номинальной.

Разновидностью рекомендуемой выше схемы является комбинированная схема регенерации суспензии (рис.2.25).

Ее особенность заключается в каскадном расположении электромагнитных сепараторов, которое позволяет вести регенерацию как при параллельной, так и при последовательной их работе с обязательной перечисткой отходов верхнего сепаратора в нижнем.

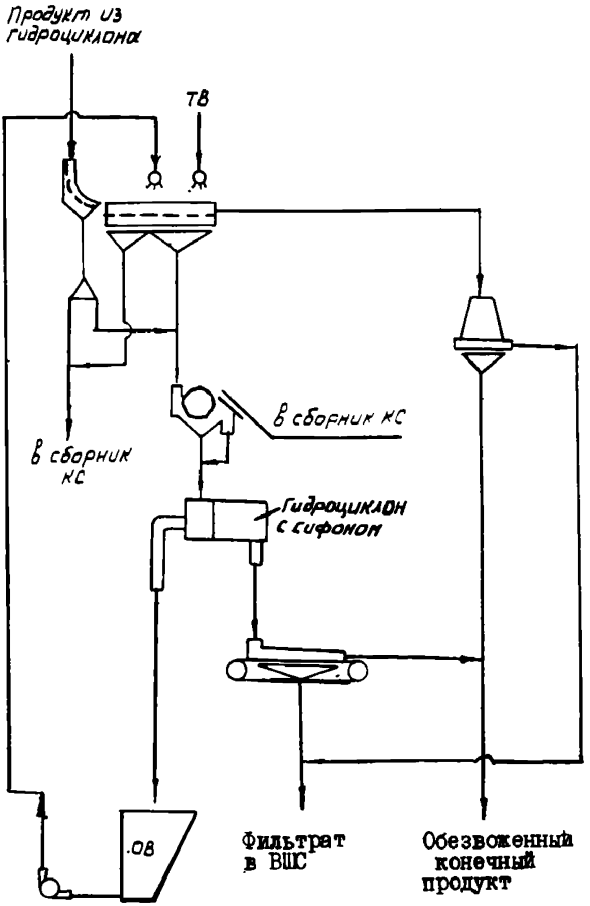
Комбинированная схема рекомендуется при обогащении крупного угля по высоким плотностям разделения и содержании в регенерируемой суспензии шлама и глинистых частиц более 130-150 кг/м^3.

2.5.3. Схема раздельной регенерации суспензии.

Данная схема (рис.2.26) рекомендуется при обогащении мелких классов угля и антрацитов в тяжелосредных гидроциклонах, а также при обогащении крупных классов с сильно размокаемыми и глинистыми породами.

Особенностью схемы является раздельная регенерация разбавленной и части рабочей суспензии, отделяемых при обезвоживании каждого из продуктов обогащения.

Схема отделения магнетита и обезвоживания продуктов обогащения тяжелосредного гидроциклона при глубоком обогащении углей, содержащих размокаемые породы, с раздельной регенерацией суспензии.



Обозначения: ОВ–оборотная вода; ТВ–техническая вода; КС–рабочая(кондиционная) суспензия; НКС–разбавленная(некондиционная) суспензия.

Рис. 2.22.

Схема регенерации суспензии в одну стадию

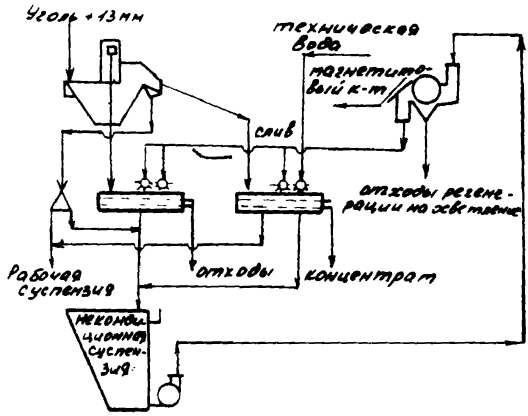


Рис. 2.23.

Схема регенерации суспензии в две стадии.

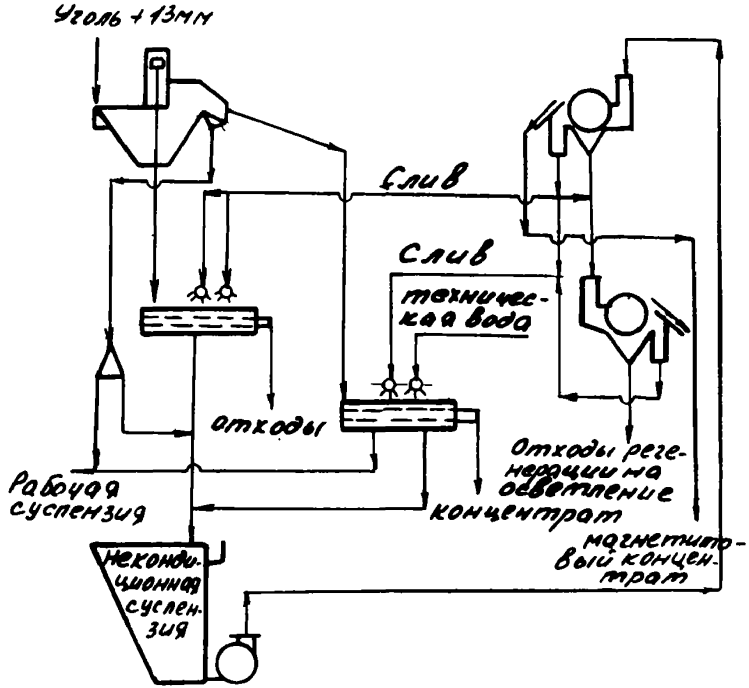


Рис.2.24

Схема раздельной регенерации дает возможность обогащения мелкого угля в гидроциклонах до крупности, значительно меньшей размера щели обезвоживающих грохотов.

Шлам крупностью более 0,15-0,2 мм, выделяемый с отходами регенерации, близок по зольности к соответствующим продуктам обогащения. При обогащении мелкого угля в гидроциклонах предусматривается подача отходов регенерации каждого продукта в классификационные гидроциклоны и присадка крупного шлама к соответствующим продуктам обогащения. Классификационные гидроциклоны выпускаются серийно и могут быть выбраны по имеющимся каталогам.

При обогащении крупного угля с сильно размокаемыми и глинистыми породами для вывода илов из системы отходы регенерации породы направляются в илонакопители фабрики.

Преимуществом схемы раздельной регенерации является возможность повышения содержания класса -0,5 мм в питании тяжелосредных гидроциклонов до 8-10%. При этом, для обеспечения полного вывода шлама из системы необходимо отводить на регенерацию 40-50% рабочей суспензии. При обогащении антрацитов в тяжелосредных гидроциклонах рекомендуется только раздельная регенерация суспензии для вывода тонких илов из системы.

2.6. Приготовление магнетитовой суспензии.

На обогатительных фабриках разгрузка, складирование и доставка магнетита к месту потребления, а также приготовление суспензии, включая подачу ее в систему, должны быть полностью механизированы.

Склад магнетита следует располагать в главном корпусе обогатительной фабрики или в отдельном отапливаемом помещении в непосредственной близости от него.

В складе магнетита должны быть сосредоточены все операции от приема и разгрузки магнетита до подачи свежеприготовленной суспензии в сборники тяжелосредной установки.

Склад оборудуется эстакадой для заезда полувагонов и траншеями для складирования магнетита. Его емкость должна быть достаточной для складирования запаса магнетита на период с отрицательными температурами наружного воздуха.

Комбинированная схема регенерации суспензии

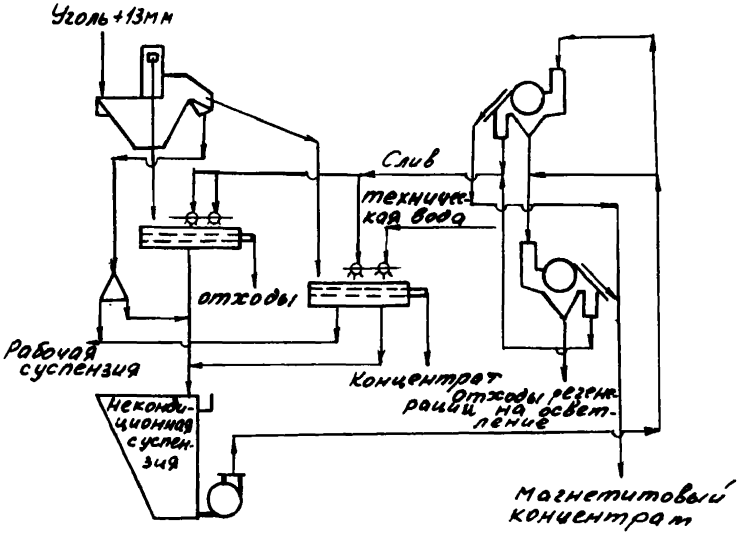


Рис.2.25

Схема раздельной регенерации суспензии

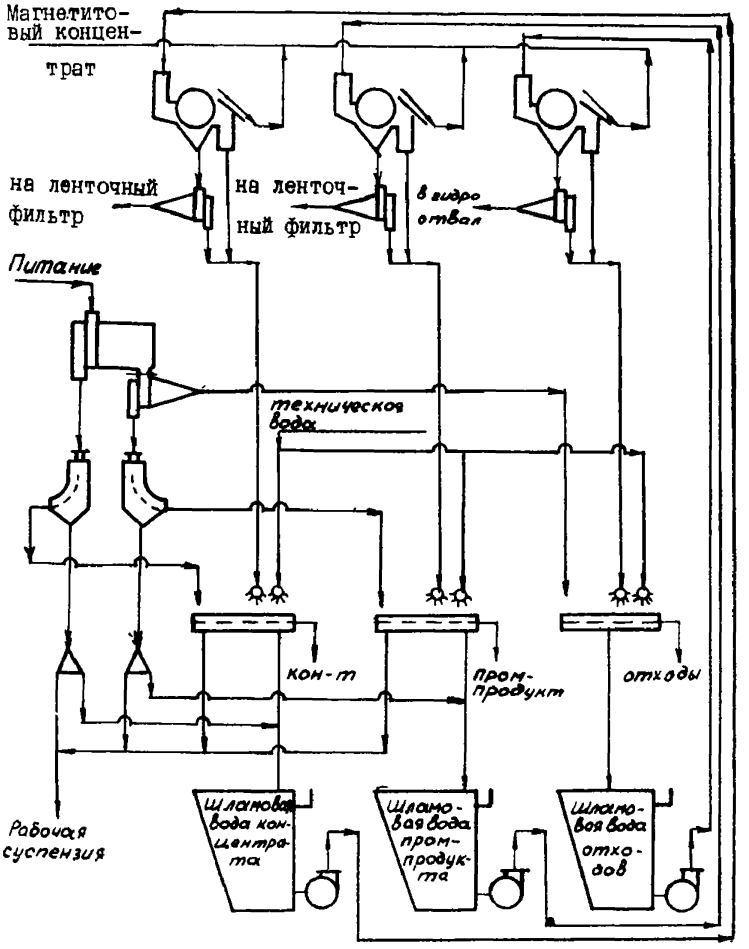


Рис.2.26.

Склад магнетита, разработанный Ростовгипрошахтом

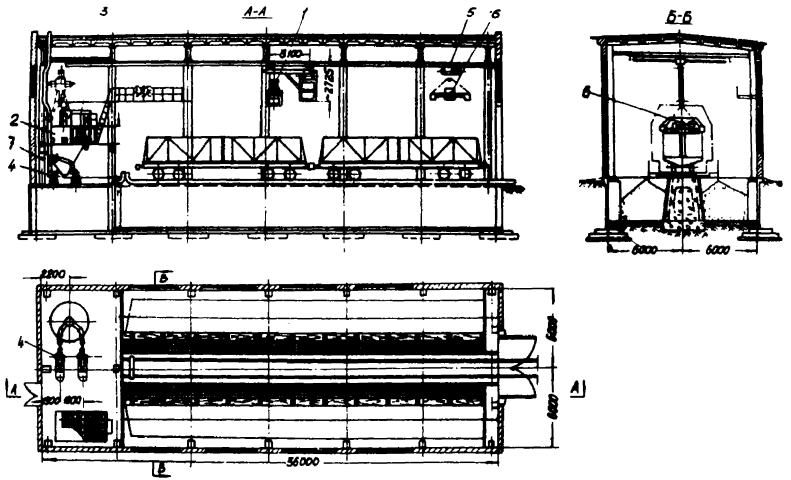


Рис.2.27.

Выгрузка магнетита из железнодорожных полувагонов должна производиться внутри склада через открытые люки и грейфером.

Для тяжелосредных установок обогатительных фабрик могут быть рекомендованы три типа складов:

- склад магнетита, разработанный институтом Ростовгипрошахт (рис.2.27) оборудован эстакадой для заезда полувагонов и траншеями глубиной до 3,5 м для складирования магнетита. Железнодорожные полувагоны с магнетитом устанавливаются на эстакаду и разгружаются через открытые люки в траншеи по обе стороны эстакады. Интенсификация разгрузки магнетита достигается установкой накладного вагонного вибратора, что практически исключает применение ручного труда.

Длина склада определяется, исходя из необходимой его емкости и равна обычно фронту разгрузки двух-трех полувагонов;

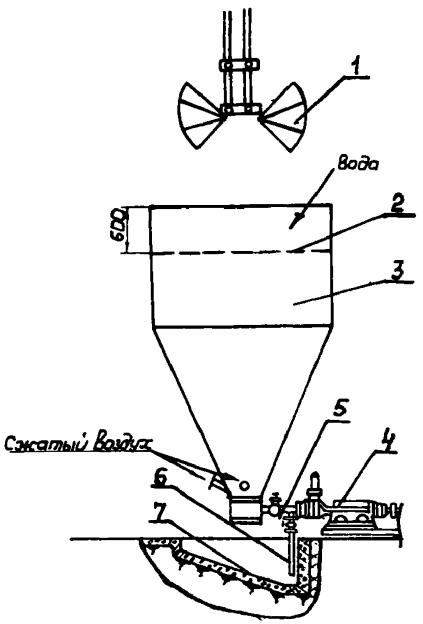
- склад магнетита со специальным отсеком для складирования магнетита также оборудуется эстакадой для заезда полувагонов. Магнетит из железнодорожных полувагонов разгружается и складируется грейферным или магнитно-грейферным краном. При зачистке полувагонов может использоваться накладной вагонный вибратор. Траншеи по обе стороны эстакады глубиной до 0,5 м используются как емкости при зачистке полувагонов.

Для приготовления суспензии на складе устанавливается емкость с коническим дном и патрубками для пневматического перемешивания магнетита с водой или гидравлическая установка для приготовления и транспортирования магнетитовой суспензии к месту ее потребления.

Суспензия, приготовленная в емкости с пневматическим перемешиванием, перекачивается к месту потребления износостойкими насосами типа ШН, ГРА и др.

Для сбора случайных переливов суспензии в складе магнетита следует предусматривать заглубленный ниже нулевой отметки сборник с самовсасывающими насосами или оборудовать суспензионный насос для перекачивания приготовленной суспензии вертикальным всасывающим патрубком с задвижкой (рис.2.28). Глубина погружения патрубка в суспензию должна быть не более 0,5 м и общая его длина не более 0,8 м.

Схема установки с воронками для приготовления и транспортирования магнетитовой суспензии



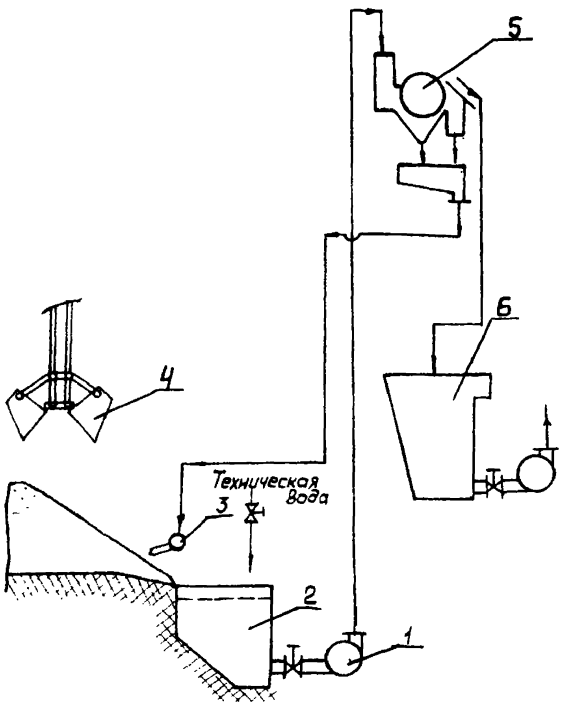
I - грейфер; 2- предохранительная решетка (I6xI6 или 20x20 мм);

3 - смесительная воронка V =I0-I5м^3; 4- насос ШН-I50 (ШН-250);

5 - всасывающий трубопровод насоса; 6 - вертикальный всасывающий патрубок; 7 - зумпф для сбора случайных переливов суспензии.

Рис. 2.28.

Схема гидравлической установки для приготовления и транспортирования магнетитовой суспензии



I - насос; 2-зумпф; 3- размывное устройство; 4- грейферный кран;
5 - электромагнитный сепаратор; 6- сборник рабочей суспензии.

Рис.2.29.

Таблица 2.I.

Характеристика оборудования для складов магнетита

Операция	Оборудование	Техническая характеристика
Разгрузка магнетита из железнодорожных полувагонов	Кран мостовой, электрический грейферный	Грузоподъемность 2 т, пролет крана II м, вместимость грейфера 0,43 м^3
	Однорельсовая тележка с грейфером	Грузоподъемность 3т, вместимость грейфера 0,35 м^3
Загрузка магнетита:		
в склад	То же	То же
в емкость для приготовления суспензии	-"-	-"-
Очистка полувагонов от остатков магнетита	Вибратор накладной вагонный ВНВ-2	Возмущающая сила 800 кг, масса 5I20 кг, потребляемая мощность I5 кВт

Приготовление магнетитовой суспензии на гидравлической установке осуществляется путем циркуляции определенного объема воды в замкнутом цикле с последующим отделением магнетита на электромагнитном сепараторе (рис.2.29). На складе магнетит под действием гидравлического напора воды размывного устройства размывается и в виде суспензии по наклонному полу склада поступает в зумпф емкостью 2-3 м^3. Затем износостойким насосом типа ШН, ГРА и др. подается на электромагнитный сепаратор.

В зумпф подается также чистая вода для поддержания в нем уровня циркулирующей воды, компенсируя ее расход на приготовление суспензии.

Типовой склад магнетита конструкции Южгипрошахта емкостью 1500 т. Склад оборудован краном с емкостью грейфера 2 т, воронкой на 30 м^3, сборником переливов емкостью 35 м^3, насосами.

Плотность свежеприготовленной суспензии должна быть на 15% выше плотности рабочей суспензии. Суспензию следует подавать в сборники кондиционной суспензии.

При требуемой плотности рабочей суспензии более 2000 кг/м^3 допускается снижение плотности свежеприготовленной суспензии до 1600-1800 кг/м^3 и подачи ее в сборники некондиционной суспензии для дальнейшей обработки в системе регенерации.

Для механизации разгрузочно-погрузочных работ может быть использовано серийное оборудование, характеристика которого приведена в табл. 2.1.

3. ОБОРУДОВАНИЕ, ПРИМЕНЯЕМОЕ ДЛЯ ОБОГАЩЕНИЯ УГЛЯ В ТЯЖЕЛЫХ СРЕДАХ

В данной главе приводится характеристика оборудования, применяемого для обогащения в тяжелых средах крупного и мелкого угля, а также для регенерации магнетитовой суспензии.

Характеристика оборудования для подготовительных и вспомогательных операций, а также для обработки шламовых вод, в данной работе не приводится. При выборе оборудования для этих операций следует пользоваться технической документацией заводов-изготовителей.

3.I. Сепараторы для обогащения крупного угля

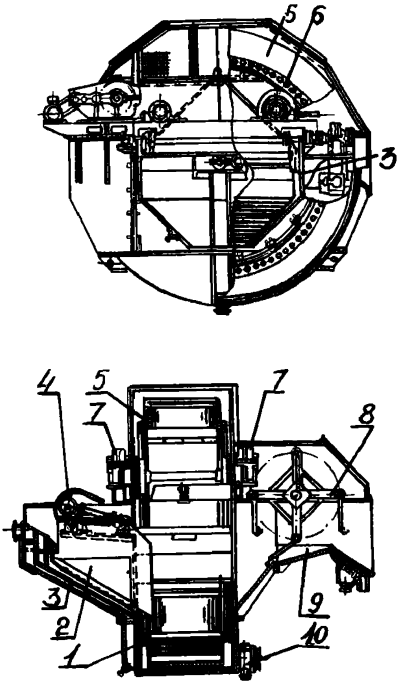
Для обогащения крупного угля в магнетитовой суспензии с 1970 года серийно выпускались сепараторы типа СКВ: СКВ-20 и СКВ-32.

Низкая эксплуатационная надежность и недостаточная производительность этих сепараторов привела к разработке новых модификаций сепараторов. Исследования, выполненные в ИОТТ и Гипромашуглеобогащении, позволили разработать конструкции сепараторов повышенной производительности. Хронологически были разработаны сначала сепаратор СКВП-32, затем сепаратор СКВП-20. Сепаратор СКВП-32 разработан двух модификаций - с длинной и короткой ваннами производительностью, соответственно, 500 т/ч и 380 т/ч для обогащения углей, антрацитов и сланцев (рис.3.I.). Сепараторы с короткой ванной отличаются от сепараторов с длинной ванной отсутствием качающегося лотка. Они предназначены для замены сепараторов СКВ-32.

Техническая характеристика сепараторов СКВП-32

	СКВП-32 с длинной ванной	СКВП-32 с короткой ванной
Ширина ванны, мм	3200	3200
Крупность исходного продукта, мм	I3-300	I3-300
Производительность по исходному продукту, т/ч, не более, при крупности:		
I3-300 мм	400	300
25-300 мм	500	380

Сепаратор СКВП-32 с длинной ванной



I - корпус, 2 - подвижный лоток, 3 - приемник, 4 - привод лотка; 5 - элеваторное колесо, 6 - опорные катки, 7 - приводы элеваторного колеса; 8 - гребковый механизм с приводом, 9 - концентратный желоб, I0 - выпускное устройство

Рис.3.I

Максимальная нагрузка от исходного материала, %:		
по всплывшему продукту	75	75
по потонувшему продукту	75	75
Мощность электродвигателей, кВт:		
приводов элеваторного колеса	II	II
привода гребкового механизма	2,2	2,2
привода лотка	4	-
Габаритные размеры, мм:		
длина	7500	6500
ширина	6500	6500
высота	6000	6000
Масса, кг, не более	36000	31000

Разработчики - Гипромашуглеобогащение и ИОТТ
Изготовитель - завод им.А.Я.Пархоменко
ПО "Гормашобогащение", г.Ворошиловград.

Сепаратор типа СКВП-32 изготавливается с 1986 г. серийно в двух исполнениях - левом и правом. Сепаратор снабжен централизованной системой смазки. Конструкция сепаратора защищена а.с. № 889730, 899129.

Сепаратор СКВП-20

Сепаратор СКВП-20 (рис.3.2) по сравнению с серийно выпускаемыми сепараторами СКВ-20 имеет повышенную производительность, более высокую эффективность разделения, меньшую удельную массу и улучшенные показатели надежности, а по сравнению с зарубежными аналогами - удлиненную разделительную ванну и расширенное элеваторное колесо, обеспечивающие повышение производительности и уменьшение потерь угля с отходами обогащения.

В зависимости от направления выгрузки отходов обогащения сепаратор изготавливается двух исполнений: левого и правого.

Серийное производство сепараторов начато с 1986 г.

Завод-изготовитель - завод им.А.Я.Пархоменко ПО "Гормашобогащение", г.Ворошиловград

Техническая характеристика сепаратора СКВП-20

Ширина ванны, мм	2000
Крупность исходного продукта, мм	13–300
Производительность по исходному продукту, т/ч, не более при крупности:	
13–300 мм	210
25–300 мм	270
Максимальная нагрузка от исходного материала, %:	
- по всплывшему продукту	75
- по потонувшему продукту	75
Мощность электродвигателей, кВт:	
привода элеваторного колеса	5,5
привода гребкового механизма	2,2
Габаритные размеры, мм:	
длина	4500
ширина	4700
высота	4100
Масса, кг, не более	15800

Конструкция сепаратора СКВП 20 защищена а.с. №№ 899129, 1810211, 689730.

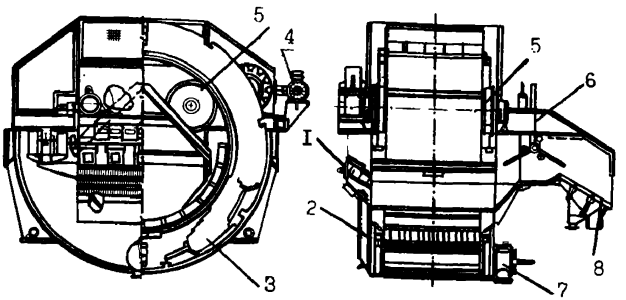
Выпускавшиеся ранее сепараторы СКВ производились двух типоразмеров: СКВ -20 и СКВ-32. Техническая характеристика сепараторов СКВ приведена в табл.3.1.

На базе сепаратора СКВ были разработаны сепараторы СКВС для обогащения сланца и СКВД для обогащения угля в одном сепараторе двумя машинными классами. Оба эти сепаратора были рекомендованы к производству по индивидуальным заказам. Распространения в промышленности они не получили.

На базе сепараторов СКВ были созданы также трехпродуктовые сепараторы СТТ-20 и СТТ-32. Сепараторы испытаны: СТТ-20 на ЦОФ "Краснолиманская", СТТ-32 на ЦОФ "Узловская".

Первый рекомендован к серийному производству, второй - к изготовлению по разовым заказам. В угольной промышленности работает только опытный образец сепаратора СТТ-32 на ЦОФ "Узловская",

Сепаратор СКВП-20



I-загрузочный желоб, 2-корпус(ванна),3-элеваторное колесо, 4-привод элеваторного колеса, 5-опорные катки,6-гребковый механизм,7-выпускное устройство,8-желоб для удаления концентрата.

Рис.3.2

а в Минчермете СССР на УОФ "Карметкомбината" работают 2 сепаратора СТТ 20. Технические характеристики сепараторов СТТ даны в табл.3.2.

Таблица 3.1.

Техническая характеристика сепараторов СКВ

Наименование показателей	СКВ-20	СКВ-32
Ширина ванны, мм	2000	3200
Крупность исходного продукта, мм	I3-300	I3-300
Максимальная производительность по исходному материалу, т/ч:		
при крупности I3-300 мм	I90	300
- " - 25-300 мм	240	380
Максимальная нагрузка от исходного материала, %		
по всплывшему продукту	75	75
по потонувшему продукту	75	75
Диаметр элеваторного колеса, мм	4000	5450
Электродвигатель элеваторного колеса:		
мощность, кВт	5,5	5,5х2
частота вращения, об/мин	I000	I000
Электродвигатель гребкового механизма:		
мощность, кВт	2,2	2,2
частота вращения, об/мин	I000	I000
Габаритные размеры (не более), мм:		
длина	4400	5500
ширина	4500	6000
высота	4200	5700
Масса (не более), кг	I6500	27500

Таблица 3.2

Техническая характеристика сепараторов СТТ

Наименование показателей	СТТ-20	СТТ-32
Ширина обогатительной ванны, м	2,0	3,2
Производительность по исходному материалу при крупности, т/ч:		
13-300 мм	190	300
25-300 мм	240	380
Максимальная нагрузка от исходного материала, %:		
по концентрату	75	75
по промпродукту	50	50
по отходам	75	75
Мощность электродвигателей, кВт	17,6	32,2
Габариты, мм:		
длина	7800	9800
ширина	4800	6000
высота	4500	5900
Масса (не более), кг	37000	60000

Использование трехпродуктовых сепараторов взамен двух последовательно установленных двухпродуктовых упрощает схемы обогащения труднообогатимых углей, где разделение должно проводиться на три продукта.

3.2. Оборудование для обогащения мелкого угля

Для обогащения мелкого угля используются двух- и трехпродуктовые гидроциклоны. Конструкции гидроциклонов разработаны Гипроманугленобогащением совместно с ИОТТ и УкрНИИуглеобогащением. Выпускаются тяжелосредные гидроциклоны экспериментальной базой УкрНИИуглеобогащение. Гидроциклоны изготавливаются в износостойком исполнении. Характеристики гидроциклонов даны в табл.3.3 и 3.4., а общие виды показаны на рис.3.3 и 3.4.

Таблица 3.3

Техническая характеристика двухпродуктовых тяжелосредных гидроциклонов

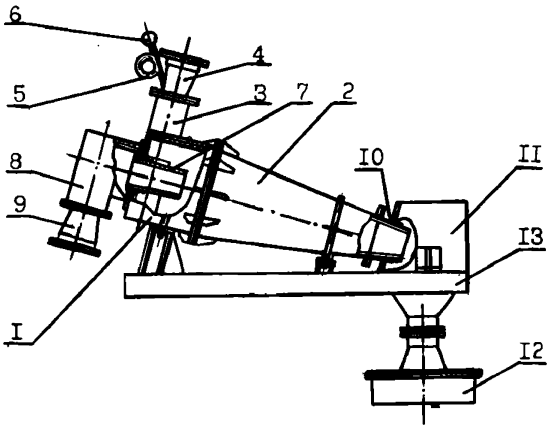
Наименование показателей	ГТ-500	ГТ-630	ГТ-710
Производительность, т/ч	50	80	100
Внутренний диаметр, мм	500	630	710
Угол конусности, град	20	20	20
Диаметр входного патрубка, мм	150х150	150х150	205х130
Диаметр верхнего разгрузочного патрубка, мм	220	240	270;320
Диаметр нижнего разгрузочного патрубка, мм	160, 180	130; 150; 180	130;150; 180
Пьезометрический напор питания на входе, м, не менее	4,5	6	6,5
Нагрузка по суспензии, $м^3/ч$	200	250	350
Масса, кг (не более)	1090	1150	2000
Габаритные размеры, мм, (не более)			
длина	2530	3170	3700
ширина	930	940	1200
высота	2800	2200	3500

Таблица 3.4.

Техническая характеристика трехпродуктовых тяжелосредных гидроциклонов

Наименование показателей	ГТ 630/500	ГТ 710/500	ГТ 710/500-I
Производительность:			
по углю, т/ч	80	100	до 100
по суспензии, $м^3/ч$	250	350	до 350
Крупность обогащаемого материала, мм	0,5(0,2)-25	0,5(0,2)-40	0,5-40
Внутренний диаметр, мм:			
первой секции	630	710	710
второй секции	500	500	500

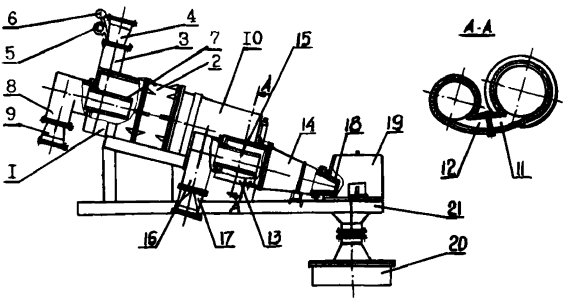
Гидроциклон двухпродуктовый



I-камера цилиндрическая загрузочная, 2-конический корпус, 3-питающий патрубок, 4,9-переходники, 5-отборник давления, 6-манометр, 7-сливной патрубок, 8-сливная камера, I0-нижняя насадка, II-приёмная камера, I2-распределительное устройство, I3-опорная рама.

Рис.3.3.

Гидроциклон тяжелосредный трёхпродуктовый



I,I3-загрузочные камеры, 2-цилиндрический корпус, 3-питающий патрубок, 4,9,II,I2,I7-переходные патрубки, 5-отборник давления, 6-манометр, 7,I5,I6-сливные патрубки, I0-разгрузочная камера, I4-корпус конический, I8-нижняя насадка, I9-приёмная камера, 20-распределительное устройство, 2I-рама.

Рис.3.4.

Продолжение табл. 3.4.

Наименование показателей	ГТ 630/500	ГТ 710/500	ГТ 710/500-I
Угол конусности конической части, град	20	20	20
Размеры, мм:			
входного патрубка	150x150	205x130	∅ 250
переходного патрубка	150x150	150x150	∅ 120
Диаметр патрубков, мм:			
сливного первой секции	240	270;320	240; 270; 320
сливного второй секции	200;220	220;240	180; 220; 240
нижней насадки	110;130; 150	110;120; 130	100; 130; 150
Пьезометрический напор питания на входе, м, не менее	6	6,5	6,5
Масса, кг (не более)	2050	3100	2850
Габаритные размеры, мм, (не более):			
длина	3580	4800	4350
ширина	1580	1800	1800
высота	3620	4000	2675

Способ обогащения угля в тяжелой суспензии с получением трех и более продуктов защищен авторским свидетельством № 194678.

Тяжелосредные гидроциклоны устанавливаются совместно с комплектом специального оборудования, изготовляемого как нестандартное.

Бак регулирующий БР-3 (рис.3.5) служит для распределения рабочей суспензии заданной плотности на два регулируемых потока. Он имеет прямоугольную форму и состоит из 5 камер. 3 камеры предназначены для приема рабочей суспензии, а 2 камеры - для распределения суспензии по 2 отделениям смесителя. Количество суспензии, направляемой в рабочую камеру смесителя, регулируется шибером, остальная суспензия через внутреннюю стенку камеры, высота которой регулируется съемными планками, поступает в напорное отделение смесителя.

Смесителя (рис.3.6, 3.7) (однокамерный или двухкамерный) для питания одного или двух гидроциклонов представляют собой сосуд, разделенный на два отделения: смесительное и напорное. Оба отделения объединены посредством камеры, в верхней части которой имеется загрузочный желоб с решеткой.

В смесителе предусмотрены два люка для осмотра. В верхней части размещен шибер для регулирования высоты напорного столба. В нижней части - заслонка с отверстием определенного диаметра для выпуска суспензии. Излишки суспензии поступают в смесительную камеру и далее в систему циркуляции суспензии.

Делитель суспензии Д-2 показан на рис.3.8.

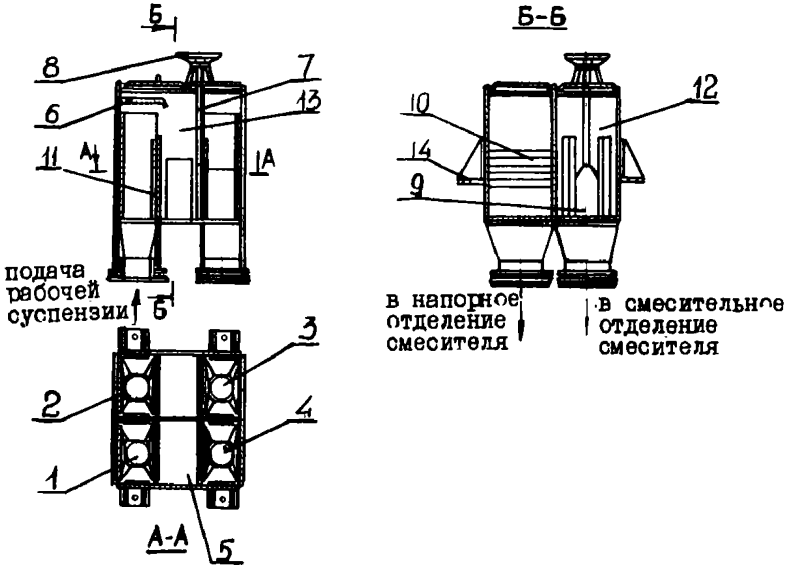
Сито дуговое (рис.3.9) состоит из приемной камеры, корпуса и фильтрующих решеток. Для осмотра камеры и чистки загрузочной щели имеется 2 съемных люка. Выпускается двух типоразмеров. В нижней части корпуса предусмотрены патрубки для присоединения датчика или делителя авторегулятора плотности суспензии.

Вместо дуговых сит может быть использован конический грохот типа ГК (рис.3.10). Он предназначен для предварительного обезвоживания пульпы мелкого угля и концентрата и классификации твердого по размеру 0,5 мм.

Техническая характеристика

	ГК-6	ГК-3	ГК-1,5
Крупность обезвоживаемого материала, мм	не более	35	
Ширина щели обезвоживающей поверхности, мм	0,8	0,8	0,8
Общая площадь обезвоживающей поверхности, м^2	6	3	1,5
Напор пульпы в загрузке, м	2,5	1,5	1,0
Производительность при соотношении Т:Ж = 1:3			
по пульпе, м^3/ч	600	300	200
по твердому, т/ч	200	100	75
Влажность обезвоженного продукта, %	не более	30	
Габаритные размеры, мм:			
длина	3600	3030	1800
ширина	3105	2565	1400
высота	1750	1460	1240
Масса, кг	3250	2380	1140

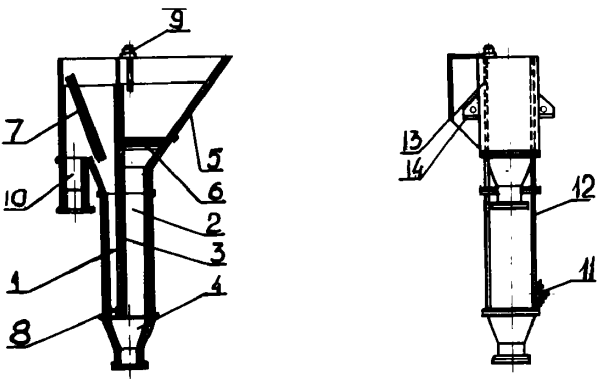
Бак регулирующий БР-3



I, 2 - камеры смесительные, 3, 4 - камеры напорные, 5 - камера промежуточная, 6 - гаситель, 7 - винт, 8 - маховик, 9 - шибер, I0 - планки съемные, II, I2, I3 - перегородки, I4 - опорная лапа.

Рис.3.5.

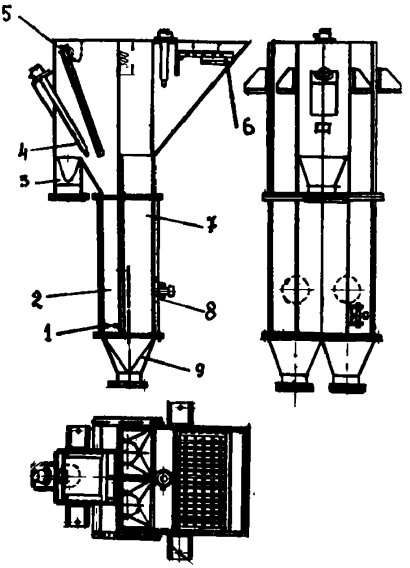
Смеситель однокамерный С-3



I - напорное отделение, 2 - смесительное отделение, 3 - перегородка, 4 - воронка общая, 5 - направляющая, 6 - решетка, 7 - шибер, 8 - заслонка, 9 - датчик уровня, I0 - отводной патрубок, II - люк, I2, I3 - съемные стенки, I4 - опорные лапы

Рис.3.6.

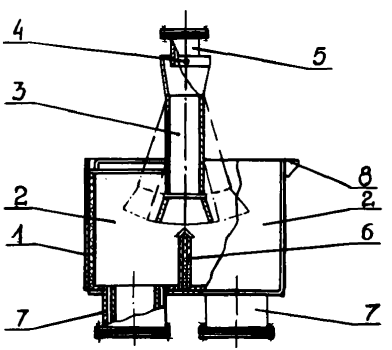
Смеситель двухкамерный С-4



I - заслонка для выпуска суспензии, 2 - напорное отделение, 3 - смесительная камера для излишков суспензии, 4 - датчики сигнализации, 5 - шибер регулировки напорного стояка, 6 - желоб с решеткой, 7 - смесительное отделение, 8 - люки для осмотра, 9 - камера, объединяющая отделения

Рис.3.7.

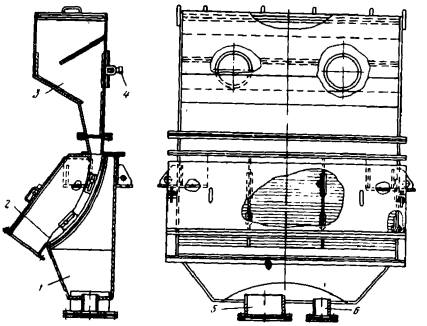
Делитель суспензии Д-2



I - корпус, 2 - отделения, 3 - раструб, 4 - ось, 5 - подводящий патрубок; 6 - перегородка, 7 - отводящий патрубок, 8 - площадка

Рис. 3.8.

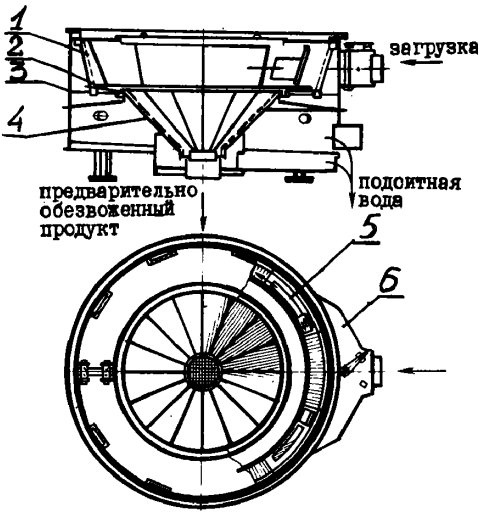
Сито дуговое



I - корпус, 2 - фильтрующие решетки, 3 - приемная камера,
4 - датчики сигнализации перелива, 5 - отводящий патрубок,
6 - дополнительный патрубок

Рис.3.9

Грохот конический ГК



I-обезвоживающая поверхность, 2-площадка, 3-корпус, 4-обезвоживающая поверхность, 5-шиберная заслонка, 6-загрузочное устройство.

Рис.3.I0

Конструкция грохота ГК защищена авторским свидтельством № 483I5I.

Разработчик - институт УкрНИИуглеобогащение.

3.3. Сепараторы для регенерации суспензии.

Для регенерации магнетитовой суспензии используются барабанные электромагнитные сепараторы типа ЭБМ, разработанные Гипромашуглеобогащением и серийно изготовляемые Ворошиловградским заводом им.А.Я.Пархоменко. Наибольшее распространение имеют в настоящее время сепараторы ЭБМ-80/I70 и ЭБМ-80/250, которые отличаются друг от друга только длиной барабана (I700 и 2500 мм).

С I98I года начали выпускаться более высокопроизводительные сепараторы ЭБМ-80/I70П и ЭБМ-90/250. Техническая характеристика всех сепараторов приводится в табл.3.5, а основные разрезы показаны на рис.3.II. Конструкция сепараторов ЭБМ 80/I70 и 80/250 ясна из схемы рис.3.I2.

Таблица 3.5.

Техническая характеристика сепараторов ЭБМ

Наименование показателей	ЭБМ 80/I70	ЭБМ 80/250	ЭБМ 80/I70П	ЭБМ 90/250
Диаметр рабочей части барабана, мм	800	800	800	900
Длина барабана, мм	I680	2490	I680	2490
Напряженность магнитного поля в рабочей зоне на поверхности барабана, кА/м	I30	I30	2I0	2I0
Установленная мощность привода барабана, кВт	3	4	3	4
Габариты, мм:				
длина	3000	3750	3090	3840
ширина	I995	I995	I995	I995
высота	2200	2200	2500	2500
Масса, кг (не более)	5030	7I40	6600	9200
Частота вращения барабана, об/мин	6,5;8,4; I0,8	6,5;8,4; I0,8	9,5	9,5
Мощность электромагнитной системы, кВт	7,25	I0,9	I5,7	23,5

Продолжение табл. 3.5.

Наименование показателей	ЭБМ 80/170	ЭБМ 80/250	ЭБМ 80/170П	ЭБМ 90/250
Производительность, $м^3/ч$, при содержании магнетита в твердой фазе питания, %:				
70-90	180	270	270	400
35-50	100-130	160-190	240	370
Рекомендуемое содержание магнетита в питании, $кг/м^3$				
при содержании магнетита в твердой фазе, %:				
70-90	180	180	180	180
35-50	130	130	130	130
Содержание магнетита в отходах регенерации, $кг/м^3$				
при содержании шлама в питании, $кг/м^3$:				
до 150	до 0,5	до 0,5	до 0,5	до 0,5
от 150 до 180	" 1,0	" 1,0	" 1,0	" 1,0
от 180 до 200	" 1,5	" 1,5	" 1,5	" 1,5
от 200 до 250	" 2,0	" 2,0	" 2,0	" 2,0
Плотность магнетитового концентрата, $кг/м^3$, при содержании шлама в питании до 150 г/л	2000-2300	2000-2300	2100-2300	2100-2300

3.4. Вспомогательное оборудование

Сборники суспензии и другое оборудование.

Сборники суспензии типа СБМ предназначены для приема, хранения и подачи магнетитовой суспензии различной плотности в систему циркуляции суспензии обогатительных фабрик и установок, оборудованных тяжелосредными сепараторами и гидроциклонами.

Сборники представляют собой резервуары цилиндро-конической формы и состоят из корпуса, приемного устройства, разгрузочного конуса и системы подвода сжатого воздуха. На внешней цилиндрической стенке корпуса с перепадом по высоте 265 мм расположены два патрубка аварийного перелива суспензии (рис. 3.13, 3.14).

Сепараторы для регенерации суспензии типа ЭВМ

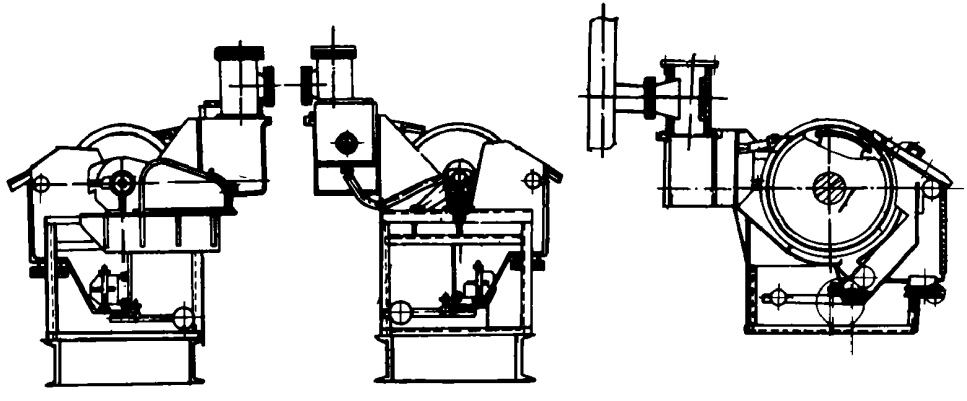


Рис.3.II

Сепараторы для регенерации суспензии типа ЭБМ

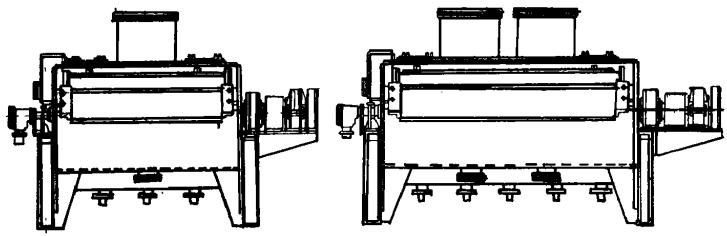
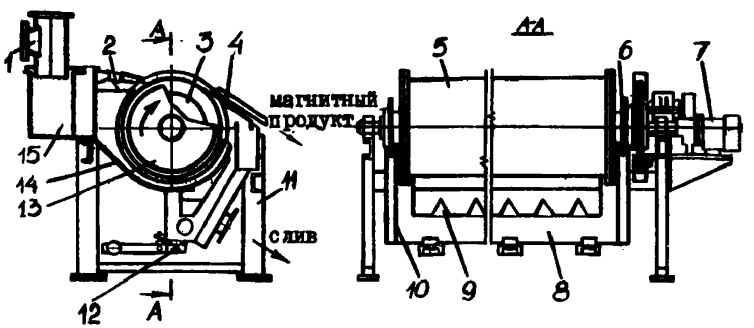


Рис.3.II.(продолжение)

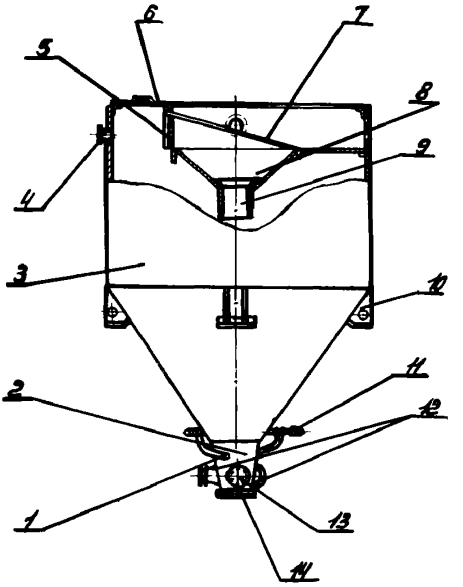
Схема сепараторов для регенерации суспензии
типа ЭБМ



I–приемник суспензии, 2–скребок отжимной, 3–катушка магнитная, 4–скребок счищающий, 5–барабан электромагнитный, 6–диск отбойный, 7–привод барабана, 8–ванна, 9–листы для сопротивления движению пульпы, I0 – щит уплотнительный, II–рама, I2–насадка хвостовая, I3 –полюса магнитные, I4–лоток направляющий, I5–приемная камера.

Рис.3.I2

Сборники суспензии типа СБМ



I - ниппель для подвода сжатого воздуха, 2 - разгрузочный конус, 3 - корпус, 4 - патрубки, 5 - перегородка, 6 - крышка, 7 - решетки, 8 - приемник, 9 - воронка, I0 - четыре опоры, II - система подачи сжатого воздуха, I2 - патрубки, I3 - крышки для насосов, I4 - крышки для чистки сборника.

Рис. 3.I3

Сборники суспензии типа СБМ (общий вид)

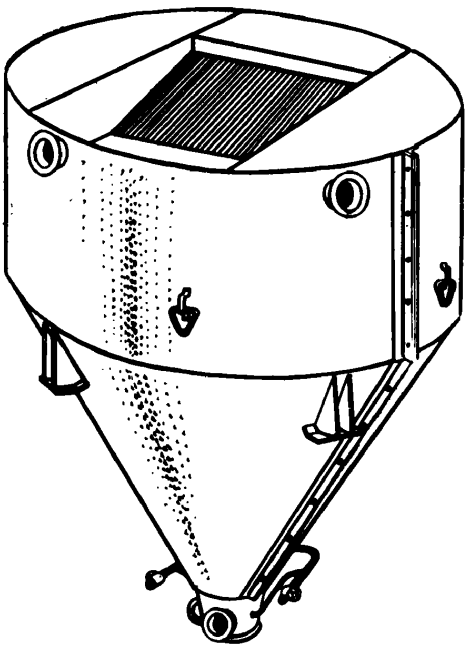


Рис. 3.14

Таблица 3.6.

Техническая характеристика сборников суспензии

Наименование показателей	СБ-15М	СБ-30М
Вместимость по суспензии, $м^3$, не менее	15	30
Внутренний диаметр, мм	2900	4500
Высота, мм, не более	4600	5070
Масса, кг, не более	3000	6000
Расход воздуха на перемешивание при давлении 0,6 мПа, $м^3/ч$, не более	100	200
Время подачи воздуха на разовое перемешивание суспензии, ч, не более	0,5	0,5
Удельная материалоемкость, $кг/м^3$, не более	200	200

Отличительные особенности и преимущества сборников СБМ перед ранее выпускавшимися СБ и СБН следующие:

- установка на подаче суспензии наклонных колосниковых решеток;

- повышенная долговечность элементов корпуса за счет ввода возвращаемой суспензии по оси сборника и футеровки патрубков вывода суспензии;

- использование сборников как в схемах регенерации, так и циркуляции суспензии;

- унифицированность конструкции.

В цепи аппаратов фабрики сборник кондиционной суспензии устанавливается не менее, чем на 260 мм выше сборника некондиционной суспензии. По габаритным размерам сборники типа СБМ идентичны сборникам типа СБ и СБН. Серийное производство сборников СБМ начато Ясиноватским машзаводом с 1986 г.

Конструкция сборников защищена авторским свидетельством № 1002005.

3.5. Брызгальные устройства.

Брызгало веерное (рис.3.I5) состоит из трубы, в которую вварены расходные патрубки с трапециевидными лопатками. Для очистки брызгал предусмотрены отверстия с пробками. Присоединение брызгал производится патрубком и торцевыми фланцами.

Напорные брызгала любой конструкции работают эффективнее безнапорных, но забиваются крупными частицами и щепой, находящимися в технической воде. Поэтому их рекомендуется использовать при наличии достаточно чистой оборотной воды.

Широкое применение получили ливневые брызгальные устройства.

Ливневые брызгальные устройства предназначены для распределения оборотной воды (даже с содержанием твердых частиц) по всей ширине потока продуктов обогащения на грохоте. Поступающая по подводящему трубопроводу вода (или слив электромагнитных сепараторов) наполняет желоб и переливается через порог одним сплошным потоком (рис.3.I6) или двумя сплошными потоками (рис.3.I7). Для эффективной отмывки утяжелителя от продуктов обогащения устанавливают на грохоте два - четыре ряда брызгальных устройств.

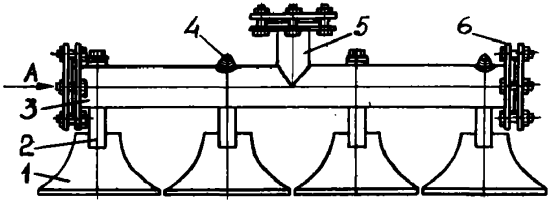
Для отмывки продуктов обогащения бурых углей от магнетита следует применять только напорные гидроциклонные брызгала, что позволит интенсифицировать процесс отмывки и снизить расход воды на фабриках.

Карагандинским научно-исследовательским и проектно-конструкторским институтом (КНИУИ) разработано и внедрено на ряде фабрик Караганды разбрызгивающее устройство УРЦ (а.с.№ 584899).

Устройство предназначено для отмывки магнетита и шлама от продуктов обогащения. Оно имеет простую конструкцию.Разбрызгивающее устройство работает следующим образом (см.рис.3.I8): техническая вода через тангенциальный ввод поступает в цилиндрическую камеру. Под действием центробежных сил вода отбрасывается к стенкам конической насадки и выходит через зазор, образованный насадкой и конусом.

Разбрызгивающие устройства выполнены из капрона, легки, удобны при монтаже и обслуживании. Они рассчитаны на ополаскивание и отмывку продуктов обогащения по всей ширине грохота, для чего собраны в комплект и расположены в шахматном порядке

Брызгало веерное



I - трапециевидные лопатки, 2 - расходные патрубки, 3- труба, 4 - отверстия с пробками для очистки, 5 - патрубок присоединения брызгал, 6 - фланцы торцевые.

Рис. 3.15.

Дивневое брызгальное устройство с одним переливным порогом

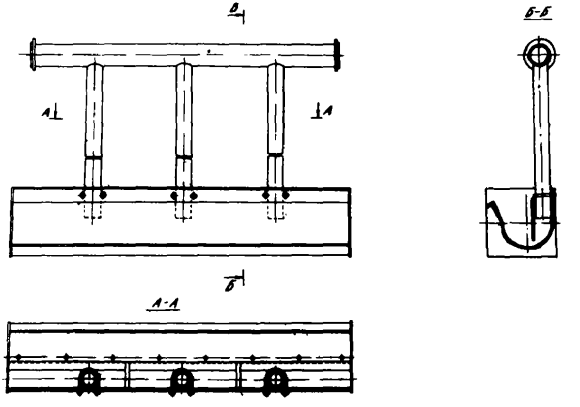
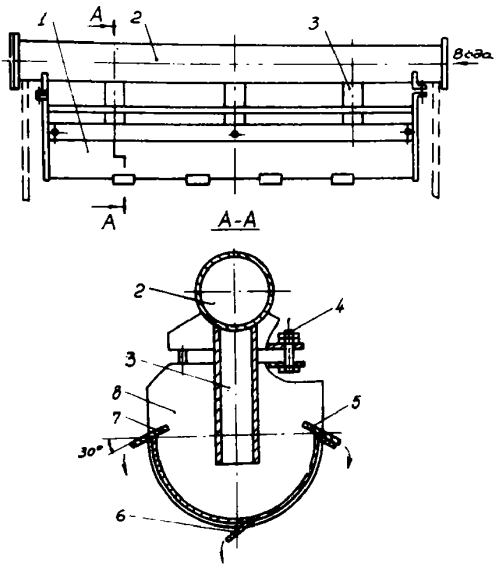


Рис. 3.16

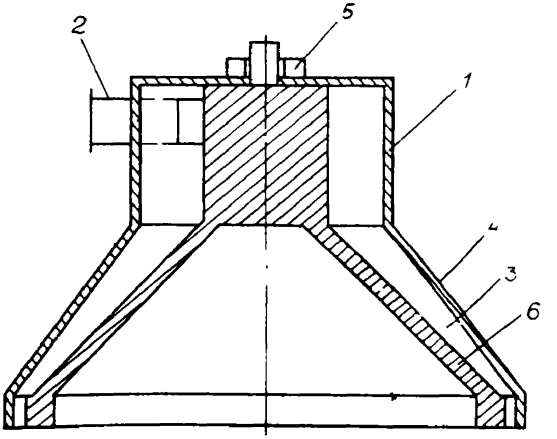
Ливневое брызгальное устройство с двумя переливными порогами.



I-желоб; 2-коллектор; 3-патрубки; 4-регулировочные болты; 5,7-переливные пороги; 6-отражатели; 8-боковины.

Рис. 3.I7

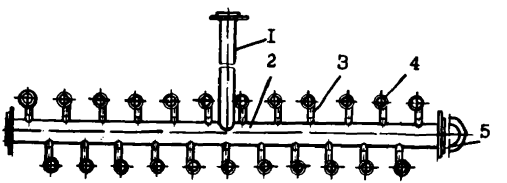
Разбрызгивающее устройство типа УРЦ.



I-цилиндрическая камера; 2-тангенциальный ввод; 3-коническая насадка; 4-конус; 5-винт; 6-направляющий элемент.

Рис.3.I8.

Комплект разбрызгивающих устройств типа УРЦ



I-питающий патрубок,2-коллектор,3-подводящий патрубок, 4-разбрызгивающее устройство,5-заглушка.

Рис.3.I9

по обе стороны от коллектора (рис.3.19). При этом, вода выходит сплошной струёй, равномерной по ширине, и распространяется на большую поверхность.

Техническая характеристика разбрызгивающих устройств типа УРЦ:

Производительность, $м^3/ч$	30-120
Напор воды, $кгс/см^2$	0,9-2,0
Размеры, мм:	
длина	2384
ширина	600
Масса, кг	51

Промышленными испытаниями, проведёнными на грохоте ГСЛ-62 ЦОФ "Сабурханская" (Караганда), в операции отмывки технической водой продуктов обогащения установлено, что при работе новых разбрызгивающих устройств при расходе воды до 68 $м^3/ч$ потери магнетита сокращаются на 200-300 г/т.

3.6. Насосы для перекачки суспензии.

Характеристика насосов из износостойких материалов для перекачки суспензий дана в табл.3.7, а ряда грунтовых насосов в табл.3.8.

В XII пятилетке будет внедряться унифицированный ряд насосов типа ГрА. Насосы типа ГрА предназначены для перекачивания гидросмесей плотностью до 2200 $кг/м^3$ с твёрдыми включениями до 30%, максимальной крупностью до 6 мм. Насосы изготавливаются (проточная часть) из износостойкого сплава ИЧХ28Н2. Насосы будут выпускаться Черемховским машзаводом. Насосы типа ГрА должны постепенно заменять все насосы типов Ш, ШН и С. Первые два типоразмера Гр-140/40/2,2 и ГрА-350/40/2,2 намечены к выпуску в 1987 г.

Таблица 3.7.

Суспензионные насосы, применяемые на углеобогатительных фабриках

Тип насоса	Подача, м3/ч	Напор, м	Частота вращения вала, об/мин	Электродвигатель: Тип	Электродвигатель: Мощность, кВт	Габаритные размеры агрегата, мм	Масса, кг: Насоса	Масса, кг: Агрегата	Завод-изготовитель
I	2	3	4	5	6	7	8	9	I0
5МШ	I50	33	I450	ВАО-82-4	50	2400х832х720	355	III5	Черемховский машзавод им.К.Маркса
8С8 x) (00.000-I)	360	42	985	МА36-6I-6	I60	2890х870хI225	I262	36I9	- " -
8С8 (00.000-2)	360	36	985	- " -	-"-	- " -	I252	- " -	- " -
8С-8 (00.000-3)	338	32	955	- " -	-"-	- " -	I245	- " -	- " -
I0С8	6I0	59	980	АII4-6М	320	3260хII25хI3I5	I823	3970	Серийно не выпускаются
ГрК I60/3I,5 (5ГрК-8)	I60	3I,5	1450	А02-8I-4	40	I832х737х770	404	830	Бобруйский машзавод им.В.И.Ленина
ГрК 400/40 (8ГрК-8)	400	40	985	А03-3I5М-6	I32	2870хI005хII90	905	2860	- " -

x) Насос выпускается с разным диаметром рабочего колеса, мм: 545, 5I0 и 480.

Таблица 3.8.

Техническая характеристика ряда грунтовых насосов

Тип	Подача, м³/час	Напор, м	Частота вращения вала, об/мин	Электродвигатель		Габаритные размеры, мм		Масса, кг	
				Тип	Мощность, кВт	Насоса	Агрегата	Насоса	Агрегата
ГрК 50/16	50	16	1450	А02-52-4	10	725х500х497	1308х500х535	172	344
ГрК 800/45	800	45	740	А3-12-42-8	250	1853х1470х1540	3320х1525х1830	3251	6348
ГрУ 800/40	800	40	740	А0-113-8	200	1805х1180х1190	3035х1230х1420	1955	4735
ГрУ1600/25	1600	25	740	А03-400М-8	250	1770х1260х1235	3320х1365х1460	1965	4780
ГрУ 2000/63	2000	63	585	АКН2-15-69--10	800	2650х1830х1870	н/д	6291	н/д
3ГМ-2М[x)]	1900	58	740	АКЗ-13-62-8	630	2060х1580х1525	3963х1760х1960	4330	9100

x) Завод-изготовитель – Черемховский машиностроительный завод им.К.Маркса, все остальные насосы изготавливаются Бобруйским машиностроительным заводом им.В.И.Ленина

4. ОСНОВНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ДЛЯ РАСЧЕТА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СХЕМ ОБОГАЩЕНИЯ УГЛЯ В МАГНЕТИТОВОЙ СУСПЕНЗИИ

Параметрические показатели технологии обогащения угля в магнетитовой суспензии сгруппированы по характеру технологических операций следующим образом:

- подготовка угля;
- обогащение крупного угля в сепараторах;
- обогащение мелкого угля в гидроциклонах;
- промывка и обезвоживание продуктов обогащения;
- регенерация магнетитовой суспензии;
- расчет показателей эффективности обогащения.

4.I. Подготовка угля

Подлежащий обогащению в магнетитовой суспензии уголь не должен содержать сверх установленной нормы частицы, крупность которых меньше нижней границы крупности машинного класса.

Особенно жестко ограничивается содержание частиц крупностью меньше I мм.

Это требование обосновано тем, что мелкие частицы содержащиеся в машинном классе, являются наиболее вероятным источником засорения продуктов обогащения, а шламовые частицы, кроме того, ухудшают реологические свойства суспензии.

При обогащении крупного угля содержание класса крупностью меньше I мм не должны составлять более 2%. При обогащении мелкого угля содержание класса меньше 0,5 мм не должно превышать 5%. Общее содержание частиц меньших, чем нижний предел крупности машинного класса, при расчетах для тяжелосредных сепараторов для каменных углей и антрацитов рекомендуется принимать:

Нижний предел машинного класса, мм	50	25	I3	I0	6
Допустимое содержание частиц крупностью менее нижнего предела машинного класса, %	I4	I0	8	7	4,5

Требуемое качество крупного машинного класса должно быть обеспечено выбором схем и оборудования для подготовки угля.

4.I.I. Классификация угля сухая и мокрая. Обесшламливание угля

Сухая классификация рекомендуется при нижнем пределе крупности машинного класса не менее 25 мм и влажности исходного угля не выше 7%.

При глубине обогащения 25 мм и влажности более 7%, а также при глубине обогащения I3 мм (независимо от влажности) - сухая классификация с последующим обесшламливанием крупного машинного класса. В отдельных случаях, при высокой влажности рядовых углей (более I2% для каменных углей и антрацитов и более 25% для бурых углей) и содержании глинистых частиц в породе более 50% - предусматривать только мокрую классификацию.

При глубине обогащения 6 мм и влажности менее 7% принимать сухую классификацию с последующим обесшламливанием крупного машинного класса.

При глубине обогащения 6 мм и 0,5(0) мм и влажности более 7%, а также при содержании в породе более 50% глинистых частиц предусматривать мокрую классификацию с последующим обесшламливанием подрешетного продукта.

Эффективность грохочения определяется по формулам:

$$E = \frac{100(\alpha-\beta)}{\alpha(100-\beta)} \cdot 100$$ для плетеных и штампованных сит, (4.I)

$$E = \frac{(\alpha-\beta)(c-\alpha)\cdot 100^2}{(c-\beta)(100-\alpha)\cdot\alpha}$$ для струнных сит (4.2)

где α - содержание подрешетного продукта в исходном питании грохотов, %;

β - допустимый остаток подрешетного продукта в данном машинном классе, %;

c - содержание подрешетного продукта в подрешетном продукте.

Необходимая площадь и количество грохотов при сухой и мокрой классификации для обеспечения заданной производительности рассчитываются по методикам ИОТТ*.

*) Методика определения производительности инерционных грохотов при грохочении каменных и бурых углей, антрацитов и сланцев. ИОТТ, Москва, I980.
Методика определения производительности инерционных грохотов при мокром грохочении каменных, бурых углей и антрацитов. ИОТТ, Москва, I987.

Показатели, требуемые для расчета (гранулометрический состав, влажность и насыпная масса исходного угля, характеристика грохотов и просеивающей поверхности и др.), принимаются по данным исследования сырьевой базы обогащения и по технической характеристике грохотов, представляемой заводами-изготовителями.

Примерные удельные нагрузки на грохота даны в табл.4.I, однако рекомендуется для расчета производительности грохотов пользоваться упомянутыми методиками.

Таблица 4.I.

Удельные нагрузки при сухом грохочении на инерционных грохотах, т/ч·м^2

Марки угля	Размеры отверстий сит, мм			
	6х6	I0xI0	I3xI3	25х25
Каменный	5,5	7,3	I3,3	I7,5
Антрацит	6,5	8,8	I4,3	2I,0

При мокром грохочении распределение материала и воды по ширине грохота должно быть равномерным.

Для мокрой классификации и обесшламливания крупного угля рекомендуется использовать оборотную воду с содержанием твердого до 50-60 г/л.

Для обесшламливания мелкого угля рекомендуется использовать техническую воду или чистую оборотную воду с содержанием твердого не выше 20-30 г/л.

Обесшламливание надрешетных продуктов следует производить на ситах с отверстиями 6 мм при обогащении в сепараторах и на ситах со щелью 0,75-I мм при обогащении в гидроциклонах.

Расход воды на мокрую классификацию исходного угля и обесшламливание крупного машинного класса рекомендуется принимать по данным табл. 4.2.

При мокрой классификации рекомендуется часть воды (~30%) подавать в приемный желоб грохота, остальную воду распределить в брызгальные устройства, установленные над ситом грохота.

После обесшламливания мелкого угля на дуговых ситах, грохотах или багер-зумпфах[x)] содержание класса - 0,5 мм в обесшламленном продукте должно быть следующим:

- при совместной регенерации суспензии и выведении на регенерацию до 15% объема рабочей суспензии - не более 5%;
- при раздельной регенерации суспензии и выведении на регенерацию 30-40% объема рабочей суспензии - не более 10%.

Таблица 4.2.

Нормы расхода воды на мокрую классификацию и обесшламливание

Размер отверстий сит, мм	Расход воды, $м^3/т$	
	Мокрая классификация исходного угля	Обесшламливание крупного машинного класса
25	0,8-1,0	0,5-0,8
13	1,2-1,4	0,8-1,0
10	1,4-1,6	1,0-1,4
6	1,6-1,8	1,4-1,6

При обесшламливании мелкого угля перед обогащением в гидроциклонах нагрузку на грохоты следует принимать в зависимости от верхнего предела крупности машинного класса:

- при 10 мм - 4,5 $т/м^2$;
- при 13 мм - 6,5 $т/м^2$;
- при 25 мм - 9 $т/м^2$;
- при 40 мм - 11 $т/м^2$.

4.2. Обогащение крупного угля

4.2.1. Крупность машинных классов

При обогащении крупного угля одним машинным классом нижний предел крупности может быть принят 25 или 13(10) мм. На обогатительных фабриках рекомендуется преимущественно применять нижний предел крупности 13(10) мм, на породовыборных установках в зависимости от условий классификации 25 или 13 мм.

Верхний предел крупности машинного класса рекомендуется, как правило, принимать не более 200 мм. В отдельных случаях при

---

x) элеваторных классификаторах

открытых разработках месторождений в зависимости от гранулометрического состава угля допускается повышение верхнего предела крупности до 300 мм.

Обогащение крупного угля двумя машинными классами рекомендуется применять в случае:

- когда из-за особенностей фракционного состава узкие классы крупности целесообразно обогащать по различной плотности разделения;
- когда количество каждого из узких классов достаточно для загрузки сепаратора.

При этом крупность машинных классов рекомендуется принимать: 13-25 (50) мм и более 25(50) мм.

4.2.2. Нагрузка на тяжелосредные сепараторы

Производительность сепараторов зависит от крупности обогащаемого угля и от ширины ванны. Определяющим показателем производительности сепараторов при содержании в исходном угле легкой фракции более 50% является производительность по всплывшему продукту. В расчетах для обоснования выбора типоразмера сепаратора рекомендуется пользоваться нормами удельной нагрузки в тоннах на I м ширины ванны. В зависимости от крупности материала удельная нагрузка имеет примерные значения, представленные в табл.4.3 и 4.4. Данные табл.4.3 и 4.4 получены на основании обработки фактических показателей работы тяжелосредных сепараторов типа СКВ и СКВП на углеобогатительных фабриках. Предельная нагрузка принята из расчета кратковременной перегрузки (до 0,5 часа) с коэффициентом I,25.

Для расчета полной производительности сепаратора по исходному углю цифру удельной нагрузки, выбранную для заданной крупности угля по табл.4.3, необходимо умножить на ширину ванны сепаратора в метрах и разделить на возможный выход всплывшего продукта (концентрата), взятый в долях единицы.

Если удельную производительность сепаратора по всплывшему продукту на метр ширины ванны обозначить через q т/ч, ширину ванны через В м и возможный выход всплывшего продукта через R %, то общая производительность сепаратора:

$$Q = \frac{q \cdot B}{R} 100, \text{ т/ч} \qquad (4.3)$$

Производительность сепаратора по потонувшему продукту определяется как разность общей производительности и производительности по всплывшему продукту.

В случае, если в угле содержится более 50% породы, необходимо проверить производительность элеваторного колеса сепаратора. Проверочный расчет производительности сепаратора по потонувшему продукту определяется транспортной способностью элеваторного колеса:

$$Q = 0.06\, V \cdot n \cdot z \cdot \varphi \cdot \gamma, \text{ т/ч}, \qquad (4.4)$$

где V - емкость одного ковша, $м^3$;
n - число оборотов элеваторного колеса в минуту;
z - число ковшей элеваторного колеса;
φ - 0,6 + 0,8 коэффициент наполнения ковшей;
γ - насыпная масса потонувшей фракции, $кг/м^3$.

Значения основных параметров для расчета производительности элеваторного колеса

Наименование параметров	Тип сепараторов			
	СКВ20	СКВП20	СКВ32	СКВП32
Емкость одного ковша, $м^3$	0,25	0,3	0,49	0,49
Частота вращения элеваторного колеса, об/мин	I,733	I,354	I,238	0,967
Число ковшей	8	8	8	9

4.2.3. Показатели технологии

Объем рабочей суспензии в резервуаре должен быть достаточным для заполнения ванны сепаратора до перелива, всех коммуникаций, включая циркуляционный насос, нагнетательных трубопроводов и труб на нисходящих линиях.

При этом в сборнике должен остаться некоторый запас суспензии, достаточный для восполнения технологических потерь за определенное время работы, например, за I или 2 смены.

Таблица 4.3

Нагрузка на 1 м ширины ванны сепаратора по всплывшему продукту (т/ч)

Крупность обогащаемого угля, мм	Тип сепаратора	
	СКВ20, СКВП20, СКВ32, СКВП32 с коротной ванной	СКВП 32 с длинной ванной
10-25	35	45
10-100	55	70
13-100	60	75
13-125	65	85
13-150	65	85
13-200	70	90
25-100	70	90
25-150	75	95
25-200	80	100

По истечении этого времени производится дозировка свежеприготовленной суспензии и полное возмещение потерянного объема.

Сборник для хранения рабочей суспензии должен вмещать весь объем с учетом указанного выше запаса.

Размеры емкостей сепараторов и резервуаров кондиционной суспензии приведены в табл.4.5.

Изготавливаемые Ясиноватским машиностроительным заводом типовые сборники СБ-15М (емкостью 15 $м^3$) пригодны для всех сепараторов, емкость ванны которых менее 10 $м^3$, а сборники СБ-30М (емкостью 30 $м^3$) - для сепараторов с емкостью ванны менее 20 $м^3$, для ванны сепаратора емкостью более 20 $м^3$ следует устанавливать сборник объемом 45 $м^3$, изготавливаемый на месте.

Циркуляция рабочей суспензии необходима для поддержания утяжелителя в суспензии, заполняющей ванну сепаратора, во взвешенном состоянии, поддержания постоянного уровня суспензии в ванне сепаратора, транспортирования всплывшего продукта вдоль ванны и разгрузки его через порог. Практикой установлено, что оптимальная высота свободного слива суспензии из ванны сепараторов типа СКВ и СКВП составляет 30-35 мм. На поверхности ванны образуется

Таблица 4.4

Расчетные нагрузки на колесные сепараторы по потонувшему продукту (т/ч при плотности суспензии кг/м³)

Крупность обогащаемого угля, мм	Тип сепаратора											
	СКВ20			СКВП20			СКВ32, СКВП32 с короткой ванной			СКВП32 с длинной ванной		
	до 1800	1800-2000	более 2000	до 1800	1800-2000	более 2000	до 1800	1800-2000	более 2000	до 1800	1800-2000	более 2000
10-25	135	145	150	145	155	165	190	200	205	210	220	225
10-100	150	160	165	160	170	175	205	220	230	225	240	255
13-100	150	160	165	160	170	175	205	220	230	225	240	255
13-125	155	165	170	165	175	180	205	230	235	235	250	260
13-150	155	165	170	165	175	180	215	230	235	235	250	260
13-200	155	165	170	165	175	180	215	230	235	235	250	260
25-100	155	165	170	165	175	180	225	240	250	245	265	275
25-150	165	175	180	165	175	190	235	255	260	260	270	285
25-200	170	185	190	180	195	200	250	270	285	275	295	310

Таблица 4.5.

Емкость сепараторов и резервуаров

Сепараторы		Резервуары	
ширина ванны, м	емкость ванны, $м^3$	диаметр, м	емкость, $м^3$
2,0	9,5	2,9	I5
3,2	I8	4,5	30
3,2 с длинной ванной	2I	-	45

плавный поток, движущийся со скоростью I,I-I,2 см/сек., при этом создаются наиболее благоприятные условия для разделения угля.

Расход суспензии на сливе сепаратора составляет 80-I00$м^3$/ч на I м ширины ванны в зависимости от крупности обогащаемого угля.

Для сепараторов с шириной ванны 2,0 и 3,2 м диаметр трубопроводов, подводящих к ним суспензию, принимается 200 мм.

Мощность насосных установок должна быть на 20-25% выше требуемого номинального расхода суспензии.

В тяжелосредные сепараторы типа СКВ и СКВП рабочая суспензия из сборника подается в одну точку, где она специальным устройством делится на два потока: около 2/3 общего расхода в карман для подачи восходящего потока суспензии в ванне и около I/3 общего расхода в горизонтальный ввод для транспортирующего потока.

В сепараторах типа СКВ и СКВП суспензия сливается через порог со всплывшим продуктом, часть ее (до 30-35%) уходит через дренажное сито предварительного сброса, остальная часть поступает на промывочно-обезвоживающий грохот.

Для возврата рабочей суспензии в цикл циркуляции под промывочно-обезвоживающими грохотами для концентрата устанавливаются ванны с двумя отсеками: на первой части грохота выделяется рабочая суспензия, на второй части производится ополаскивание продукта, а промывные воды направляются в цикл регенерации. Под промывочно-обезвоживающими грохотами для отходов

устанавливается ванна с одним отсеком и все подрешетные воды направляются в цикл регенерации.

4.3. Обогащение мелкого угля

4.3.I. Крупность машинных классов

Отечественный и зарубежный опыт обогащения мелкого угля в тяжелосредных гидроциклонах свидетельствует о принципиальной возможности эффективно обогащать в этих аппаратах уголь крупностью от 0,2 до 50 мм.

В зависимости от типоразмера применяемого гидроциклона верхняя граница крупности машинного класса устанавливается не более указанной в табл.4.6.

Таблица 4.6.

Верхняя граничная крупность машинного класса для тяжелосредных гидроциклонов

Диаметр цилиндрической части гидроциклона, мм	Предельная верхняя граничная крупность машинного класса, мм	Максимальное содержание класса, превышающего верхнюю граничную крупность, %	Предельный размер отдельных крупных кусков, мм
500	25	5	50
630	30	I0	50
7I0	40	5	60
750	50	5	80

Нижняя граница крупности машинного класса при обогащении в тяжелосредных гидроциклонах устанавливается, как правило, равной 0,5 мм. В зависимости от принятой схемы подготовительной классификации в машинном классе может содержаться до 20% шлама крупностью менее 0,5 мм.

При содержании шлама более 5% необходимо применять раздельную регенерацию разбавленной суспензии с последующим улавливанием, классификацией по граничному зерну около 0,2 мм и обезвоживанием обогащенных шламов. Это обеспечивает фактическую глубину обогащения до 0,2 мм.

При содержании шлама до 5% применение раздельной регенерации нецелесообразно;в этом случае фактическая глубина обога-

щения совпадает с граничной крупностью (размером ячеек сит) при отмывке магнетита от продуктов обогащения.

В конкретных условиях проектируемой или реконструируемой обогатительной установки целесообразность выбора того или иного машинного класса для обогащения в гидроциклонах определяется рядом факторов, основные из которых следующие:

- назначение продуктов обогащения (коксование, энергетика, сортовое топливо для коммунально-бытовых нужд и др.);

- характеристика обогащаемого рядового угля (исходная крупность, содержание сростков, категория обогатимости, содержание мелочи и шлама, наличие размокаемых пород);

- принятая технология (наличие других процессов обогащения - отсадка, обогащение в тяжелосредных сепараторах, флотация ;

- возможности водно-шламовой системы и системы регенерации суспензии (улавливание илов, обезвоживание крупнозернистого шлама, возможность устройства раздельной регенерации).

Выбор той или иной технологии определяется в конечном счете экономическими критериями. Вместе с тем, на основании сложившейся практики и результатов исследований могут быть рекомендованы определенные характеристики машинных классов - табл.4.7.

Таблица 4.7.

Рекомендуемые машинные классы для тяжелосредных гидроциклонов

Характеристика процесса обогащения	Рекомендуемый машинный класс	
	нижняя граничная крупность, мм[x)]	верхняя граничная крупность, мм
I	2	3
Обогащение дробленого рядового угля	0,5 (0,2)	по табл.4.6.
Обогащение отсевов при обогащении крупных классов в тяжелосредных сепараторах	0,5(0,5...I)	I3...25

Продолжение табл. 4.7.

I	2	3
Обогащение отсевов при обогащении крупных классов в отсадочных машинах (для углей трудной категории обогатимости)	0,5(0,5...I)	I3
Обогащение обеспыленных отсевов	2(2)	I3...25
Обогащение сортовых отсевов	6(6)	I3...25
Обогащение промпродукта отсадочных машин	0,5(0,5)	I3
Обогащение дробленого промпродукта отсадочных машин и промпродукта в смеси с крупнозернистым шламом	0,5(0,2)	I3
Обогащение дробленого промпродукта тяжелосредных сепараторов	0,5(0,2)	I3

*) В скобках указана достижимая фактическая глубина обогащения угля в тяжелосредных гидроциклонах

4.3.2. Нагрузка на тяжелосредные гидроциклоны

Нагрузка на гидроциклон определяется пропускной способностью аппарата и зависит от напора пульпы, диаметра гидроциклона, размеров выпускных патрубков.

Оптимальное значение напора пульпы, определяемого высотой установки смесителя (переливного порога напорного отделения смесителя), по данным многочисленных исследований и опыта эксплуатации гидроциклонов на отечественных углеобогатительных фабриках и за рубежом, равно 9-I0 диаметрам цилиндрической части гидроциклона.

Меньшие значения не позволяют создать устойчивого вращающегося потока пульпы в гидроциклоне, большие не увеличивают существенно эффективности разделения, но приводят к росту высоты гидроциклонной установки, удорожая ее.

В табл.4.8 приведены значения нагрузки на гидроциклон по углю и суспензии при нормальных значениях напора пульпы на вхо-

де и размерах выпускных стаканов и насадок, применяющихся в серийно изготавливаемых гидроциклонах.

Таблица 4.8.

Нагрузка на тяжелосредные гидроциклоны

Диаметр гидроциклона (двухпродуктового или первой ступени трехпродуктового), мм	Нагрузка по углю, т/ч		Расход суспензии, м3/ч	
	номинальная	максимальная при кратковременных перегрузках	номинальная	максимальный при наибольших насадках и стаканах
500	50	65	200	250
630	80	100	250	300
710	100	130	350	450
750*)	150	170	500	600

*) Разрабатываемый типоразмер гидроциклонов

Соотношение объемов тяжелой суспензии и обогащаемого угля в поступающей в гидроциклон пульпе (Ж:Т) не должно превышать 3:1-4:1. Меньшие значения - для каменных углей, большие для антрацитов. При превышении этих значений замедляется процесс разделения, что снижает его точность.

Важным условием эффективного разделения является относительное постоянство объемного расхода пульпы через гидроциклон

Для стабилизации этого параметра служит смеситель,в котором автоматически за счет двух сообщающихся в нижней части отделений - напорного и смесительного, постоянного перелива суспензии в смесительном отделении создается постоянный расход поступающей в гидроциклон пульпы независимо от подачи угля. При этом с увеличением подачи угля за счет увеличения расхода через перелив уменьшается подача суспензии и, наоборот, с уменьшением подачи угля расход суспензии через перелив уменьшается, что восстанавливает исходное значение общего расхода пульпы. В связи с этим, необходимо обеспечить подачу в смеситель такого количества суспензии, которое обеспечит постоянное наличие перелива в смесителе как при минимальной, так и при максимальной нагрузке по исходному углю.

Поэтому при выборе суспензионного насоса необходимо предусматривать его производительность на 15–20% выше номинальной по табл.4.8.

4.3.3. Показатели технологии

Основные параметры технологического процесса разделения в тяжелосредном гидроциклоне – плотность тяжелой среды и связанная с нею плотность разделения или при обогащении в трехпродуктовом гидроциклоне – плотность разделения в первой и второй секциях аппарата.

Ряд других параметров не контролируется в ходе эксплуатации гидроциклона, но необходим для технологических расчетов установки на стадии проектирования.

Плотность разделения в тяжелосредном гидроциклоне, как правило, отличается от плотности тяжелой среды.

В зависимости от гидродинамических характеристик потока (в первую очередь соотношения выходящих потоков суспензии, определяемого размерами патрубков для выпуска продуктов обогащения), плотности исходной суспензии, содержания в ней шлама, гранулометрического состава магнетита и обогащаемого угля, а также от других факторов плотность разделения (в двухпродуктовом гидроциклоне и в первой секции трехпродуктового) может быть выше или ниже плотности суспензии.

Кроме того, для узких классов крупности в составе машинного класса плотности разделения также разнятся, причем, если плотность разделения для общего машинного класса выше плотности суспензии, то для узких классов плотность разделения увеличивается с уменьшением крупности, и наоборот, если общая плотность разделения ниже плотности суспензии, то для более мелких классов плотность разделения уменьшается.

Ввиду большой сложности и многофакторности указанных зависимостей дать однозначные рекомендации по определению требуемой плотности рабочей суспензии по заданному значению плотности разделения не представляется возможным. Учитывая, что на практике разница плотностей разделения и плотности суспензии не превышает, как правило, 100 кг/м^3 (для классов крупностью более 3 мм), рекомендуется на стадии проектирования (при отсутствии подробной информации о параметрах разделения конкретного угля в конкретных условиях) принимать в первом приближении плотность разделения, равной плотности суспензии.

В условиях наладки и промышленной эксплуатации гидроциклонных установок указанная зависимость должна быть выявлена и учтена при составлении режимной карты технологического процесса.

Плотность разделения во второй секции трехпродуктового гидроциклона превышает плотность разделения в первой ступени на величину до 800 кг/м^3. Требуемое значение определяется характеристикой обогащаемого угля и заданным качеством продуктов обогащения. Определяющим фактором для этой величины является крупность утяжелителя суспензии-магнетита, содержание шлама в суспензии и размеры (диаметры) нижней насадки и сливных стаканов гидроциклона. Подбором диаметра насадки и стаканов можно изменять указанную разность на 100-200 кг/м^3, а подбором утяжелителя соответствующей крупности - на 500-800 кг/м^3.

Для ориентировочного расчета разности плотностей разделения во второй и первой секциях трехпродуктового гидроциклона $\Delta\rho$ кг/м^3 может быть использована эмпирическая зависимость:

$$\Delta\rho = 1622\ exp\ (-0{,}00845 \cdot S_o), \qquad (4.5)$$

где S_o - параметр, характеризующий степень сгущения суспензии в первой секции гидроциклона и зависящий от средневзвешенного размера частиц утяжелителя, содержания шлама в суспензии и ее плотности, а также от давления на входе в гидроциклон. Эта величина определяется по эмпирическим формулам:

- для магнетита марки "Т" (средневзвешенный размер зерна 10-15 мкм):

$$S_o = (0{,}625 - 0{,}0062\frac{1}{\rho})C_ш + 0{,}017\frac{1}{\rho}(\rho_т - 1000) \qquad (4.6)$$

- для магнетита марки "М" (средневзвешенный размер зерна 40-50 мкм):

$$S_o = (0{,}690 - 0{,}002\frac{1}{\rho})C_ш + 0{,}0052\frac{1}{\rho}(\rho_т - 1000) \qquad (4.7)$$

- для магнетита марки "К" (средневзвешенный размер зерна 100-120 мкм):

$$S_o = (0{,}625 - 0{,}0002\frac{1}{\rho})C_ш + 0{,}00055\frac{1}{\rho}(\rho_т - 1000) \qquad (4.8)$$

Где P - давление на входе в гидроциклон, МПа;

$C_ш$ - содержание шлама в суспензии, кг/м^3;

ρ_c - плотность суспензии, кг/м^3.

Модернизированная модификация трехпродуктового гидроциклона (ГТ 710/500-I) позволяет оперативно воздействовать на плотность разделения во второй секции гидроциклона для подстройки режима разделения до оптимального без остановки процесса и смены стаканов и насадки. Регулирование в относительно узких пределах ±50 кг/м^3 осуществляется подачей во вторую секцию через переходной патрубок дополнительной среды (суспензии повышенной плотности или оборотной воды) в количестве, необходимом для повышения или понижения плотности среды, поступающей во вторую секцию гидроциклона из первой. В качестве суспензии повышенной плотности может быть использована часть потока магнетитового концентрата регенерационных магнитных сепараторов, имеющего плотность 2000-2300 кг/м^3, а в качестве оборотной воды - часть слива тех же сепараторов. Дополнительная среда подается в переходной патрубок самотеком через делитель, регулирующий количество подаваемой суспензии или воды. Делитель устанавливается над переходным патрубком на высоте не менее 70% от значения напора пульпы на входе в первую секцию гидроциклона.

Для ориентировочного определения количества добавочной среды, необходимого для изменения плотности разделения на определенную величину $\pm \Delta$ в технологических расчетах можно пользоваться формулой:

$$\Delta = \frac{q}{1+q}(\rho_д - \rho_р), \qquad (4.9)$$

где $q = Q_д/Q_2$; $Q_д$ - подача добавочной среды, м^3/с, $\rho_д$ - ее плотность, кг/м^3; Q_2 - поступление магнетитовой суспензии во вторую секцию гидроциклона, м^3/с, $\rho_р$ - плотность разделения во второй секции гидроциклона без подачи добавочной среды, кг/м^3.

В тяжелосредных гидроциклонах, исходя из требуемого диапазона регулирования плотности разделения посредством подбора выпускных стаканов и насадок, рекомендуется предусматривать возможность изменения их относительных диаметров в следующих пределах.

Сливные стаканы:

- для двухпродуктового гидроциклона и первой секции трехпродуктового - 0,3-0,4 от диаметра цилиндрической части или первой секции;

– для второй секции трехпродуктового гидроциклона – 0,35–0,5 от диаметра цилиндрической части второй секции.

Насадки для выпуска отходов:

для двух- и трехпродуктового гидроциклонов – 0,2–0,3 от диаметра цилиндрической части двухпродуктового гидроциклона или второй секции трехпродуктового.

В указанных диапазонах изготавливается по 2–3 сменных стакана и насадок, которые входят в комплект поставки гидроциклона.

При технологических расчетах гидроциклонных установок количество суспензии, уходящей из аппарата с продуктами обогащения (% общего расхода), рекомендуется принимать следующим:

– в двухпродуктовых гидроциклонах:

с концентратом – 60–80%;
с отходами – 20–40%;

– в трехпродуктовых гидроциклонах:

с концентратом – 50–60%;
с промпродуктом 30–40%;
с отходами 10–30%.

Необходимый объем рабочей (кондиционной) суспензии, находящейся в циркуляции, обеспечивается использованием серийно выпускающихся сборников СБ15М (емкость 15 м^3), СБ 30М (емкость 30 м^3) или нестандартных сборников большей емкости из расчета не менее 15 м^3 на 100 т/ч производительности гидроциклонной установки.

4.4. Промывка и обезвоживание продуктов обогащения

Количество магнетита, отмываемого от продуктов обогащения на грохотах, и определение уноса магнетита с продуктами обогащения необходимо для расчета цикла регенерации.

Унос магнетита с продуктами обогащения пропорционален внешней влаге этих продуктов и концентрации магнетита в суспензии и приближенно может быть определен по табл.4.9 либо по расчетной формуле:

$$P_y = \frac{0{,}2\, P_к\, W_н}{100 - W_н}, \text{ кг/т} \qquad (4.10)$$

где $P_К$ - концентрация магнетита в суспензии, кг/м^3;

$W_н$ - внешняя влажность (унос воды) непромытого продукта, %.

Концентрация магнетита в суспензии должна определяться по материалам табл.I.3, а внешняя влажность по табл.4.9.

Унос магнетита с отходами для размокаемых пород при плотности суспензии I800-2000 кг/м^3 необходимо принимать на 20-25% выше, чем приведено в табл.4.9.

Таблица 4.9.

Унос магнетита с продуктами обогащения

Крупность, мм	Унос магнетита в кг/т при плотности суспензии в кг/м^3			Влажность (унос воды), %
	I500	I800	2000	
0,5-I3(I0)	60	I00	I50	48
0,5-25	80	I30	I80	45
I0-50	I2	20	30	II
I3-50	I0	I7	25	9
I3-I00	8	I3	20	7,5
I3-I50	7	I2	I8	7,0
25-I00	6,5	II	I7	6,5
25-I50	6	I0	I5	6,0
25-200(300)	5	8	I2	5,0
25-300 (бурый уголь)	I0	20	25	-

Для отмывки магнетита от продуктов обогащения с целью улавливания и возврата его в процесс применяется оборотная и чистая техническая вода. В качестве оборотной воды на установках для обогащения в магнетитовой суспензии используется слив магнитных сепараторов, который самотеком подводится к брызгальным устройствам.

Расход воды на отмывку магнетита от продуктов обогащения крупного угля колеблется в пределах от 0,7 до I,I м^3/т и зависит от крупности материала, плотности суспензии, нагрузки на грохот, равномерности распределения материала и воды по ширине грохота, содержания шлама в промывочной воде и др. причин.

При отмывке продуктов обогащения мелкого угля расход воды возрастает до I,7-2,5 $м^3/т$.

Основное количество воды на отмывку поступает из перелива электромагнитных сепараторов системы регенерации. Свежей или осветленной воды следует расходовать не более 0,2-0,3 $м^3/т$ концентрата.

Подачу свежей или осветленной воды в систему регенерации для поддержания уровня в сборниках некондиционной суспензии необходимо осуществлять только через брызгальные устройства, установленные на грохотах для отмывки магнетита.

Общий расход воды на отмывку магнетита от продуктов обогащения рекомендуется принимать в зависимости от крупности угля по данным табл.4.I0.

Для отделения суспензии на грохотах рекомендуется устанавливать щелевидные сита с размером щели:

для мелкого угля - 0,75 - I,0 мм

для крупного угля - I,0-I,5 мм

или применять тканую сетку типа "Волна", имеющую отверстия 0,7xI,4 мм. Меньшие из указанных величин принимать для концентрата и промпродукта, большие - для отходов. Длина грохота на участке отделения суспензии должна быть не менее I,5 м, на участке отмывки магнетита от продуктов обогащения- 2 м, на участке обезвоживания после отмывки - I,5-2 м.

Для отделения суспензии и обезвоживания продуктов обогащения с их отмывкой, как при любом мокром способе обогащения, рекомендуется применять двухситные грохота с размером отверстий верхнего разгрузочного сита 6, I0, 25 мм.

Расчет нагрузки на грохота рекомендуется вести, исходя из удельной нагрузки по обезвоживаемым продуктам на I м ширины грохота при его длине 5-6 м.

На основании практических данных установлена допустимая нагрузка на I м ширины грохота, которая является функцией крупности обезвоживаемого продукта и находится обычно в пределах, указанных в табл.4.II.

При обезвоживании отходов из сильно размокаемых пород нагрузку необходимо уменьшать на I0-I5%.

Влажность продуктов обогащения после обезвоживающих грохотов принимать: для концентрата крупных классов - 6-9%, мелких - I0-I2%, шлама 22-28%, для отходов - крупных классов 5-6%, мелких - I2-I4%.

Таблица 4.10

Нормы расхода воды на отмывку магнетита от продуктов обогащения на грохотах

Крупность, мм	Расход воды, $м^3/т$
0,5-10	2,5
0,5-13	2,0
0,5-25	1,7
10-50	1,1
13-50	1,1
13-100	1,0
13-150	0,9
25-150	0,8
25-200(300)	0,7
25-300(бурый уголь)	1,2

Таблица 4.11

Допустимые нагрузки продуктов обогащения на обезвоживающие грохота

Крупность, мм	Нагрузка, т/ч на 1 м ширины грохота		Примечание
	концентрата	отходов	
0,5-10	до 18	до 22	При плотности рабочей суспензии 1800кг/$м^3$ и выше нагрузка должна быть снижена в 1,5 раза
0,5-13	" 20	" 25	
0,5-25	" 22	" 27	
10-50	до 40	до 50	
13-50	" 40	" 50	
13-100	" 45	" 55	
13-150	" 50	" 63	
25-100	" 55	" 65	
25-200	" 60	" 75	
25-300	" 70	" 85	

Перед грохотами, обезвоживающими концентрат и промпродукт гидроциклонов, необходимо устанавливать дуговые сита для частичного отделения суспензии.

Шламообразование при обогащении в тяжелых суспензиях незначительно. Величина засорения шламом продуктов обогащения приведена по опыту эксплуатации тяжелосредных установок в табл.4.I2.

Таблица 4.I2

Засорение шламом продуктов обогащения

Источник засорения	Содержание шлама, %	
	крупный уголь	мелкий уголь
От неполноты классификации	I,5-2,0	3,0-5,0
От истирания в сепараторах, гидроциклонах и обезвоживающих грохотах	0,5-I,0	I,0-2,0
Всего:	2,0-3,0	4,0-7,0
Остаток шлама в продуктах обогащения после промывочно-обезвоживающих грохотов	I,0-I,5	2,0-2,5

4.5. Регенерация магнетитовой суспензии

4.5.I. Основные технологические задачи регенерации.

Основные задачи цикла регенерации суспензии:

- улавливание магнетита из промывных и дренажных вод для его повторного использования в процессе обогащения;

- выведение из рабочей суспензии шлама, поступающего из обогащаемого угля.

Выбор схемы регенерации определяется особенностями технологии обогащения, главным образом, крупностью машинного класса и размокаемостью обогащаемого угля и сопутствующих пород.

Регенерацию разбавленной магнетитовой суспензии производят на электромагнитных сепараторах, как правило, в две стадии, как при обогащении мелкого, так и крупного угля.

Двухстадиальная регенерация обеспечивает извлечение магнетита до 99,9%.

Применение схемы регенерации в одну стадию возможно только при обогащении крупного угля с установкой резервного электромагнитного сепаратора.

Полное использование слива электромагнитных сепараторов для отмывки магнетита от продуктов обогащения является обязательным.

Сброс отходов регенерации на осветление допускается с минимальным содержанием магнетита (0,5-1кг/м^3) и в таком объеме, чтобы стабилизировать оптимальную концентрацию шлама в рабочей суспензии.

Количество рабочей суспензии, отводимой на регенерацию, зависит от содержания шлама в рабочей суспензии, содержания твердого в оборотной воде, других факторов и может быть рассчитано по формуле:

$$Q_p = \frac{S_1 + S_2}{S_0 - S_{MK}\frac{\rho_c - 1}{\rho_p - 1}} - Q_y, \qquad (4.11)$$

где Q_p - количество суспензии, дополнительно отводимой в систему регенерации, м^3/ч;

S_1 - количество шлама, поступающее в рабочую суспензию с обогащенным углем, т/ч:

$$S_1 = K_1 \cdot G, \qquad (4.12)$$

где K_1 - содержание шлама в обесшламленном угле, %;

G - производительность по обогащаемому материалу, т/ч;

S_2 - количество шлама, образующегося в процессе обогащения за счет истирания, т/ч:

$$S_2 = K_2 \cdot G, \qquad (4.13)$$

где K_1 = 0,01-0,02 при самотечной подаче материала;

K_2 = 0,03-0,04 при насосном питании гидроциклонов-сепараторов;

S_0 - суммарное количество шлама, поступающее в рабочую суспензию, т/ч:

$$S_0 = S_1 + S_2 + Q_{MK} \cdot S_{MK} \qquad (4.14)$$

где $S_{мк}$ - содержание шлама в магнетитовом концентрате, т/м^3;
ρ_c - плотность рабочей суспензии, т/м^3;
$\rho_р$ - плотность суспензии, отводимой на регенерацию, т/м^3;
$Q_у$ - унос суспензии с продуктами обогащения, м^3/ч;
$Q_{мк}$ - количество магнетитового концентрата, м^3/ч.

$$Q_{мк} \cong (0{,}15 \div 0{,}20)G \qquad (4.15)$$

В ориентировочных расчетах и при регулировке промышленных тяжелосредных установок рекомендуются следующие нормы отвода рабочей суспензии на регенерацию (при содержании шлама в угле до 2%).

при плотности до 1500 кг/м^3 - 10%
- " - до 1800 кг/м^3 - 20%
- " - 1900 кг/м^3 и более - до 30%,

При обогащении бурых углей:

при плотности 1700 кг/м^3 - до 30%
- " - 2100 кг/м^3 - до 50%

При увеличении содержания шлама в исходном угле до 3,5% вывод рабочей суспензии на регенерацию следует увеличить в 1,5 раза.

В схемах с раздельной регенерацией промывных вод, количество рабочей суспензии, отводимой на регенерацию, должно составлять 40%, независимо от плотности суспензии.

4.5.2. Расчет количества и состава разбавленной суспензии

Разбавленная суспензия состоит из:
- подрешетных вод обезвоживающих грохотов,
- части рабочей суспензии, выводимой на регенерацию.

Количество разбавленной суспензии и содержание в ней шлама и магнетита может быть рассчитано на основании изложенных выше параметров технологии. Необходимые для расчета параметры представлены, как правило, в таблицах, показывающих их значение в зависимости от крупности обогащаемого материала, нагрузки на сепараторы или гидроциклоны и плотности разделения.

Для расчета количества разбавленной суспензии, подвергаемой регенерации, при размокаемой породе в исходных углях, следу-

ет учитывать свежеприготовленную суспензию, подаваемую в сборники некондиционной суспензии, а затем на электромагнитные сепараторы.

Примерный расчет количества разбавленной суспензии и содержания в ней твердого остатка и магнетита для случаев обогащения 200 т/ч класса I3-I50 мм и I00 т/ч класса 0,5-I0 мм в суспензии плотностью I500 кг/м^3 представлен в табл.4.I3.

Таблица 4.I3

Расчетные показатели при обогащении крупного и мелкого угля в тяжелых суспензиях

Наименование показателей	Крупность обогащаемого угля, мм	
	I3-I50	0,5-I0
I	2	3
Расход воды на отмывку, м^3/ч (табл.4.I0)	0,8	2,0
Количество подрешетной воды, поступающей на регенерацию, м^3/ч	0,8x200=I60	2,0xI00=200
Содержание шлама в промывной воде (сливе магнитных сепараторов с добавкой свежей воды), кг/м^3	60	60
Количество суспензии в цикле обогащения, м^3/ч	I80	360
Норма вывода суспензии на регенерацию, % (раздел 4.5)	I0	I0
Количество суспензии, отводимой на регенерацию, м^3/ч	I80x0,I=I8	360x0,I=36
Содержание твердого в рабочей суспензии, отводимой на регенерацию, кг/м^3	825	825
в том числе магнетита, кг/м^3	505	505
Суммарное количество промывных вод и суспензии, м^3/ч	I60+I8=I78	200+36=236
Содержание в ней циркулирующего твердого, кг/м^3 (по балансу),	I37	I77
в том числе магнетита, кг/м^3	5I	77
Количество магнетита, уносимого из продуктов обогащения с промывной водой, кг/т, м^3/ч, кг/ч (табл.4.9)	7 0,25 I400	80 I,75 8000

Продолжение табл.4.I3

I	2	3
То же на единицу объема разбавленной суспензии, кг/м^3	8	34
Количество шлама, выделяющееся из продуктов обогащения, %	I,5	4,5
м^3/ч, кг/ч (табл.4.I2)	2,0 3000	3,0 4500
То же на единицу объема разбавленной суспензии, кг/м^3	I7	I9
Общее количество разбавленной суспензии, м^3/ч	I78+2=I80	236+3=239
Общее содержание твердого в разбавленной суспензии, кг/м^3 (по балансу),	I67	227
в том числе магнетита, кг/м^3	59	III

При расчете продуктов регенерации рекомендуется принимать:

- состав магнетитового концентрата:

плотность 2050-2I50 кг/м^3;

содержание магнитных фракций 90-95%;

- состав отходов регенерации в зависимости от содержания шлама в разбавленной суспензии (табл.3.5):

содержание магнетита 0,5-2,0 кг/м^3;

общее содержание твердого в отходах - до I50 кг/м^3;

- состав слива магнитных сепараторов:

содержание твердого - 90-I20 кг/м^3;

в т.ч. магнетита - 0,3-I,0 кг/м^3.

При расчете необходимо соблюдать баланс между количеством шлама, поступающего в суспензию из обогащаемого угля (табл.4.I2) и количеством шлама, выделяемого с отходами регенерации.

Примерный расчет продуктов регенерации разбавленной суспензии для условий обогащения угля класса 0,5-I3 мм (см. табл. 4.I3) дается в табл.4.I4.

Таблица 4.I4

Расчет состава продуктов регенерации

Наименование продуктов	Количество суспензии, $м^3/ч$	Содержание твердого, $кг/м^3$	Количество твердого, кг/ч		
			всего	шлама	магнетита
Исходная разбавленная суспензия (табл.4.I3)	239	227	54253	27724	26529
Магнетитовый концентрат	I9	I460	27740	I336	26404
Слив	I90	II6	2I983	2I888	95
Отходы	30	2	4530	4500	30

При расчете в соответствии с изложенным выше нормами принято:

- содержание твердого в отходах – I50 $кг/м^3$;
- содержание магнетита в отходах – I,0 $кг/м^3$;
- содержание магнетита в сливе – 0,5 $кг/м^3$;
- содержание шлама в магнетитовом концентрате – 5% по массе.

При расчете отходов регенерации необходимо знать количество и пропускную способность сменных насадок электромагнитных сепараторов (табл.4.I5).

Таблица 4.I5.

Производительность электромагнитных сепараторов по отходам в зависимости от диаметра сменных насадок

Диаметр насадки, мм	Производительность одной насадки, $м^3/ч$	Производительность по отходам, $м^3/ч$	
		для трех насадок сепаратора ЭБМ 80/I70П	для пяти насадок сепаратора ЭБМ 90/250
25	5	I5	25
30	7,3	22	37
35	I0	30	50
40	I3,3	40	66

Производительность сепаратора по отходам может быть уменьшена путем установки резиновых заглушек вместо насадок, не более одной на сепараторе ЭБМ 80/170П и не более двух на сепараторе ЭБМ 90/250.

4.6. Эффективность обогащения угля в магнетитовой суспензии

В качестве основного показателя, характеризующего эффективность работы тяжелосредных обогатительных машин и аппаратов, рекомендуется использовать среднее вероятное отклонение Ер

Этот показатель для тяжелосредных сепараторов и гидроциклонов по данным исследований зависит от таких параметров как крупность машинного класса, плотность суспензии, содержание в ней шлама. Эффективность обогащения практически не зависит от фракционного состава угля.

УкрНИИУглеобогащением на основании большого экспериментального материала по обогащению углей в тяжелосредных сепараторах и гидроциклонах предложены эмпирические зависимости величины Ер от определяющих параметров.

Для тяжелосредных сепараторов:

$$E_{pm} = \frac{C_ш}{\sqrt{d}} \cdot \frac{\rho_c}{1000} + 10 \quad кг/м^3 \qquad (4.16)$$

Для тяжелосредных двухпродуктовых гидроциклонов и первой секции трехпродуктовых гидроциклонов:

$$E_{pm} = \frac{43}{\bar{d}} \cdot \frac{\rho_c}{1000} + 27 \qquad кг/м^3 \qquad (4.17.)$$

Для второй секции трехпродуктовых гидроциклонов:

$$E_{pm} = \frac{150}{\bar{d}^{1,5}} + 44 \qquad кг/м^3 \qquad (4.18)$$

Здесь: $C_ш$ - содержание шлама в рабочей суспензии, кг/м^3;

ρ_c - плотность рабочей суспензии, кг/м^3;

$\bar{d} = \sqrt{d_{min} \cdot d_{max}}$, где d_{min} и d_{max} соответственно минимальный и максимальный размер зерна обогащаемого машинного класса или узкого класса в составе машинного, мм.

Формула (4.16) справедлива при содержании шлама $C_ш$ = = 80–150 кг/м^3 и плотности суспензии ρ_c = 1400–2000 кг/м^3,

формулы (4.I7) и (4.I8) - при $C_{ш}$ = I50-250 кг/м^3 и ρ_c = I300-I800 кг/м^3.

В промышленных условиях для оценки эффективности процесса и контроля режима работы обогатительных устройств рекомендуется использовать показатели засорения продуктов обогащения посторонними фракциями, т.е. фракциями больше и меньше плотности разделения.

Контрольная плотность при обогащении коксующихся углей рекомендуется для концентрата I400 кг/м^3, для промпродукта - I400 и I800 кг/м^3, для энергетических углей - I800 кг/м^3, антрацитов - I900 кг/м^3.

Показатели засорения в каждом конкретном случае могут быть определены из расчета ожидаемых показателей обогащения и уточняются при отработке технологических режимов, после чего они включаются в режимную карту для каждого тяжелосредного устройства. Засорение продуктов обогащения отражает не только эффективность работы обогатительного устройства, но и в большей степени зависит от характеристики обогатимости угля и плотности разделения.

Обогатимость угля устанавливается с помощью фракционного анализа, а плотность разделения (также как и фактический показатель Ep_m) по кривым разделения, построенным по результатам фракционного анализа продуктов обогащения при отработке технологических режимов.

Показатель засорения является средством контроля режима обог щения, установленного для данного угля и обогатительного устройства, однако он неприемлем для оценки возможностей самого устройства (для этого служит показатель Ep_m) и для сравнения работы обогатительных машин и аппаратов в различных условиях.

ВНТПЗ-86 для расчета показателя эффективности Ep_m рекомендует следующие формулы:

- для тяжелосредных сепараторов при обогащении угля крупнее 25 мм:

$$Ep_m = 0{,}0I\rho_p + 20, \text{ кг/м}^3 \qquad (4.I9)$$

- при обогащении угля крупнее I3 мм:

$$Ep_m = 0{,}0I5\rho_p + 20, \quad \text{кг/м}^3 \qquad (4.20)$$

где ρ_ρ - намечаемая плотность разделения, кг/м^3.

При содержании в угле глинистых примесей:

- для угля крупнее 25 мм:

$$E_{pm} = 0{,}015\rho_\rho + 20, \text{ кг/м}^3 \quad (4.21)$$

- для угля крупнее 13 мм:

$$E_{pm} = 0{,}02\rho_\rho + 20, \text{ кг/м}^3 \quad (4.22)$$

В случае обогащения бурых углей крупностью 25–300 мм в тяжелых средах, показатель эффективности следует определять по формулам:

$$E_{pm} = 0{,}01\rho_\rho + 60, \text{ кг/м}^3, \text{ при } \rho_\rho = 1700 \text{ кг/м}^3 \quad (4.23)$$

$$E_{pm} = 0{,}01\rho_\rho + 90, \text{ кг/м}^3, \text{ при } \rho_\rho = 2000 \text{ кг/м}^3 \quad (4.24)$$

Для тяжелосредных гидроциклонов:

двухпродуктовых

$$E_{pm} = 0{,}03\rho_\rho - 15, \text{ кг/м}^3; \quad (4.25)$$

трехпродуктовых (первая секция)

$$E_{pm} = 0{,}04\rho_\rho - 10, \text{ кг/м}^3$$

трехпродуктовых (вторая секция)

$$E_{pm} = 0{,}045\rho_\rho - 15, \text{ кг/м}^3$$

5. АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ОБОГАЩЕНИЯ УГЛЯ В МАГНЕТИТОВОЙ СУСПЕНЗИИ

Обогащение угля в магнетитовой суспензии является сложным многофакторным процессом, результаты которого определяются характеристиками разделительной среды, обогащаемого материала и самого обогатительного аппарата. Большинство влияющих факторов являются случайными функциями времени. Без автоматизации процесса получить удовлетворительные результаты обогащения угля в магнетитовой суспензии невозможно.

В СССР в настоящее время практически все тяжелосредные установки оснащены или оснащаются комплексами аппаратуры РУТА, имеющими более широкие по сравнению с известной аппаратурой функциональные возможности, однако обеспечивающими управление процессом также по косвенным параметрам.

5.I. Комплекс аппаратуры автоматизации тяжелосредных установок РУТА.

Комплекс аппаратуры автоматизации тяжелосредных установок РУТА предназначен для автоматизации процессов обогащения угля в тяжелых средах (сепараторах и гидроциклонах). Комплекс аппаратуры РУТА рассчитан для работы на тяжелосредных обогатительных установках в угольной промышленности, а также может применяться для аналогичных целей в металлургической промышленности. Комплекс разработан Ворошиловградским филиалом института Гипроуглеавтоматизация.

Комплекс аппаратуры РУТА обеспечивает автоматизацию как одной, так и нескольких тяжелосредных установок, выдающих общий продукт, с применением регулирующего бака рабочей суспензии. Может быть использован в полном составе или по частям на всех действующих и проектируемых тяжелосредных установках. Комплект поставки аппаратуры оговаривается заказом. Варианты исполнения комплекса приведены в табл.5.I.

Варианты исполнения комплекса РУТА

Табл.5.I

Наименование составных частей	Шифр заказа и код по ОКП									
	РУТА I0-0000	3I 4871-0682	РУТА I2-0000	3I 4871 0683	РУТА I2-3040	3I 4871 0681	РУТА I2-3340	3I 4871 0684	РУТА I0-3340	3I 4871 0685
Пульт регулирования плотности суспензии	I		I		I		I		I	
Устройство контроля плотности суспензии	I		I		I		I		I	
Кускоотделитель КО-I	I		I		I		I		I	
Кускоотделитель КО-2	-		2		2		2		-	
Пульт регулирования вязкости суспензии	-		I		I		I		-	
Пульт управления суспензионными насосами	-		-		I		2		2	
Табло световое	-		-		2		4		4	
Сирена сигнальная	-		-		2		4		4	
Пульт управления механизмами поточно-транспортной системы	-		-		I		I		I	

Комплекс аппаратуры РУТА предназначен для эксплуатации в закрытых, отапливаемых помещениях.

Климатическое исполнение и категория размещения комплекса аппаратуры РУТА производится в соответствии с ГОСТ I5I50-69-УХЛ 4.2.

Комплекс аппаратуры РУТА обеспечивает:

- непрерывный автоматический контроль плотности суспензии, вязкости суспензии, давления в сборниках суспензии, положения исполнительных механизмов;

- автоматическое регулирование плотности суспензии, вязкости суспензии, уровней в сборниках суспензии;

- дистанционное управление суспензионными насосами, исполнительными механизмами регулирующих органов, механизмами поточно-транспортной системы;

- световую сигнализацию отклонений плотности суспензии от заданной, отклонений вязкости суспензии от заданной, уровней суспензии в сборниках, предельных значений уровней суспензии в сборниках, работы соответствующих механизмов поточно-транспортной системы, режима работы и номера суспензионного насоса, о дистанционном запуске суспензионных насосов, о срыве программы запуска суспензионных насосов;

- выбор режимов регулирования плотности, вязкости и уровней суспензии (дистанционное, автоматическое);

- выбор режимов управления суспензионными насосами и механизмами поточно-транспортной системы;

- выбор насоса при запуске в работу;

- предупредительную звуковую сигнализацию о запуске суспензионных насосов;

- аварийную звуковую и световую сигнализацию.

Завод-изготовитель комплекса РУТА - Быковский экспериментальный завод средств автоматики ПО "Союзуглеавтоматика" Минуглепрома СССР.

5.2. Комплекс аппаратов автоматизации тяжелосредных установок КАТУ I.

Ворошиловградским филиалом института Гипроуглеавтоматизация разработан комплекс аппаратов автоматизации тяжелосредных установок КАТУ I, обеспечивающий управление по зольности концентрата и автоматическую оптимизацию режима разделения угля.

Это отвечает направлениям автоматизации, принятым в зарубежных странах (Англия, Япония и др.).

С 1983 года комплекс КАТУ I. будет выпускаться серийно Ворошиловградским заводом "Углеприбор" ВПО" Союзуглеавтоматика".

Комплекс КАТУ.I позволяет реализовать следующие основные технические решения по автоматизации тяжелосредных установок:

автоматическая стабилизация основных возмущений на входе обогатительного аппарата;

автоматическая стабилизация режима разделения в обогатительном аппарате;

автоматическая стабилизация заданной зольности концентрата;

автоматическая оптимизация режима разделения угля.

Автоматическая стабилизация основных возмущений на входе обогатительного аппарата включает в себя стабилизацию плотности суспензии и уровней в сборниках суспензии. Плотность суспензии оказывает наибольшее влияние на выходные показатели процесса - зольность и выходы продуктов обогащения. В связи с этим аппаратура автоматизации должна обеспечивать минимальную погрешность регулирования плотности. Это достигается реализацией малоинерционной системы регулирования плотности, в которой система регулирования замкнута на регулирующий бак малого объема. Регулирующий бак имеет объем $V = 15 Q_н$, где $Q_н$ - производительность насоса, $м^3/с$; устанавливается в технологической цепи между сборником рабочей суспензии и обогатительным аппаратом. Плотность суспензии контролируется на выходе регулирующего бака, регулирующее воздействие подается на вход бака. В качестве регулирующего воздействия может использоваться подача сгущенной суспензии или технической воды. Подача сгущенной суспензии может использоваться при наличии в технологической цепи тяжелосредной установки специальной мешалки для магнетита или системы циркуляции сгущенной суспензии. Ввиду усложнения технологической схемы регулирование плотности

подачей сгущенной суспензии не нашло распространения в практике углеобогащения в нашей стране. На абсолютном большинстве тяжелосредных установок с помощью делителя потока часть суспензии выводится на регенерацию, благодаря чему создается тенденция к повышению плотности. Аппаратура автоматизации доводит плотность суспензии до заданного значения путем разбавления ее технической водой.

Однако этому методу присущ ряд недостатков, ограничивающих область его применения.

Поступление исходного обогащаемого материала в обогатительный аппарат приносит влагу и шлам, изменяя тем самым параметры разделяющей среды. Исходный обогащаемый материал, как правило, характеризуется изменением фракционного состава во времени, вследствие этого зольность исходного угля представляет собой случайную функцию времени и выходные параметры процесса - зольность и выходы продуктов обогащения будут изменяться даже при стабильной плотности суспензии, подаваемой в аппарат.

Автоматическая стабилизация режима разделения в обогатительном аппарате. Этот метод предусматривает измерение плотности суспензии в регулирующем баке, установленном в технологической цепи между сборником рабочей суспензии и обогатительным аппаратом, и на выходе самого обогатительного аппарата и выработку дополнительного управляющего сигнала, обеспечивающего циркулирующее воздействие, направленное на стабилизацию плотности суспензии внутри обогатительного аппарата.

Система, реализующая этот метод, инвариантна к изменениям нагрузки по исходному продукту и содержанию в нем влаги.

Благодаря этому обеспечивается стабилизация режима разделения и стабилизация зольности концентрата при условии постоянства фракционного состава исходного продукта.

При изменяющемся в широких пределах фракционном составе исходного продукта применяются описанные ниже методы.

Автоматическая стабилизация заданной зольности концентрата на выходе обогатительного аппарата предусматривает контроль зольности концентрата тяжелосредной установки, сравнение с за-

данным значением зольности и формирование сигнала коррекции, изменяющего заданное значение плотности суспензии и обеспечивающего автоматическую стабилизацию зольности концентрата за счет изменения плотности суспензии при изменении фракционного состава исходного угля.

Недостатком этого метода является отсутствие контроля выхода концентрата и получения его максимального выхода.

Смысл метода автоматической оптимизации режима разделения угля заключается в том, что в некоторых случаях является целесообразным поддерживать не заданную, а экономически наиболее выгодную зольность концентрата. В основе этого подхода лежат следующие предпосылки. Предельные нормы зольности обогащенных углей установлены потребительскими стандартами. Фабрикам Минуглепрома СССР планируются более низкие нормы зольности, чем предусмотрено этими стандартами.

Регламентирующим документом для учета показателей качества продуктов обогащения, в том числе и зольности концентрата является "Методика расчета норм показателей качества углей и продуктов их обогащения", утвержденная приказом Минуглепрома СССР № 94 от 16.02.83. Прейскурантом 03-01 предусмотрены размеры скидок и надбавок к цене концентрата при отклонении зольности от заданного значения. В некоторых случаях является более выгодным в пределах диапазона допустимых изменений зольности концентрата получать его зольность выше заданной (за счет увеличения выхода) или ниже заданной (за счет надбавок к цене).

В аппаратуре оптимизации реализован алгоритм оптимизации, который, используя информацию о качестве и количестве концентрата, определяет оптимальное с точки зрения экономики, значение зольности концентрата и задает это значение системе стабилизации зольности концентрата. Алгоритм оптимизации обеспечивает поддержание оптимального режима разделения без ввода "пробных" воздействий.

Система автоматической оптимизации процесса разделения защищена авторскими свидетельствами СССР № 496537 и № 857932.

Управление тяжелосредной установкой, кроме того, включает в себя:

возможность программного запуска и остановки суспензионных насосов;

дистанционное управление механизмами поточно-транспортной системы (ПТС);

контроль состояния оборудования и технологических параметров обогатительной установки.

Все эти функции выполняются аппаратурой управления суспензионными насосами и аппаратурой управления механизмами ПТС, входящими в комплекс КАТУ.I.

5.3. Средства автоматизации процесса тяжелосредного обогащения.

Комплекс КАТУ.I предназначен для управления тяжелосредными сепараторами, а также двух- и трехпродуктовыми гидроциклонами. Комплекс обеспечивает автоматизацию как одной, так и нескольких тяжелосредных обогатительных установок, работающих с выдачей общего продукта и имеющих общую систему циркуляции суспензии.

Комплекс обеспечивает следующие режимы работы систем автоматизации: автоматическую стабилизацию плотности рабочей суспензии на входе обогатительного аппарата; автоматическую стабилизацию режима разделения в обогатительном аппарате;

автоматическую стабилизацию зольности концентрата; автоматическую оптимизацию режима разделения угля.

Исполнение комплекса по защищенности от воздействия окружающей среды - пылевлагозащищенное. Климатическое исполнение и категория размещения - для умеренного и холодного климата.

Применение комплекса КАТУ.I обеспечивает:

- автоматическую оптимизацию процесса разделения угля по технико-экономическому критерию;

- автоматическую стабилизацию зольности концентрата;

- автоматическое регулирование и контроль плотности рабочей суспензии;

- автоматическое регулирование и контроль уровней в сборниках суспензии;

- дистанционное управление суспензионными насосами по заданной суспензии;

- дистанционное управление механизмами поточно-транспортной системы тяжелосредной установки;

- автоматический контроль положения исполнительных механизмов;

- возможность сопряжения комплекса по видам и уровням сигналов с АСУ ТП;

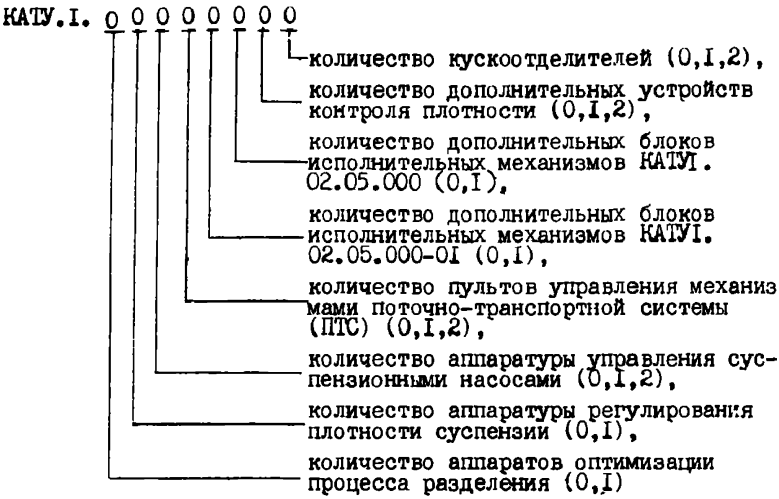
- необходимую световую и звуковую сигнализацию состояния оборудования и технологических параметров обогатительной установки.

Основные технические данные комплекса КАТУ

Диапазон контроля плотности суспензии, кг/м^3	от 1000 до 2300
Среднеквадратическая погрешность регулирования плотности суспензии, кг/м^3	2,6
Диапазон регулирования зольности концентрата, %	от 4 до 20
Среднеквадратическая погрешность регулирования зольности концентрата, %	1,0
Погрешность поддержания уровней в сборниках суспензии, м	0,3
Напряжение питания, В	220
Потребляемая мощность, ВА	1700

Комплекс состоит из четырех составных частей с внешними устройствами, которые могут применяться в наборе, исходя из конкретной схемы обогащения и типа обогатительных установок, существующих на данной углеобогатительной фабрике.

Структура условного обозначения комплекса КАТУ.I



Пример записи при заказе комплекса КАТУ.I с одним комплектом аппаратов оптимизации процесса разделения, одним комплектом аппаратуры регулирования плотности суспензии, одним комплектом аппаратуры управления суспензионными насосами, одним пультом управления механизмами ПТС.

Комплекс КАТУ.I.IIII-0000 УХЛ4.2 ТУ I2.48.255-86

Аппараты оптимизации процесса разделения предназначены для управления процессом обогащения по зольности концентрата и оптимизации процесса разделения по технико-экономическому критерию.

Аппараты оптимизации осуществляют автоматическую стабилизацию зольности концентрата, автоматическую оптимизацию процесса разделения, контроль производительности тяжелосредного комплекса по концентрату, регистрацию зольности концентрата, выбор режима работы систем регулирования (плотность, зольность, оптимизация), световую сигнализацию режима работы системы, направления движения системы оптимизации к оптимуму, возможность сопряжения по видам и уровням сигналов с АСУ ТП.

Структурная схема аппаратов оптимизации, рис. 5.I, включает пульт оптимизации, датчик наличия нагрузки с устройством

для формирования потока, взвешивающее устройство, датчик качества продукта. В состав комплекса КАТУ.I входит только пульт оптимизации. Внешние устройства в комплект поставки не входят и заказываются в проекте установки комплекса КАТУ.I.

Датчик качества продукта, например, УЗПИ, РКТП-2 или другого аналогичного типа осуществляет контроль зольности концентрата на выходе обогатительного аппарата.

Весоизмерительное устройство, например, весы ЛТМ-IМ или другие, предназначено для контроля производительности тяжелосредного обогатительного аппарата по концентрату.

Устройство формирования потока с датчиком наличия нагрузки, рис.5.2, осуществляет формирование слоя концентрата на ленточном конвейере, необходимого для контроля зольности концентрата, а также защиту системы автоматического регулирования процесса разделения от ложной информации, возникающей из-за отсутствия слоя концентрата необходимой высоты.

Пульт оптимизации, рис.5.3 представляет собой пылевлагозащищенный шкаф, в котором размещены приборы и элементы автоматического контроля, регистрации и стабилизации зольности концентрата, производительности тяжелосредной установки по концентрату, устройство оптимизации процесса разделения. Элементы управления, контроля, регистрации и индикации параметрами расположены на лицевых панелях пульта.

Аппаратура регулирования плотности суспензии осуществляет автоматическую стабилизацию плотности суспензии на уровне, соответствующем технологическим требованиям с одновременным контролем и регулированием технологических параметров, обеспечивающих заданный режим разделения.

Структурная схема аппаратуры регулирования плотности суспензии, рис.5.I включает пульт регулирования плотности, устройство контроля плотности, кускоотделитель, отборники давления, блоки дифманометров, блоки исполнительных механизмов. В случаях, когда колебания нагрузки, ситового состава и влажности исходного обогащаемого материала изменяются в широких пределах, целесообразно реализовать систему автоматической стабилизации режима разделения в обогатительном аппарате с использованием дополнительного устройства контроля плотности суспен-

Структурная схема комплекса КАТУ-I.

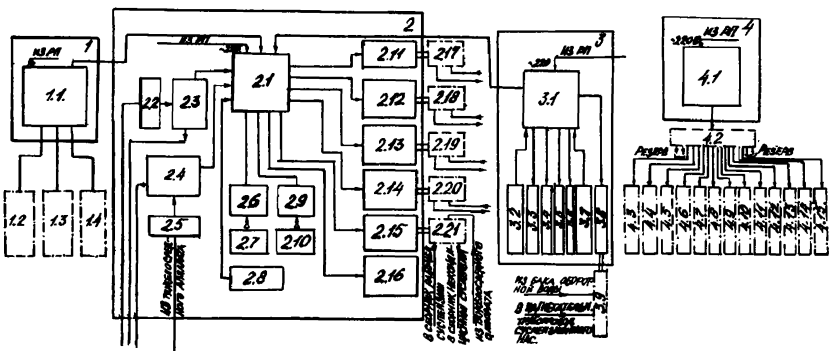


Рис. 5.I.

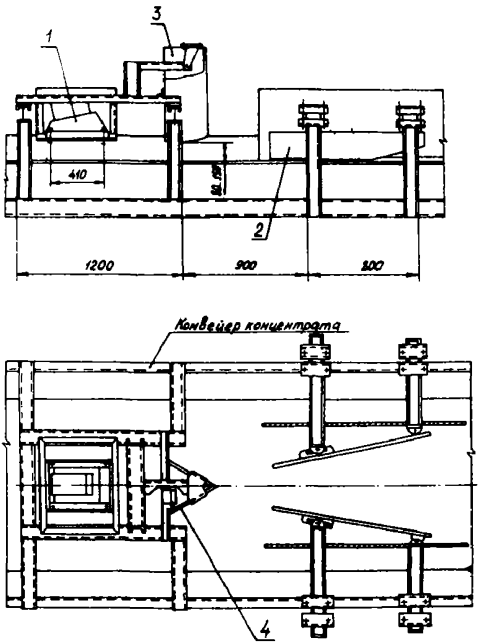
СТРУКТУРНАЯ СХЕМА КОМПЛЕКСА КАТУ-I.

I. - Аппараты оптимизации

I.I - Пульт оптимизации
I.2 - Датчик наличия нагрузки
I.3 - Взвешивающее устройство
I.4 - Датчик качества продукта
2.- Аппаратура регулирования плотности суспензии
2.I - Пульт регулирования плотности
2.2 - Кускоотделитель
2.3 - Устройство контроля плотности суспензии
2.4 - Устройство контроля плотности суспензии
2.5 - Кускоотделитель
2.6 - Блок дифманометра
2.7 - Отборник давления
2.8 - Датчик аварийного уровня в сборнике рабочей суспензии
2.9 - Блок дифманометра
2.I0- Отборник давления
2.II- Блок исполнительного механизма регулиров.плотн.суспензии
2.I2- Блок исполнительного механизма регулирования плотности суспензии
2.I3- Блок исполнительного механизма регулирования уровня в сборнике рабочей суспензии
2.I4- Блок исполнительного механизма регулирования уровня в сборнике некондиционной суспензии
2.I5- Блок исполнительного механизма делителя потока суспензии
2.I6- Датчик аварийного уровня в сборнике некондиционной суспензии
2.I7- Регулирующий орган
2.I8- Пробковый кран Ду=50
2.I9- Регулирующий орган
2.20- Пробковый кран Ду=I00
2.2I- Делитель потока суспензии
3.- Аппаратура управления суспензионными насосами
3.I - Пульт управления суспензионными насосами
3.2 - Датчик уровня в регулировочном баке
3.3 - Табло световое
3.4 - Сирена сигнальная

3.5 - Сирена сигнальная
3.6 - Табло световое
3.7 - Датчик уровня в электромагнитном сепараторе
3.8 - Блок исполнительного механизма
3.9 - Пробковый кран Ду=100
4. - Аппаратура управления поточно-транспортной системой
4.1 - Пульт управления механизмами поточно-транспортной системы
4.2 - Станция управления
4.3 - Грохот
4.4 - Грохот
4.5 - Грохот
4.6 - Грохот
4.7 - Колесо элеваторное
4.8 - Колесо элеваторное
4.9 - Механизм гребковый
4.10 - Механизм гребковый
4.11 - Электромагнитный сепаратор
4.12 - Электромагнитный сепаратор
4.13 - Электромагнитный сепаратор
4.14 - Электромагнитный сепаратор
4.15 - Насос сальниковой воды

Устройство формирования потока



I- устройство контроля зольности;

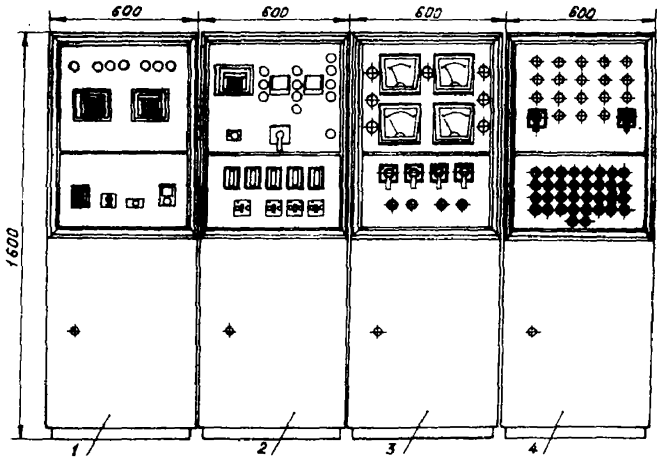
2- зауживатель потока;

3- формирующий нож;

4- датчик наличия слоя.

Рис.5.2

Пульт управления комплекса КАТУ.I



I - пульт аппаратов оптимизации;

2 - пульт регулирования плотности;

3 - пульт управления суспензионными насосами;

4 - пульт ПТС.

Рис.5.3.

зии, устанавливаемого на выходе обогатительного аппарата.

Аппаратура регулирования плотности включает четыре контура: непрерывного регулирования плотности суспензии как в сторону уменьшения, так и в сторону увеличения; контуры непрерывного контроля уровня и выдачи сигналов для дискретного регулирования уровней в сборниках суспензии; контур управления делителем потока.

Пульт регулирования плотности суспензии, рис.5.3, представляет собой пылевлагозащищенный шкаф, в котором размещены приборы и элементы автоматического контроля регистрации и регулирования плотности суспензии и уровней в сборниках суспензии;органы настройки и оперативного управления. Оператор процесса имеет возможность дистанционно управлять процессом разделения с помощью элементов управления. Элементы управления, контроля,регистрации и световой индикации расположены на лицевых панелях пульта.

Устройство контроля плотности суспензии, рис.5.4,в комплекте с дифманометром и вторичным прибором представляет средство автоматизации с нормируемыми значениями точностных характеристик в системе автоматического контроля и регулирования плотности суспензии.

Кускоотделитель, рис.5.5, основной частью которого является дуговое сито, предназначен для отделения крупных частиц от суспензии, направляемой в устройство контроля плотности.

Отборник давления, рис.5.6, предназначен для контроля заполнения сборников суспензией или промывными водами.

Блок дифманометра, рис.5.8, представляет собой монтажную раму с установленным на ней дифманометром.

Блок исполнительного механизма, рис.5.7, представляет собой монтажную раму с установленным на ней исполнительным механизмом.

Аппаратура управления суспензионными насосами предназначена для автоматизированного запуска суспензионных насосов.

Аппаратура обеспечивает программное управление двумя группами насосов (по два насоса в каждой) с предупредительной звуковой сигнализацией у насоса о предстоящем запуске и световой и звуковой сигнализацией режима работы насосов и номер насоса,

запускаемого в работу, а также автоматический контроль производительности насоса, контроль нагрузки двигателей насосов и аварийную световую и звуковую сигнализацию на пульте оператора о срыве программы запуска насосов.

Программа запуска насосов предусматривает промывку напорных трубопроводов и насосов водой. В случае, когда плотность рабочей суспензии превышает 1600 кг/м^3, промывка насоса кондиционной суспензии до его запуска и остановки нецелесообразна, так как выполнение этой операции приводит к резкому уменьшению плотности рабочей суспензии.

Аппаратура используется при децентрализованном управлении обогатительной фабрикой. При централизованном управлении аппаратура управления суспензионными насосами исключается из состава комплекса КАТУ.1.

Аппаратура управления суспензионными насосами состоит, рис.5.3, из пульта управления, световых табло, блока исполнительного механизма, сигнальных сирен.

Пульт управления суспензионными насосами, рис.5.3, представляет собой пылевлагозащищенный шкаф, в котором размещены приборы и элементы контроля и управления двумя группами суспензионных насосов из двух насосов каждая. На лицевых панелях пульта установлены световоды сигнализации о работе насосов, амперметры, контролирующие ток нагрузки двигателей насосов, переключатели выбора режимов управления и номера насоса и кнопки управления.

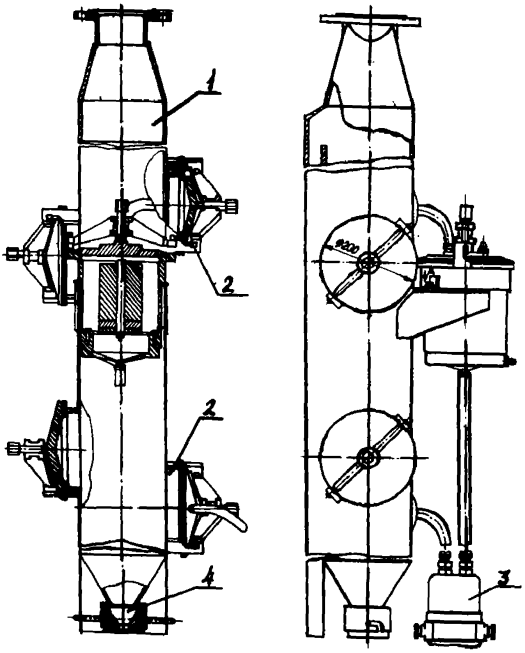
Табло световое, рис.5.9, предназначено для световой индикации режима работы соответствующего суспензионного насоса и представляет собой пылезащищенный шкаф, в котором размещены лампы накаливания и элементы коммутации.

Световое табло устанавливают непосредственно на колонне возле насосов.

Пульт управления механизмами поточно-транспортной системы предназначен для дистанционного и местного управления и световой индикации о работе механизмов поточно-транспортной системы.

Пульт ПТС, рис.5.3, представляет собой пылевлагозащищенный шкаф; в котором размещены элементы управления, индикации и коммутации. На лицевых панелях переключатели, лампы индикации и кнопки управления.

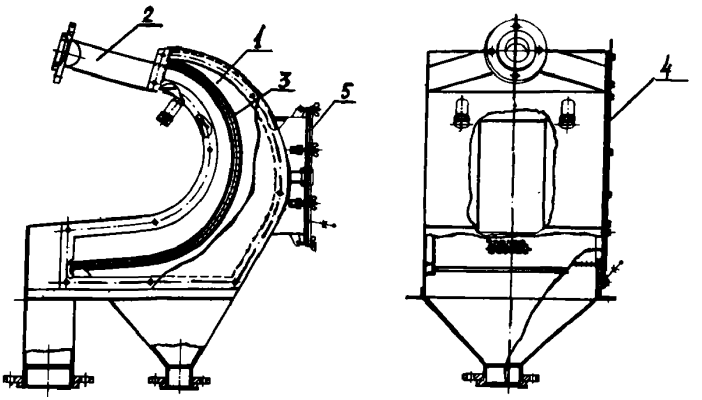
Устройство контроля плотности.



I-корпус, 2-отборники давления,
3-дифманометры, 4-насадка.

Рис. 5.4.

Кускоотделитель



I - корпус;

2 - приемная камера;

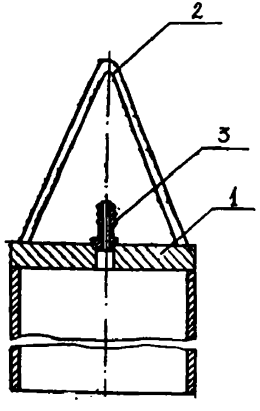
3 - дуговое сито;

4 - боковая крышка;

5 - смотровой люк.

Рис.5.5

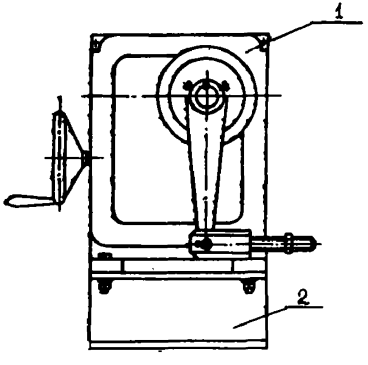
Отборник давления



I-корпус, 2-кронштейн, 3-штуцер

Рис.5.6

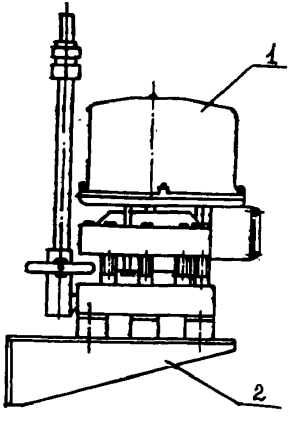
Блок исполнительного механизма



I-исполнительный механизм, 2-кронштейн

Рис.5.7

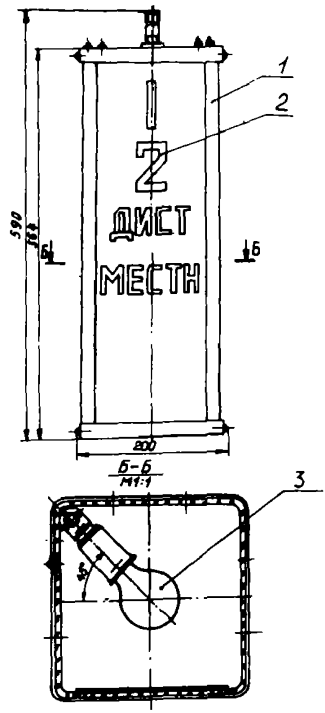
Блок дифманометра



I-дифманометр, 2-кронштейн

Рис.5.8

Табло световое



I - корпус; 2 - световод; 3 - лампа

Рис.5.9.

Пульт ПТС используется на ОФ, не имеющих централизованного управления поточно-транспортной системой.

5.4. Монтаж, наладка и эксплуатация средств автоматизации

Ворошиловградский филиал института Гипроуглеавтоматизация на договорной основе оказывает техническую помощь при разработке проектов автоматизации процессов обогащения угля в тяжелосредных установках, при монтаже и наладке комплекса КАТУ.I, а также в обучении технического персонала ОФ методам наладки и эксплуатации комплекса.

Применение комплекса КАТУ.I для автоматизации тяжелосредных установок в некоторых случаях требует изменений в узлах транспортирования концентрата и циркуляции суспензии. Для правильного функционирования комплекса его изделия должны устанавливаться с соблюдением определенных требований.

5.4.I. Установка пультов управления комплекса КАТУ.I

Конструкции пультов управления унифицированы, выполнены с двухсторонним расположением дверей. Пульты устанавливаются в производственном помещении, в месте, удобном для обслуживания и не подвергающемся значительным вибрациям. Подвод кабелей к пультам - снизу, через кабельный канал или перекрытие. Предусмотрено использование контрольных кабелей с медными жилами. Пульты устанавливаются на раме из швеллера № I2 и крепятся к ней с помощью болтов. Между основанием пультов и рамой прокладывается резиновая прокладка.

С целью исключения попадания влаги на пульты, над ними не должны проходить трубопроводы и не должна устанавливаться запорно-регулирующая аппаратура.

При установке пультов в местах с недостаточной освещенностью необходимо предусмотреть дополнительное их освещение.

Взаимное расположение пультов может быть следующим: пульт плотности, пульт оптимизации, пульт управления суспензионными насосами, пульт ПТС.

5.4.2. Монтаж периферийных устройств комплекса КАТУ.I

Состав периферийных устройств является переменным и в каждом конкретном случае определяется проектным решением.

Устройство контроля плотности. Устройство контроля плотности должно устанавливаться вертикально на входе или на выходе обогатительного аппарата после перебрасывателя потока суспензии.Для сбора потоков суспензии из насадки и трубы перелива необходимо предусматривать установку бачка,изготовленного из трубы большого диаметра. В днище бачка вваривается отводной патрубок диаметром I00 мм. Рекомендуется днище бачка зафутеровать керамической плиткой или каменным литьем.

Рекомендуется после бачка устанавливать перебрасыватель потока суспензии, позволяющий направить воду при промывке и периодической тарировке устройства контроля плотности в сборник некондиционной суспензии.

При использовании радиоизотопного плотномера типа ПРI025 необходимо руководствоваться рекомендациями организации,осуществляющей проект установки.

Кускоотделитель. Устанавливается на металлической раме, горизонтально оборудованной площадкой обслуживания. Приемная камера соединяется трубопроводом диаметром 50 мм с выходным патрубком перебрасывателя потока, вход которого соединен с местом отбора суспензии (регулирующим баком; камерой предварительного сброса суспензии тяжелосредного сепаратора, дуговым ситом отделения суспензии от концентрата гидроциклона). Ось трубопровода должна составлять с горизонтом угол не менее I5^{0} по направлению потока.

Отборник давления и датчик уровня суспензии в сборнике.

Отборник давления помещается в трубе, которая крепится к сборнику с помощью уголков. Для подъема и опускания отборника давления предусмотрен трос, который с одной стороны крепится к скобе отборника, а с другой - к верхней части сборника суспензии.Ограничение опускания отборника в трубе обеспечивают прутки,приваренные к нижнему торцу трубы.

Датчик контроля предельного уровня дискретного действия крепится на швеллере сборника. Длина электрода выбирается для каждого конкретного случая.

Датчик уровня в электромагнитном сепараторе. Служит для контроля производительности насоса некондиционной суспензии в системе управления суспензионными насосами. Датчик уровня устанавливается на кронштейне. Электрод датчика рекомендуется изготовлять из немагнитного материала.

Световое табло и сигнальная сирена.

Световое табло, сигнальная сирена устанавливаются навесным монтажом на стене или колонне в обогатительном цехе в непосредственной близости от насосов, которые они обслуживают. Устройства устанавливаются в местах, исключающих попадание на них брызг.

Блоки исполнительных механизмов и дифманометров.

Монтаж блоков исполнительных механизмов и дифманометров производится в соответствии с их заводскими инструкциями по эксплуатации в местах, легко доступных для проведения монтажных, наладочных и ремонтных работ, исключающих попадание на них брызг. Соединение исполнительных механизмов с регулирующими органами осуществляется при помощи тяг.

5.4.3. Монтаж технических емкостей и устройств, не входящих в состав комплекса КАТУ.I.

Регулирующий бак

Для осуществления высокого быстродействия и точности системы регулирования плотности суспензии при технологической возможности проектами предусматривается установка перед тяжелосредными обогатительными аппаратами регулирующего бака рис.5.I0. Высота установки регулирующего бака над уровнем суспензии в ванне сепаратора должна выбираться из условия превышения уровня суспензии в регулирующем баке над уровнем в ванне сепаратора на I,2-2 м. При обогащении угля в гидроциклонах высота установки регулирующего бака выбирается из технологических соображений.

Регулирующий бак устанавливается как на специально установленной опоре, так и на подвесе с помощью кронштейнов. В обоих случаях для обслуживания регулирующего бака необходимо предусмотреть площадку обслуживания. Исполнительный механизм для управления пробковым краном технической воды крепится непосредственно к регулирующему баку.

Для контроля производительности насоса кондиционной суспензии на регулирующем баке крепится датчик уровня дискретного типа. Электрод датчика устанавливается на глубину 200 мм ниже верхнего среза трубы перелива регулирующего бака.

Запорное устройство.

Запорное устройство применяется для автоматического выпуска суспензии из ванны тяжелосредного сепаратора при остановке суспензионного насоса. Применение запорного устройства позволяет избежать заиламовывания ванны сепаратора при остановке насоса и автоматизировать процесс выпуска суспензии.

При использовании запорного устройства должен применяться общий напорный трубопровод, по которому суспензия подается в регулирующий бак. Общий вид запорного устройства приведен на рис.5.II.

Корпус имеет диафрагму, выполненную из прорезиненной ленты, на которой закреплен клапан. Клапан при наличии давления на диафрагму закрывает выпускной патрубок. Давление на диафрагму создается суспензией, поступающей из насоса в регулирующий бак через патрубок.

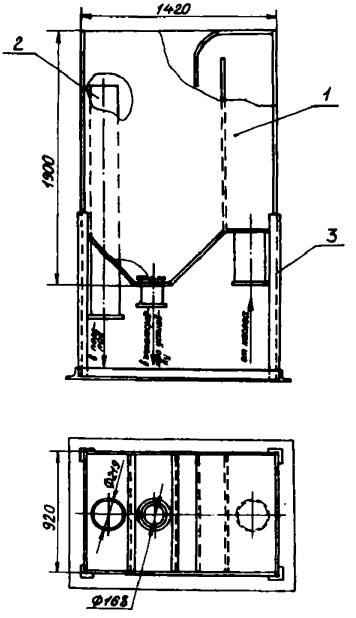
При отсутствии давления на диафрагму клапан открывается давлением суспензии в сепараторе и суспензия через патрубки из ванны сепаратора уходит в сборник суспензии.

Запорное устройство монтируется ниже ванны сепаратора.

Перебрасыватель потока.

Перебрасыватель потока суспензии предназначен для отвода суспензии из устройства контроля плотности с целью осмотра, проверки или ремонта устройства контроля плотности, кускоотделителя или трубопроводов в измерительной цепи, а также подачи суспензии после выполнения профилактических работ.

Бак регулирующий

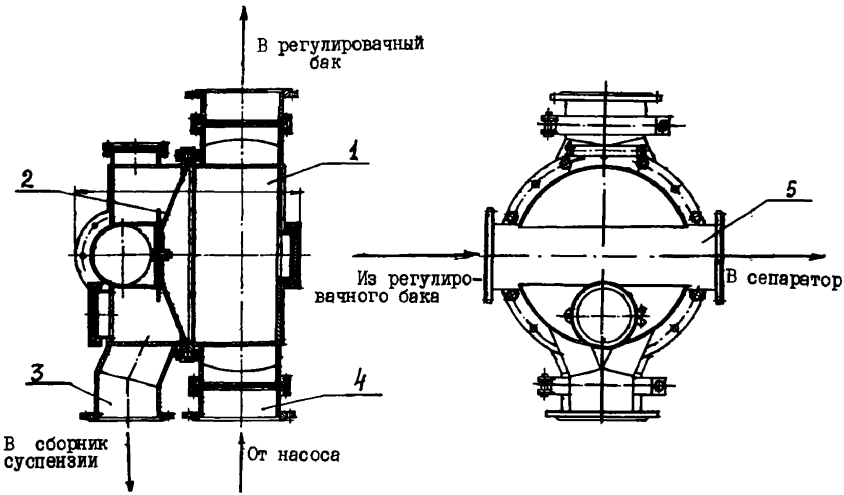


I - корпус; 2 - труба перелива;

3 - рама

Рис.5.IO.

Устройство запорное



I-корпус,2-диафрагма,3-выпускной патрубок,4-нагнетательный патрубок, 5-входной патрубок.

Рис.5.II.

Перебрасыватель потока, рис.5.I2, изготавливается из листовой стали 8-I0 мм и устанавливается навесным монтажом в месте отбора суспензии перед кускоотделителем или устройством контроля плотности. Для обеспечения промывки устройства контроля плотности, кускоотделителя при их ремонте предусматривается подвод трубопровода технической воды к перебрасывателю потока.

Делитель потока суспензии

Делитель потока суспензии предназначен для распределения рабочей суспензии, поступающей через раструб, рис.5.I3, на два потока, один из которых направляется на регенерацию, второй - в сборник рабочей суспензии. Раструб с помощью исполнительного механизма перемещается над перегородкой, разделяющей внутреннюю полость делителя на два отсека, каждый из которых снабжен отводящими патрубками.

Делитель потока изготовляется из листовой стали I0 мм, футеруется внутри износостойким материалом и монтируется на раме из уголковой стали.

Устройство контроля зольности и формирования потока сыпучих материалов.

Для обеспечения равномерного потока концентрата применяется специальный формирователь потока, обеспечивающий формирование потока концентрата постоянного сечения. Для обеспечения контроля наличия концентрата применяется датчик наличия слоя концентрата необходимой толщины.

Рабочие чертежи на регулирующий бак, запорное устройство, перебрасыватель потока, делитель потока суспензии, устройство формирования потока концентрата находятся в Ворошиловградском филиале института Гипроуглеавтоматизация. Эти изделия могут быть изготовлены в условиях обогатительной фабрики или на ремонтно-механическом заводе.

Взвешивающее устройство.

Весы (ЛТМ-IМ, ЭГВ и др.) устанавливаются в соответствии

со своими инструкциями на установку и эксплуатацию.

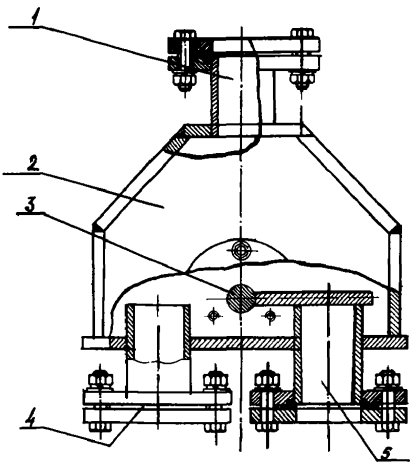
Особенностью их применения в комплексе КАТУ.I является то, что они могут устанавливаться как на потоке концентрата, на котором установлен золомер, так и на основном конвейере концентрата.Установка весов производится по возможности ближе к золомеру.

Наладка, монтажные испытания и регулирование комплекса осуществляется специализированной наладочной организацией в соответствии с руководством по эксплуатации комплекса КАТУ.I.

Комплекс КАТУ.I является составной частью современных тяжелосредных установок. К эксплуатации комплекса допускаются операторы тяжелосредных установок, прошедшие обучение и сдавшие экзамен по правилам эксплуатации и обслуживания комплекса КАТУ.I.

Комплекс КАТУ.I постоянно совершенствуется, поэтому в нем возможны конструктивные изменения, которые проектная организация, приступая к разработке проекта, должна учесть.

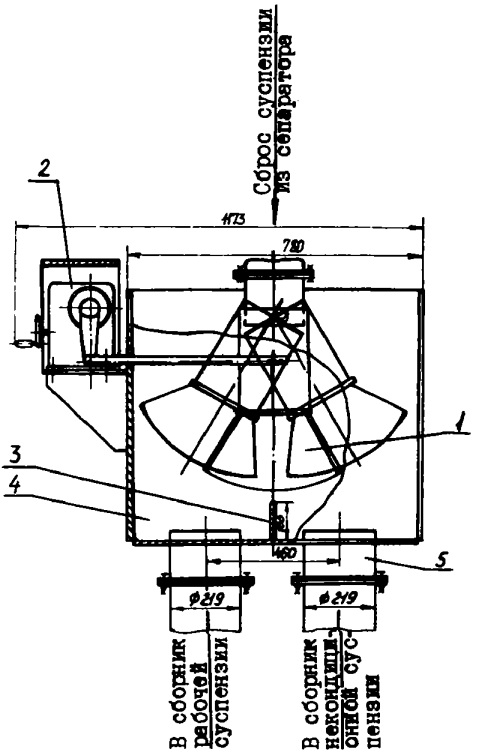
Перебрасыватель потока.



I-приёмный патрубок, 2-корпус, 3-шибер, 5-выпускной патрубок.

Рис. 5.I2.

Делитель потока



I-рассекатель; 2-исполнительный механизм; 3-перегородка; 4-корпус; 5 - труба.

Рис.5.I3.

6. ПУСК, НАЛАДКА И ЭКСПЛУАТАЦИЯ ТЯЖЕЛОСРЕДНЫХ УСТАНОВОК

Наладка тяжелосредных установок, выполняемая при вводе в эксплуатацию новых углеобогатительных фабрик или после капитальных ремонтов на действующих фабриках, имеет целью создать предпосылки для нормальной эксплуатации с получением высоких технологических показателей обогащения.

Показатели обогащения в значительной степени зависят от того, насколько успешно произведена первичная наладка тяжелосредной установки.

Наладка включает подготовку к пуску и устранение дефектов изготовления и монтажа основного и вспомогательного оборудования, а также устранение изменяемых факторов и выбор основных режимных параметров, в наибольшей степени отвечающих конкретным условиям данной фабрики.

Пуск и наладка тяжелосредной установки производится в следующем порядке:

- обкатывается оборудование на холостом ходу;
- налаживаются системы воздухо- и водоснабжения;
- регулируются узлы классификации и обесшламливания угля;
- отлаживается система автоматического регулирования плотности суспензии, уровней в сборниках суспензии.

В тяжелосредных сепараторах регулируются положение элеваторного колеса и соотношение потоков суспензии, транспортного и восходящего.

В гидроциклонных установках регулируется: соотношение потоков суспензии в регулирующем баке, уровень суспензии в смесителе, соотношение диаметров насадок для тяжелосредных гидроциклонов.

6.I. Подготовка к пуску, пуск и наладка тяжелосредных установок.

При подготовке тяжелосредной установки к пуску в первую очередь проверяется герметичность оборудования и коммуникаций, по которым циркулирует вода, тяжелая среда и разбавленная суспензия. При заполнении системы водой налаживаются транспортные устройства: желоба, делители потоков.

В желобах проверяются и устраняются возможные дефекты, которые создают местное повышенное сопротивление потоку и могут привести к забивке желоба. Наклон распределительных желобов для потоков пульпы мелкого угля должен составлять не менее 10°, а высота желоба должна быть равна шестикратной высоте потока пульпы в желобе. Желоба для отвода магнетитового концентрата электромагнитных сепараторов должны иметь уклон 45°. В случае применения желоба с дном в виде треугольника уклон может составлять 30°.

При подготовке к пуску из механизмов удаляются все посторонние предметы, прочищаются хвостовые насадки электромагнитных сепараторов, ополаскивающие устройства, проверяется и регулируется поступление технической воды на ополаскивающие устройства, к авторегуляторам плотности суспензии и чистой воды к сальникам суспензионных насосов.

За 20-30 мин. до пуска установки суспензия взмучивается и перемешивается в сборнике кондиционной суспензии, а при необходимости и в сборнике некондиционной суспензии. Взмучивание и перемешивание суспензии происходят нормально, если пульпа в сборнике интенсивно бурлит по всей поверхности. Давление сжатого воздуха для взмучивания суспензии необходимо поддерживать в пределах 0,7 МПа. Расход воздуха - 15 $м^3$/ч на 1 $м^3$ суспензии.

Все механизмы тяжелосредной установки пускаются в ход дистанционно из диспетчерского пункта или пульта управления сепараторщика в определенной последовательности, обусловленной технологической схемой данной установки. Пуск насосов для кондиционной и некондиционной суспензии, как правило, производится с места.

Пуску подлежат только проверенные, исправные механизмы. Пуск механизмов тяжелосредной установки производится в следующем порядке:

- производится пуск аппаратов водно-шламового хозяйства;
- последовательно включаются приводы ленточных конвейеров, отводящих продукты обогащения, промывочно-обезвоживающих грохотов, элеваторного колеса и гребкового устройства тяжелосредного сепаратора;

– закрывается подача сжатого воздуха в сборник кондиционной суспензии и пускается насос кондиционной суспензии;

– включаются приводы барабанов электромагнитных сепараторов;

– пускается насос некондиционной суспензии;

– дросселируется питание электромагнитных сепараторов при помощи задвижки таким образом, чтобы сепаратор работал с переливом на пороге высотой 50–60 мм.

После того, как все механизмы установки пущены в ход и через тяжелосредный сепаратор обеспечен непрерывный поток суспензии с переливом на пороге 30–35 мм, в сепаратор подается уголь.

6.2. Эксплуатация тяжелосредных установок

6.2.1. Общие положения

Стабильные технологические показатели работы тяжелосредных установок обусловливаются не только конструкцией и надежностью применяемых аппаратов и механизмов, но также качеством обогащаемого угля и характеристикой рабочей суспензии – ее плотностью и реологическими параметрами.

Нормальный ход технологического процесса может нарушаться из-за резкого ухудшения качества перерабатываемого угля (увеличение влажности, повышенное содержание мелких классов), чрезмерной нагрузки по углю и неисправностей механизмов и аппаратов.

Объем рабочей суспензии должен быть достаточным для заполнения ванны сепаратора до перелива и наполнения всех транспортных коммуникаций, включая суспензионный насос.

Запас суспензии в сборнике должен быть достаточным для восполнения технологических потерь магнетита за две смены или сутки.

Основными причинами снижения плотности суспензии, уменьшения объема и ухудшения ее реологических свойств являются:

– чрезмерное поступление чистой воды через сальники суспензионных насосов;

– утечки суспензии через сальники насосов, в местах соединения трубопроводов, через отверстия в желобах, трубопроводах и аппаратах, вызванные износом, а также случайными переливами, выпусками и т.д.;

- недостаточная отмывка магнетита от продуктов обогащения на грохотах;

- плохая классификация угля перед обогащением, что может быть обусловлено повышенной удельной нагрузкой на классификационные грохоты, высокими влажностью и содержанием мелких классов в рядовом угле; недостаточным количеством оборотной воды, подаваемый на грохоты мокрой классификации и обесшламливания, а также при высоком содержании твердой фазы в этой воде.

Вследствие повышенного содержания мелких классов в продуктах обогащения резко ухудшается отмывка магнетита на обезвоживающих грохотах и увеличиваются потери его с продуктами обогащения. При этом возрастает зашламленность разбавленной суспензии, что в свою очередь повышает потери магнетита с отходами регенерации.

Для поддержания минимального расхода магнетита необходимо:

- сброс отходов регенерации на осветление поддерживать в пределах 15-20 $м^3/ч$ на 100 т обогащаемого угля;

- в желобах ополаскивающих устройств поддерживать постоянный перелив по всей ширине грохота;

- все случайные сбросы магнетитовой суспензии (переливы, выпуски из стояков насосов, течи из сальников насосов, течи из трубопроводов и аппаратов и др.) собирать в зумпф и возвращать в сборник некондиционной суспензии.

Содержание твердой фазы в оборотной воде, подаваемой на отмывку магнетита от продуктов обогащения, должно быть не более 80-100 $кг/м^3$.

Увеличение плотности кондиционной суспензии достигается добавлением свежей суспензии большей плотности или повышением расхода суспензии при отводе на регенерацию, если имеется достаточный ее запас в сборнике. Разбавление суспензии производится водой непосредственно в сборнике кондиционной суспензии.

Для восполнения потерь магнетита с продуктами обогащения, отходами регенерации, с случайными нетехнологическими потерями в систему добавляется свежая суспензия большой плотности, как правило, один раз в смену или один раз в сутки.

Необходимая плотность магнетитовой суспензии, ее качество и количество в сборниках являются одним из основных условий правильного ведения технологического процесса.

6.2.2. Эксплуатация сепараторов

Обогащение крупного угля в магнетитовой суспензии на отечественных обогатительных фабриках производится в колесных сепараторах типов СК, СКВ и СКВП.

При подготовке сепаратора к работе необходимо:

- проверить уровень масла в редукторах и наличие смазки в насосе станции смазочного устройства; систему считать заполненной смазкой и подготовленной к работе при выходе смазки через лабиринтные уплотнения всех подшипниковых узлов сепаратора;

- в сепараторах типа СКВ и СКВП проверить и в случае необходимости отрегулировать зазор между корпусом сепаратора и элеваторным колесом. Регулировку производить натяжными винтами опорных катков. Боковые зазоры должны быть примерно одинаковыми с обеих сторон, а радиальный зазор между днищем и колесом в нижней точке должен составлять 30-50 мм и в месте разгрузки тяжелой фракции 20-30 мм. Образованный между колесом и ванной расширяющийся зазор исключает возможность заклинивания колеса во время работы;

- проверить и отрегулировать цевочное зацепление привода элеваторного колеса. Зазор между впадиной приводной звездочки редуктора и цевками должен составлять 3-5 мм;

- проверить и при необходимости отрегулировать работу откидных решеток ковшей элеваторного колеса. Перекос и заклинивание решеток недопустимы. Откидные решетки элеваторного колеса должны свободно открываться и закрываться под действием собственной массы;

- проверить работу блокировки механизмов сепаратора с механизмами подачи нагрузки на сепаратор. При остановке любого механизма сепаратора механизм подачи нагрузки должен автоматически отключаться.

Вращение элеваторного колеса должно быть равномерным без рывков и заеданий, трение его об уплотнения, корпус и ограждения не допускается, при этом вращение всех четырех опорных катков обязательно. Торцевое биение колеса элеваторного при его вращении на катках не должно превышать I6 мм для сепаратора с шириной ванны 2000 мм и 22 мм для больших типоразмеров.

Температура подшипников узлов сепаратора не должна превышать температуру окружающей среды более, чем на 40°С, а по абсолютному значению не должна быть выше 65°С.

Обязательным условием нормальной работы тяжелосредных сепараторов является наличие транспортного и восходящего потоков суспензии. Соотношение потоков должно, примерно, составлять: восходящего - 2/3, транспортного I/3 общего расхода суспензии. Необходимо следить, чтобы соотношение потоков и общее количество подаваемой в сепаратор суспензии были строго постоянными.

Сепаратор загружается исходным углем только после заполнения ванны суспензией и установления ее циркуляции.

Исходный продукт должен загружаться равномерно по всей ширине ванны. Односторонняя загрузка сепаратора снижает его производительность и ухудшает качество разделения.

При эксплуатации сепаратора необходимо следить за сохранностью сита предварительного сброса суспензии. Суспензия с порога сепаратора отводится на регенерацию периодически или непрерывно с помощью специального устройства, связанного с автоматическим регулятором плотности.

6.2.3. Эксплуатация гидроциклонов

Все механизмы гидроциклонного комплекса пускаются в ход дистанционно из диспетчерского пункта в определенной последовательности. Пуск насосов кондиционной и некондиционной суспензии производится с места. Пуску подлежат только проверенные, исправные механизмы. За 20-30 минут до начала пуска в сборник и суспензии подается сжатый воздух и производится взмучивание суспензии. Необходимо убедиться: поступает ли воздух в указанные емкости, так как не исключена возможность, что из-за неправильных действий оператора во время предыдущей остановки, может произойти закупоривание трубопровода магнетитом. После

общего сигнала пуска последовательно включаются обезвоживающие грохоты, центрифуги и электромагнитные сепараторы. Закрывается подача воздуха в сборники суспензии и включаются насосы некондиционной и рабочей суспензии. Оператор должен убедиться в надежной непрерывной циркуляции суспензии путем наблюдения за показаниями манометров на гидроциклонах и за наличием суспензии на дуговых ситах и грохотах. На ополаскивающие устройства подается оборотная вода и слив электромагнитных сепараторов.

После достижения заданной плотности суспензии, что видно из показаний регулятора плотности, в смеситель подается уголь. Для этого необходимо включить грохоты подготовительной классификации, грохоты для обесшламливания машинного класса и последовательно все механизмы транспортной цепочки подачи обогащаемого материала. Не допускается подача исходного материала в смеситель при отсутствии в его напорном отделении перелива через сливной порог, а также в том случае, если уровень суспензии в напорном отделении ниже, чем в смесительном. Перед подачей исходного материала на обогащение уровень суспензии в смесительном отделении должен быть на 300-350 мм ниже ее уровня в напорном отделении. До подачи питания в смеситель проверяют не зашламованы ли гидроциклоны. В этом убеждаются по наличию потоков суспензии на дуговых ситах или на обезвоживающих грохотах установки. О нормальной работе гидроциклона на выпуске отходов можно судить по потоку суспензии в виде зонта в приемной камере на конической части гидроциклона. Для нормального разделения в гидроциклонах должен поддерживаться постоянный напор. Постоянный напор также поддерживается на переливе в смесителе. При обогащении угля в гидроциклоне плотность разделения обычно превышает плотность поступающей суспензии. Она повышается при уменьшении диаметра нижнего разгрузочного или при увеличении диаметра сливного патрубка. Изменением диаметров разгрузочного и сливного патрубков можно регулировать плотность разделения угля в гидроциклоне.

При разделении материала на три конечных продукта в трехпродуктовых гидроциклонах необходимо, чтобы плотность разделения во второй секции была выше на 300-500 кг/м^3, чем в первой. Плотность разделения регулируется также изменением концентра-

ции шлама в суспензии или размером разгрузочного патрубка. Для уменьшения разницы между плотностями разделения в первой и во второй секциях трехпродуктового гидроциклона необходимо повысить зашламленность суспензии, для увеличения - уменьшить. В том случае, если суспензия практически полностью очищена от шлама, плотность разделения во второй секции можно увеличить за счет уменьшения диаметра нижней насадки. Дросселировать нижнюю насадку нужно в ограниченных пределах, так как при малых диаметрах может произойти забутовка насадки обогащаемым материалом. В двухпродуктовых гидроциклонах при хорошо налаженном режиме работы также происходит расслоение суспензии: на выпуске отходов суспензия уплотняется на 100-150 кг/м^3, а на выпуске концентрата плотность суспензии снижается на 30-150 кг/м^3 по сравнению с плотностью исходной суспензии. Как отмечалось, смеситель, предназначенный для смачивания и смешивания обогащаемого материала с суспензией, должен работать с переливом. Однако в перелив не должны поступать зерна угля, так как это приводит к дополнительному озолению концентрата высокозольными частицами, вынесенными суспензией в перелив. Перелив смесителя, как правило, замыкается на дуговое сито или промывочно-обезвоживающий грохот для концентрата. Унос частиц обогащаемого материала с переливом суспензии предотвращается следующими мероприятиями. В камеру с большим сечением (смесительное отделение) подается обогащаемый материал и часть суспензии, которая после смешивания с углем проходит через специальную решетку для улавливания крупных частиц (с диаметром ячеек 50х50мм) и направляется в гидроциклон по трубопроводу, присоединенному к днищу смесителя. Угол наклона трубопровода следует принимать в пределах 60-70°, причем большее значение должно приниматься при содержании в угле более 40% породных фракций. В камеру меньшего сечения (напорное отделение) также подается часть суспензии, причем в таком количестве, чтобы постоянно создавался перелив через порог и уровень перелива был на 300-350 мм выше уровня смеси (пульпы) в камере большого сечения. Расход суспензии через перелив обычно составляет 5% и не должен превышать 10% от объема суспензии, поступающей в оба отделения смесителя.

Под действием избыточного напора суспензия непрерывно перетекает через отверстие в днище меньшей камеры в камеру большого объема, чем предотвращается вынос угля в перелив. Высота перелива из напорного отделения в переливной карман должна составлять 30-50 мм. Количество суспензии, подаваемой в напорное отделение смесителя, регулируется задвижкой, установленной на распределительном баке.

Таким образом, если при работе установки в перелив смесителя пойдет обогащаемый уголь, то это может произойти по следующим причинам:

- забита решетка смесителя инородными предметами или крупным материалом. Для устранения необходимо очистить решетку от посторонних предметов;

- в напорное отделение смесителя подается недостаточное количество суспензии. Следует отрегулировать (увеличить) подачу суспензии из распределительного бака;

- гидроциклон забит обогащаемым материалом.

Подтверждением того, что гидроциклон забит, является отсутствие суспензии на выпусках концентрата и отходов. Суспензия с углем в этом случае поступает через перелив смесителя на грохот для промывки и обезвоживания концентрата. Для ликвидации этой неполадки необходимо снять нагрузку, остановить установку, выпустить столб пульпы из трубопровода перед гидроциклоном и расшламовать гидроциклон.

Необходимо ежедневно следить за исправностью дуговых сит, наблюдая за их состоянием через люки на задней стенке корпуса. В целях равномерного износа фильтрующей поверхности сит их необходимо периодически, примерно раз в месяц, поворачивать на 180°. В процессе работы установки необходимо следить за работой насосов путем наблюдения за величиной давления на манометрах и за плотностью суспензии по показаниям регулятора ее плотности.

Во время работы установки за счет воды, вносимой обесшламленным углем, происходит разбавление рабочей суспензии. При ручной настройке технологического процесса регенерации магнетито-

вой суспензии, опытным путем следует подобрать фиксированное положение шланга делителя, при котором на регенерацию отводилось бы такое количество рабочей суспензии, чтобы плотность циркулирующей рабочей суспензии имела тенденцию к повышению. Тогда, для поддержания заданной плотности суспензии и допустимой запыленности ее, необходимо систематически добавлять свежую воду в сборник кондиционной суспензии. При работе регулятора плотности суспензии необходимо ручку регулятора поставить в положение "режим автоматический". В этом случае разбавление суспензии производится автоматически. Регулирование работы гидроциклонов на ходу, как правило, не производится, так как оно может производиться только изменением размера нижней насадки и плотности рабочей суспензии. Диаметры нижних насадок двухпродуктовых гидроциклонов и оптимальные соотношения диаметров насадок для трехпродуктового гидроциклона подбираются в процессе наладки и регулировании гидроциклонного тяжелосредного комплекса. Поддержание постоянства работы гидроциклона производится периодической сменой нижних насадок по мере их износа.

Выключение механизмов гидроциклонного комплекса производится в порядке, обратном запуску, т.е. после прекращения подачи угля на обогащение. При остановке механизмов транспортной цепочки для подачи угля соблюдаются определенные интервалы до полной выработки угля из машин. После прекращения подачи угля необходимо, чтобы установка проработала 10-15 минут для выработки оставшихся продуктов обогащения из машин и шлама из рабочей суспензии.

Остановка производится в следующей последовательности:

- прекращается подача оборотной воды на брызгальные устройства грохотов подготовительной классификации и грохота для обесшламливания машинного класса;

- останавливаются грохоты подготовительной классификации и обесшламливания машинного класса;

- выключаются насосы, подающие кондиционную суспензию в систему циркуляции и некондиционную суспензию на электромагнитные сепараторы, при этом оператор прекращает подачу воды к сальникам насосов.

6.2.4. Эксплуатация электромагнитных сепараторов

Регенерация разбавленной магнетитовой суспензии производится на электромагнитных сепараторах.

Перед пуском электромагнитного сепаратора необходимо:

- проверить наличие смазки в редукторе и подшипниковых узлах барабана;

- открыть кран на маслопроводе и проверить заполнение электромагнитного барабана маслом, при необходимости долить в маслобак трансформаторное масло до уровня риски на смотровом окне. После заливки масла отверстие в маслобаке закрыть пробкой. ;

- проверить и, при необходимости, подтянуть все болты крепления крышек к кожуху барабана, болтовые крепления редуктора, электродвигателя и т.д. ;

- убедиться в отсутствии посторонних предметов в ванне сепаратора, в разгрузочных насадках, на барабане, приводе и в желобах, отводящих продукты регенерации;

- проверить состояние футеровки в приемной камере, резиновых полос на скребках, ограждений, рабочей поверхности барабана, заземлений, натяжение клиноременных передач.

Пуск сепаратора производится в следующем порядке:

- включается электродвигатель привода электромагнитного сепаратора, затем включается питание катушек электромагнитной системы; при наличии магнитного поля на поверхности барабана производится подача пульпы в сепаратор.

Электромагнитная система может включаться одновременно с электродвигателем привода.

Включенной электромагнитную систему, без подачи пульпы в сепаратор, не допускается оставлять более, чем на 5 мин.

Выпрямленное напряжение, подаваемое из преобразователя на катушки электромагнитной системы барабана, является регулируемым и должно составлять 310-320 В при токе установившегося теплового режима до 60 А для сепаратора ЭБМ-80/170П и 88 А для сепаратора ЭБМ 90/250.

Снижение напряжения ведет к уменьшению напряженности магнитного поля на поверхности барабана и, как результат, к возрастанию потерь магнетита с отходами сепаратора, но при этом снижается расход электроэнергии. Поэтому возможно в отдельных случаях устанавливать минимальное напряжение с учетом допустимых потерь магнетита с отходами сепаратора.

Производительность сепаратора по отходам регулируется сменными насадками диаметром 25,30,35 и 40 мм пропускной способностью от 5 до 13,3 $м^3/ч$ на одну насадку.

Производительность сепаратора по отходам может быть уменьшена путем установки резиновых заглушек вместо насадок.

Заглушки устанавливаются в следующих количествах, не более одной на сепараторе ЭБМ-80/170П и не более двух на ЭБМ 90/250.

Во время работы электромагнитных сепараторов необходимо следить за:

- наличием магнитного поля на поверхности барабана и масла в барабане;

- исправной работой привода;

- отсутствием течей масла из подшипниковых узлов барабана, маслобака и маслопровода;

- нормальной работой приемника питания ванны хвостовых насадок и подачей питания в сепаратор.

Пуск и остановка барабана сепаратора под нагрузкой не допускается во избежание запрессовки зазоров и щелей магнитным материалом.

При значительной перегрузке или попадании посторонних предметов барабан сепаратора может заклинить.

Для нормальной работы сепаратора уровень суспензии в ванне должен поддерживаться выше сливного порога на 50-60 мм.

6.2.5. Эксплуатация грохотов

Для отделения рабочей суспензии, отмывки магнетита от продуктов обогащения, с целью его улавливания и возврата в процесс, и последующего обезвоживания продуктов обогащения на тяжелосредных установках применяются в основном самобалансные грохоты ГИСЛ, ГИСТ и ВП. Короб грохота, как правило, устанавливается горизонтально.

Грохоты в процессе эксплуатации обычно не требуют специальной настройки и регулировки. Правильная их работа обеспечивается, если при монтаже и наладке были выполнены все требования инструкции завода-изготовителя и проведена проверка работы в режиме холостого хода и под нагрузкой.

Перед пуском грохота необходимо проверить:

- наличие смазки в вибраторах;
- исправность и надежность крепления сит;
- наличие и правильность натяжения ремней или исправность эластичных муфт;
- наличие и исправность ограждений вращающихся частей;
- исправность и чистоту ополаскивающих устройств;
- отсутствие заеданий в вибраторе при проворачивании его вручную. Вал при этом должен качаться свободно, без заеданий, дебалансы должны возвращаться в исходное положение.

Запуск и остановка грохота производится только вхолостую после полной очистки сит. Загружать грохоты материалом необходимо равномерно по ширине короба и таким образом, чтобы в загрузочной части короба не накапливался подаваемый материал. Толщину слоя материала на сите следует регулировать и устанавливать в зависимости от требуемой производительности и эффективности ополаскивания и обезвоживания продуктов обогащения.

При эксплуатации промывочно-обезвоживающих грохотов необходимо:

- периодически, в течение смены, контролировать равномерность шума, возникающего при работе грохота;
- следить за креплением сит и наличием смазки в вибраторах;
- не менее одного раза в смену контролировать состояние пружин и опор;
- периодически контролировать температуру нагрева подшипников вибратора. В течение первых двух часов работы грохота она может повышаться, после чего должна быть постоянной и не превышать температуру окружающей среды более чем на 40–45 °С;

- отрегулировать подачу воды в ополаскивающие устройства и постоянно следить за их работой, чтобы обеспечить более полное ополаскивание продуктов обогащения.

Для отмывки магнетита от продуктов обогащения на обезвоживающих грохотах применять ополаскивающие устройства трех типов: ливневые - безнапорные, веерные - напорные и центробежные - типа УРЦ.

6.2.6.Эксплуатация суспензионных насосов

Для транспортирования рабочей и разбавленной магнетитовой суспензии с большим содержанием твердой фазы и высокой абразивностью применяются центробежные насосы, у которых быстроизнашивающиеся детали изготавливаются из специальных твердых сплавов или футеруются износостойкими материалами. Рекомендуются к применению насосы типов ГрА, С, ШН, Ш.

Подача, напор и потребляемая мощность насоса, работающего при определенном числе оборотов, непостоянны. Напор и подача насоса взаимно связаны. С изменением этих параметров изменяются к.п.д. и потребляемая мощность.

На показатели работы насоса в значительной степени влияет вязкость подаваемой суспензии.

Подача, напор и к.п.д. при увеличении вязкости суспензии уменьшаются, а потребляемая мощность возрастает.

Перед пуском центробежного насоса необходимо провернуть рабочее колесо вручную или легким толчком электропривода,чтобы убедиться, что рабочая камера не забита осевшим материалом. Если ротор вручную не проворачивается, необходимо промыть рабочую камеру водой. Если и после промывки ротор не проворачивается, необходимо разобрать насос и очистить его от инородных предметов.

Убедившись в исправности насоса, включают двигатель,закрывают подачу воздуха в сборник суспензии и открывают задвижку на всасывающем трубопроводе. На нагнетательном трубопроводе задвижка должна быть закрыта (пуск насоса при открытой зад-

вижке вызывает перегрузку двигателя). В кольцо гидравлического уплотнения подается вода. По количеству воды, вытекающей из сальника, проверяется его исправность.

После пуска насоса слегка приоткрывают задвижку на нагнетательном трубопроводе и проверяют, не греются ли подшипники и сальник.

После этого медленным открытием задвижки выводят насос на рабочий режим, наблюдая за показаниями манометра и амперметра.

Повышение напора сверх нормы указывает, что забита нагнетательная линия или перекрыта запорная арматура на ней. Уровень суспензии в сборнике при работе насоса необходимо поддерживать над осью насоса не ниже 0,5 м, в противном случае насос будет подсасывать воздух и работать толчками.

Во время работы насоса необходимо следить:

- за показаниями контрольно-измерительных приборов;
- за температурой масла и нагревом подшипников, температура которых не должна превышать 60°С;
- за работой сальниковых уплотнений, которые должны быть холодными или чуть теплыми;
- за нагревом электродвигателя насоса: при чрезмерном нагреве электродвигатель останавливается.

При нормальной эксплуатации насос работает без стука, вибраций и нагрева.

В случае нагрева частей насоса (подшипники, сальник) или возникновения вибраций, а также изменений звука работающего электродвигателя необходимо выяснить причины неполадок и устранить их. Если невозможно устранить причины ненормальной работы, насос необходимо остановить и включить в работу резервный.

Перед остановкой насоса закрывают задвижку на нагнетательном трубопроводе, выключают электродвигатель, прекращают подачу воды в кольцо гидравлического уплотнения и закрывают задвижку на всасе. После этого открывается задвижка на нагнетательном трубопроводе и из насоса и нагнетательного трубопровода выпускается суспензия, а также промывная вода, которые направляют в зумпф для последующего возврата в сборник некондиционной суспензии.

Регулирование производительности или напора насоса осуществляется:

- при помощи дросселирования задвижкой на нагнетательном или всасывающем трубопроводе;
- при изменении диаметра рабочего колеса;
- изменением частоты вращения рабочего колеса.

Регулирование при помощи дросселирования задвижкой на трубопроводе применяется тогда, когда необходимо уменьшить производительность при неизменной частоте вращения рабочего колеса. Этот способ неэкономичен, но наиболее доступен при оперативной регулировке.

Необходимо избегать изменения производительности насоса прикрытием задвижки на всасывающем трубопроводе, так как при этом сильно снижается всасывающая способность насоса.

Регулирование при помощи уменьшения диаметра рабочего колеса дает возможность уменьшить напор при малом изменении производительности насоса.

Регулирование путем изменения частоты вращения рабочего колеса применяется в тех случаях, когда необходимо изменить напор и подачу насоса. При изменении частоты вращения рабочего колеса насоса его подача изменяется пропорционально первой степени частоты вращения, напор - второй степени и мощность - третьей степени.

6.3. Остановка тяжелосредных установок

Выключение машин и механизмов при остановке тяжелосредных установок производится в порядке, обратном запуску, т.е. с прекращения подачи рядового угля из бункера.

При остановке механизмов транспортной цепочки для подачи рядового угля соблюдаются определенные интервалы времени до полной выработки угля из машин. После прекращения подачи рядового угля необходимо, чтобы установка проработала 5-10 мин. для выработки оставшихся в аппаратах продуктов обогащения и шлама из рабочей суспензии.

Остановка механизмов производится в следующем порядке:

- останавливается транспортная цепочка механизмов, подающих уголь на классификационные грохоты;

- прекращается подача оборотной воды на брызгала грохотов подготовительной классификации и грохоты обесшламливания машинного класса;

- вырабатываются продукты обогащения из тяжелосредных аппаратов;

- останавливается насос кондиционной суспензии, выпускается суспензия из ванны сепаратора через выпускные устройства в сборник. Закрывается задвижка на всасывающем трубопроводе и выпускается суспензия из нагнетательного трубопровода в сборник случайных переливов, промывается насос;

- выключается авторегулятор плотности суспензии;

- останавливаются приводы элеваторного колеса и гребкового устройства;

- вырабатывается разбавленная суспензия из сборника некондиционной суспензии через электромагнитные сепараторы, останавливается насос некондиционной суспензии. Закрывается задвижка на всасе и выпускается суспензия из нагнетательного трубопровода

- прекращается подача воды к сальникам насосов;

- останавливаются электромагнитные сепараторы;

- останавливаются грохоты для промывки и обезвоживания продуктов обогащения и ленточные конвейеры, транспортирующие продукты обогащения на погрузку и в отвал.

После остановки машин и механизмов тяжелосредной установки сточные воды и выпуски из всасов насосов, собранные в сборнике случайных переливов, подаются в сборник некондиционной суспензии.

Производится чистка сит классификационных и обезвоживающих грохотов, промываются тяжелосредные и электромагнитные сепараторы.

6.4. Правила безопасности при эксплуатации тяжелосредных установок.

Задачей техники безопасности при эксплуатации машин и механизмов является предупреждение и устранение причин производственного травматизма и обеспечение безопасных условий труда.

Для обеспечения безопасных условий труда необходимо учитывать и предусматривать следующие основные положения: правильное ведение технологического процесса, прочность машин и механизмов, их устойчивость при работе и перемещении, надежное ограждение всех движущихся и вращающихся частей, свободный доступ к оборудованию для его обслуживания и ремонта, соблюдение норм промышленной санитарии и гигиены.

При обслуживании оборудования углеобогатительных фабрик основными причинами несчастных случаев являются захват одежды или рук работающих вращающимися валами, шестернями, шкивами, муфтами, ремнями, а также падение инструмента и человека в открытые емкости.

При обслуживании машин и механизмов тяжелосредных установок (колесных тяжелосредных сепараторов,электромагнитных сепараторов, промывочно-обезвоживающих грохотов,насосов и др.) необходимо соблюдать следующие меры безопасности:

- все движущиеся и вращающиеся части машин и механизмов должны быть закрыты съемными металлическими ограждениями или кожухами, препятствующими доступу обслуживающего персонала в опасные зоны в период работы оборудования и позволяющие быстро и удобно осуществлять осмотр и смазку их. Ограждения не должны иметь острых углов и резких выступов. Жесткость и крепление ограждений должны выдерживать случайные нагрузки со стороны обслуживающего персонала, чтобы обеспечить полную его безопасность. На сепараторах ограждения выполняются сплошными или сетчатыми с размером ячеек не более 50х50 мм. Корпус тяжелосредного сепаратора ограждается перилами.

Применяемые для классификации рядовых углей и обезвоживания продуктов обогащения грохоты ГИСЛ, ГИСТ и ГИЛ оборудованы

быстровращающимися дебалансными массами.Защитные кожухи для дебалансных масс должны быть достаточно прочными, чтобы удержать поврежденный диск или его обломки, поэтому их необходимо изготавливать из листовой стали. Короба этих грохотов особой опасности не представляют, и их ограждение не обязательно. Привод грохотов закрывается легкосъемным сетчатым ограждением;

- сборники суспензии, а также все зумпфы, приямки,траншеи, дренажные канавы и колодцы необходимо перекрывать крышками или ограждать перилами, а в местах перехода оборудовать переходные мостики;

- смазка, обтирка, чистка и ремонт сепараторов,насосов и грохотов должны производиться только при полной остановке и снятии напряжения, причем должны быть приняты меры,препятствующие ошибочной подаче напряжения. Очистка внутренних поверхностей тяжелосредных сепараторов от шлама и осевшего материала должна производиться не менее чем двумя рабочими, которые должны пользоваться предохранительными поясами.

Проходы между машинами должны быть свободными и не загромождены оборудованием, запасными деталями или другими предметами, содержаться в чистоте. Пол около обслуживаемых машин должен быть ровным без перепадов, порогов и нескользким,для чего рабочие площадки необходимо покрывать рифленным железом;

- производственные помещения тяжелосредной установки должны быть освещены в соответствии с действующими строительными нормами и правилами "Искусственное освещение";

- электрооборудование,машины и механизмы должны быть надежно заземлены, а изоляция кабелей содержаться в исправном состоянии. На рабочем месте должны быть резиновые коврики и диэлектрические перчатки;

- пускать машины и механизмы разрешается только при полной их исправности и исправной пусковой аппаратуре.Перед пуском необходимо подать предупредительный сигнал.При дистанционном пуске механизмов и при наличии соответствующей сигнализации оператор фабрики перед пуском должен получить ответный сигнал с каждого рабочего места. Значение сигналов должно быть известно всем работающим;

- возле каждого сепаратора, грохота и насоса должна быть вывешена инструкция по технической эксплуатации, уходу, безопасному обслуживанию, последовательности запуска и остановки агрегатов;

-обслуживающий персонал должен быть одет в установленную для данного рабочего места спецодежду. При обслуживании машин и механизмов тяжелосредных установок запрещается:

- включать механизмы без предупредительного звукового или светового сигнала,

- пользоваться неутвержденными сигналами,

- работать без ограждений или при неисправных ограждениях,

- прикасаться руками к движущимся и вращающимся частям машин,

- производить ремонт и чистку механизмов на ходу или не обесточив их,

- пользоваться неисправным инструментом,

- включать в работу неисправные механизмы,

- надевать или поправлять на ходу приводные ремни или цепи,

-производить на ходу смазку подшипниковых узлов сепараторов,

- захламлять рабочее место и проходы посторонними предметами,

- работать на неосвещенном или плохо освещенном рабочем месте,

- становиться на перила площадок, предохранительные кожухи и ограждения, трубопроводы и металлоконструкции, не имеющие специальных ограждений,

- производить регулировку зазора между элеваторным колесом и корпусом при работе сепаратора,

- производить какие бы то ни было работы в течках при работе элеваторного колеса тяжелосредного сепаратора,

- при ремонтах и осмотрах сепаратора становиться на лопасти гребкового механизма и верхнюю часть элеваторного колеса, которые могут самопроизвольно повернуться под действием массы человека,

- производить очистку ковшей элеваторного колеса или лотков и желобов во время работы сепаратора,

- обслуживающему персоналу находиться вблизи включенного барабана электромагнитного сепаратора с ферромагнитными предметами, инструментом и измерительными приборами,

- работать электромагнитным сепаратором при обнаружении утечек масла из барабана, маслопривода или маслобака,

- извлекать из ванны сепараторов посторонние предметы на ходу.

З А К Л Ю Ч Е Н И Е

"Рекомендации по технологическим схемам и параметрам обогащения крупного и мелкого угля в магнетитовых суспензиях", разработанные институтами ИОТТ, УкрНИИУглеобогащение и ВФ института "Гипроуглеавтоматизация" в 1987 г., скорректированы с учетом нового технологического оборудования и опыта эксплуатации отечественных и зарубежных обогатительных фабрик.

В работе нашли отражение вопросы выбора и расчета технологических схем, а также регулирования и контроля процесса тяжелосредного обогащения на действующих фабриках. Приведены характеристики утяжелителя и требования, предъявляемые к нему, характеристики основного и вспомогательного оборудования, технологические схемы обогащения и регенерации суспензии.

Материал представляет собой вторую редакцию "Рекомендаций..." с учетом замечаний заинтересованных организаций.

"Рекомендации по технологическим схемам и параметрам обогащения крупного и мелкого угля в магнетитовых суспензиях" являются третьим изданием.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

I. Рекомендации по обогащению угля в магнетитовой суспензии/ИОТТ и УкрНИИУглеобогащение.-М.:Ротапринт ИОТТ,1976-171с.

2. Министерство угольной промышленности СССР.
Нормы технологического проектирования углеобогатительных фабрик - ВНТПЗ - 86.-М.:Типография ХОЗУ Минуглепрома СССР, 1986г. - 176с.

3. Справочник по обогащению углей/под редакцией И.С.Благова,А.М.Коткина,Л.С.Зарубина - 2-е изд.перераб.и доп.-М.:Недра,1984.-614с.

4. Иофа М.Б.,Зарубин Л.С.,Хайдакин В.И. Обогащение мелкого угля в тяжелосредных гидроциклонах.М.:Недра,1978.-239с.

5. В.И.Хайдакин.,М.Н.Ковшарь.,Н.А.Самылин.Наладка и регулировка оборудования для обогащения углей в тяжелых средах.-М.:Недра,1982.-176с.

6. Магнетитовые утяжелители для тяжелосредного обогащения углей: Обзор.информ/Л.С.Зарубин.,М.Б.Иофа,В.И.Чернов.-М., 1983.-41с.

7. Министерство угольной промышленности СССР.Инструкция по нормированию расхода магнетита для обогатительных фабрик/ М.:Ротапринт ИОТТ,1983.-10с.

Заказ 708 Подписано в печать 18.03.88
Объем 13,0 п. л. Тираж 500
Типография Министерства угольной промышленности СССР,
Люберцы, 140004, Октябрьский просп.

gost.e-ecolog.ru