РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОБОГАЩЕНИЮ УГЛЯ В МАГНЕТИТОВОЙ СУСПЕНЗИИ

(ОСНОВНЫЕ ПАРАМЕТРЫ)



gost.e-ecolog.ru

Министерство угольной промышленности СССР
Институт обогащения твердых горючих ископаемых (ИОТТ)

Министерство угольной промышленности УССР
Украинский научно-исследовательский и проектно-конструкторский
институт по обогащению и брикетированию углей
(УкрНИИУглеобогащение)

Утверждено
Начальником Технологического
управления по обогащению углей
Минуглепрома СССР
И.С.Благовым
25 марта 1976 г.

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОБОГАЩЕНИЮ УГЛЯ В МАГНЕТИТОВОЙ СУСПЕНЗИИ

(основные параметры)

Москва
1976

УДК 622.766.43

В работе изложены основные параметры технологического процесса обогащения крупного и мелкого угля в магнетитовой суспензии, разработанные на основе обобщения промышленного опыта работы отечественных обогатительных фабрик и установок.

Приведены характеристика магнетитового утяжелителя и основные свойства магнетитовой суспензии, используемой как среда для обогащения.

Даны принципиальные технологические схемы обогащения угля и регенерации суспензии и помещена краткая характеристика основного и вспомогательного оборудования; изложены нормы расчета нагрузок на оборудование.

Основные параметры технологии обогащения угля в магнетитовой суспензии разработаны Институтом обогащения тверцых горючих ископаемых и "Укрниуглеобогащением". В разработке непосредственное участие принимали от ИОТТ: Благова З.С., ст.н.сотр.,к.т.н., Доброхотова И.А., ст.н.сотр.,к.т.н., Зарубин Л.С., зав.лаб.,д.т.н., Иофа М.Б., ст.н.сотр.,к.т.н., Маевский Ю.Р., ст.н.сотр.,к.т.н., Смураго Э.В., зав.группой, Черткова А.К. ст.инж., от "УкрНИИУглеобогащения": Готовщикова Л.К., мл.н.сотр., Дегтярева Н.Н. инж., Ковшарь М.Н., зав.сектором, Усенко Ю.П., ст.н.с., Хайцакин В.И., ст.н.с.,к.т.н., Ямпольский М.Н., зав.лаб.,к.т.н.

Параметры и нормативные рекомендации предназначены для использования при проектировании фабрик и установок с применением технологии обогащения угля в магнетитовой суспензии, а также при контроле и регулировании процесса на действующих предприятиях.

I. ВВЕДЕНИЕ

На основании обобщения данных зарубежной практики и опыта эксплуатации первых отечественных фабрик, обогащающих уголь в минеральной суспензии, в 1967г. были разработаны и выпущены "Основные параметры технологии обогащения угля в магнетитовой суспензии" [1].

Целью разработки параметров являлось обеспечение проектных институтов и инженерно-технических работников действующих фабрик, использующих тяжелосредное обогащение, необходимыми исходными данными для выбора и расчета технологических схем и оборудования, а также для регулирования и контроля процесса обогащения.

Этот материал явился основанием для разработки "Указаний по технологическому проектированию фабрик для обогащения угля в минеральных суспензиях", выпущенных Центрогипрошахтом в 1971г.

В связи с широким распространением метода обогащения в тяжелых средах в угольной промышленности Советского Союза, созданием нового оборудования, совершенствованием и отработкой технологии возникла необходимость в пересмотре и корректировке выпущенных ранее "Основных параметров".

В работе содержатся данные, характеризующие утяжелитель и требования, предъявляемые к нему, необходимые формулы для расчета параметров суспензии, характеристики основного и вспомогательного оборудования, технологические показатели тяжелосредного процесса и регенерации суспензии, а также некоторые указания по компоновке оборудования.

Обогащение углей в тяжелых средах получило в Советском Союзе значительное распространение во всех бассейнах. Этим методом обогащаются угли каменные, бурые, антрациты и сланцы при плотности разделения от 1400 до 2200 кг/м^3.

В 1975 г. на 70 фабриках и установках Минуглепрома СССР было обогащено этим методом около 68 млн.т угля. Он занимает второе место после отсадки как в СССР, так и во многих зарубежных угледобывающих странах. В 10-й пятилетке (до 1980 года) намечено дальнейшее расширение объема переработки угля в тяжелых средах с вводом в действие мощных фабрик производительностью 6 и более млн. т в год.

За последнее время разработаны и внедрены новые, более совершенные образцы основного и вспомогательного оборудования: сепараторы СКВ-20 и СКВ-32, электромагнитные сепараторы ЭБМ 80/170 и ЭБМ 80/250, трехпродуктовые сепараторы СТТ-20, гидроциклоны ГТ-3/80, КГ-2/50, ГТБ, комплексы автоматического приготовления тяжелой среды (КАПТС) и др. Усовершенствованы технологические схемы, уточнены параметры работы машин и аппаратов.

В связи с изложенным, пересмотр параметров технологии обогащения крупного и мелкого угля в магнетитовой суспензии явился насущной задачей.

Работа выполнена институтами ИОТТ Минуглепрома СССР и УкрНИИУглеобогащение Минуглепрома УССР. Материалы по характеристике оборудования представлены институтом Гипромашуглеобогащение, а материалы для раздела - "Средства контроля и регулирования" - Ворошиловградским филиалом института Гипроуглеавтоматизация.

2. ТРЕБОВАНИЯ, ПРЕДЪЯВЛЯЕМЫЕ К МАГНЕТИТОВОМУ УТЯЖЕЛИТЕЛЮ, И РАСЧЕТ КОМПОНЕНТОВ СУСПЕНЗИИ

2.I. Характеристика магнетита

2.I.I. Плотность

В качестве утяжелителя рекомендуется применять магнетитовый концентрат плотностью 4300-4600 кг/м^3 и более (до $\sim$ 5000 кг/м^3), поставляемый железорудными горнообогатительными комбинатами.

Основными поставщиками кондиционного магнетита могут служить горнообогатительный комбинат Криворожского бассейна ЮГОК - для углеобогатительных фабрик Европейской части Союза и Соколовско-Сарбайский горнообогатительный комбинат для фабрик Урала, Кузбасса, Караганды и других восточных бассейнов страны.

Плотность магнетитового утяжелителя определяется пикнометрическим способом в лабораторных условиях для навесок по 5-I0 г в пикнометрах емкостью 50 или I00 мл. Определение производится в дистиллированной воде или в техническом спирте (гидролизном, изобутиловом и др.)

Для быстрого определения плотности магнетита в производственных условиях, при контроле поступающих на фабрики партий магнетита, можно пользоваться следующим способом: пробу утяжелителя весом в 0,5 кг поместить в цилиндр емкостью 500 мл.

Если вес сухого цилиндра P_1 кг;
вес цилиндра с навеской P_2, кг;
вес цилиндра с навеской и водой до метки P_3, кг;
вес цилиндра, без навески, заполненного водой до метки P_4, кг;

то плотность магнетита

$$\delta = \frac{P_2 - P_1}{(P_4 - P_1) - (P_3 - P_2)} \quad \text{,кг/м}^3 \qquad (2.I.)$$

2.I.2. Крупность.

Крупность магнетита должна отвечать определенным требованиям в зависимости от типов аппаратов, используемых для обогащения. По крупности магнетитовый утяжелитель подразделен на три сорта: крупный, мелкий и тонкий.

Тип магнетитового утяжелителя	К	М	Т
Содержание зерен, %			
менее 20 мкм	от 3 до I0	от I0 до 25	от 25 до 35
менее 40 мкм	от 40 до 50	от 50 до 60	от 60 до 75
более I50 мкм	от 2 до I0	от 2 до I0	от 0 до 5

Магнетит сортов К и М рекомендуется при обогащении в проточных сепараторах с неглубокой ванной (типов СК, СКВ) и в трехпродуктовых гидроциклонах. Магнетит сорта М и Т - для обогащения в двухпродуктовых гидроциклонах. Чем выше плотность тяжелой суспензии, тем крупнее может быть утяжелитель.

Указанные выше горнообогатительные комбинаты выпускают, как правило, магнетитовый концентрат, характеристика которого по крупности находится между сортами М и Т (табл.2.I.)

Крупность поступающего на обогатительные фабрики магнетитового утяжелителя должна определяться в каждой новой партии.

Ситовый анализ частиц крупностью до 40 мкм производится на стандартных ситах (0,I5; 0,I; 0,074; 0,04 мм) с промывкой водой. Высушенные продукты следует подсевать на тех же ситах и взвешивать. Содержание частиц менее 20 мкм определяется седиментационным анализом по известным методикам (способ Сабанина, отмучивание и др.)[x]

---

[x] Может быть использован также автоматический фотоседиментограф АФС-2 конструкции Пензенского инженерно-строительного института, г.Пенза, ул.Г.Титова, 28, ИСИ.

Таблица 2.I

Характеристика магнетита, поставляемого горнообогатительными комбинатами

Наименование показателей	ЮГОК	Соколовско-Сарбайский комбинат
	Выход,%	Выход, %
Крупность, мкм:		
более I50	I,8	I0,3
I50 - 40	38,4	24,6
40 - 20	38,2	29,2
менее 20	2I,6	35,9
	I00,0	I00,0
Содержание магнитных фракций, %	94,8	94,5
Плотность, кг/м^3	4380	4680
Магнитная проницаемость, доли единицы	0,8	0,85

2.I.3. Содержание магнитной фракции

Содержание магнитной фракции в магнетитовом утяжелителе должно быть не ниже 90%. Определение содержания магнитной фракции следует производить на магнитном анализаторе МА, изготовляемом Ворошиловградским заводом "Углеприбор" по чертежам Гипромашуглеобогащения (см.5.5.3.) или на других анализаторах.

При отсутствии анализатора (для грубых определений) используется постоянный магнит со съемным диамагнитным чехлом. Ручное отмагничивание производится в фарфоровых чашках из проб весом 50-I00 г с многократной перечисткой, пока вода не станет прозрачной.

2.I.4. Скорость осветления суспензии и осаждения магнетита

При отстаивании суспензии плотностью 2000 кг/м^3 в цилиндре ∅ 50 мм и емкостью 500мл через 5 мин должен образоваться объем осветленной воды (% к общему объему): от I5 до 25 для размагниченного материала и от 25 до 40 для намагниченного материала с хлопьями.

2.I.5. Магнитная проницаемость

Условный коэффициент магнитной проницаемости должен быть не ниже 0,7 проницаемости эталонной пробы магнетита равной I. Магнитная проницаемость определяется компаратором, состоящим из моста переменного тока с катушками индуктивности и показывающего гальванометра [2] .

2.I.6. Истираемость

Содержание фракций менее 20 мкм в пробе магнетита не должно возрастать более чем на I0% от содержания этой фракции в пробе, если пробу в виде пульпы плотностью I700 кг/м^3 в объеме 25 литров подвергнуть циркуляции в течение 4 часов на пути 4 м при расходе 3 м^3/ч.

2.2. Реологические параметры суспензии и нормы содержания в ней шлама.

2.2.I. Реологические параметры

Эффективность обогащения угля в тяжелых средах в значительной степени зависит от реологических свойств разделительной среды, которые характеризуются параметрами: кажущейся вязкостью η' и предельным напряжением сдвига - τ_0 .

Для жидкостей, подчиняющихся закону Ньютона, вязкость среды определяется зависимостью:

$$\tau = \eta \frac{dv}{dz}, \qquad (2.2.)$$

где τ - касательное напряжение сдвига, дин/см^2;

η - постоянный коэффициент вязкости, пуаз;

v - скорость относительного перемещения, см/сек;
$\frac{dv}{dz}$ - градиент скорости, $сек^{-1}$.

Графическим выражением уравнения (2.2.) является прямая, проходящая через начало координат. Вязкость η' определяется как котангенс угла наклона прямой с осью τ и является постоянной величиной [3].

Для пластических сред кривая $\tau - \frac{dv}{dz}$ не проходит через начало координат, а отстоит от него на величину τ_0, представляющую предельное напряжение сдвига, т.е. силу, которую надо приложить к системе, чтобы началось ее течение. Поведение таких систем описывается уравнением Бингама:

$$\tau = \tau_0 + \eta' \frac{dv}{dz}, \qquad (2.3.)$$

где τ - касательное напряжение сдвига;
τ_0 - предельное напряжение сдвига;
η' - постоянный коэффициент вязкости.

Если $\tau_0 = 0$, при отсутствии структуры, то уравнение Бингама переходит в уравнение Ньютона для вязкого ламинарного течения.

Магнетитовые суспензии тех плотностей и концентраций, которые обычно применяются при обогащении углей, относятся к структурно-вязким системам, обладающим в некоторой области (при содержании твердого более 27,5-32,5%) пластической текучестью. В этой области резко ухудшается эффективность разделения обогащаемого материала [1].

Если грубодисперсная суспензия ведет себя как ньютоновская жидкость или среда Бингама, то "кажущаяся" вязкость или просто вязкость (η') суспензии является постоянной. Если суспензия ведет себя как структурно-вязкая среда, то вязкость является функцией касательного напряжения сдвига или градиента скорости. Таким образом, чтобы судить о реологических свойствах тяжелых суспензий измерения необходимо производить при различном давлении, что определяет различные величины напряжения сдвига и градиента скорости.

Для определения реологических параметров суспензии в лабораторных условиях рекомендуется капиллярный вискозиметр, рабо-

тающий под давлением [4,5,6]. Не исключена возможность применения вискозиметров других типов [7].

Капиллярный вискозиметр (рис.2.I.) состоит из герметичного резервуара с мешалкой. Ввод суспензии осуществляется через воронку. После ввода суспензии воронка закрывается и в резервуар через патрубок из баллона подается сжатый воздух (лучше газообразный азот). Резервуар патрубком сообщается с манометром, измеряющим внутреннее давление газа, при котором происходит истечение суспензии через капилляр. Давление сжатого газа регулируется краном и изменяется от 0 до I,25 ати. Вязкость и предельное напряжение сдвигу рассчитываются по изменению скорости истечения суспензии через капилляр в зависимости от давления. Методика измерений и расчетов приведена в следующих работах [4-7].

Техническая характеристика вискозиметра:

частота вращения мешалки, об/мин		700
объем резервуара для суспензии, мм		250-300
размеры капилляра, мм:	длина	500-550
	диаметр	I,9-2,I

Капиллярный високозиметр, работающий под давлением, может быть рекомендован для измерения реологических параметров суспензий, имеющих объемное содержание твердого не более 32,5% и образованных утяжелителем, в котором более 50% зерен менее 74 мкм.

В условиях работы промышленных предприятий пользуются косвенным показателем для характеристики вязкости суспензии, а именно, содержанием в ней угольного шлама. Чистые магнетитовые суспензии плотностью до I900 кг/м^3 имеют относительно низкую вязкость - до 5,5 спз.

По данным многочисленных исследований установлено, что нормальные условия разделения обеспечиваются при вязкости рабочей суспензии, не превышающей 7-I0 спз [4,6]. Допустимая концентрация шлама (класс 0-I мм) в суспензии, дающая вязкость в 7 спз, составляет: 300 кг/м^3 при плотности суспензии I600 кг/м^3, 200 кг/м^3 при плотности суспензии I800 кг/м^3, менее I00 кг/м^3 при плотности суспензии 2000 кг/м^3 и выше.

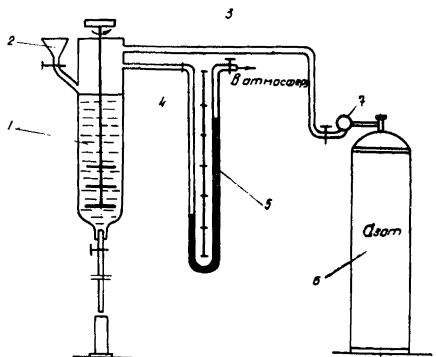


Рис.2.I. Схема установки капиллярного вискозиметра, работающего под давлением:
I - герметичный резервуар; 2 - воронка; 3,4 - патрубки;
5 - манометр; 6 - баллон сжатого воздуха (азота),
7 - редуктор.

В вязкой суспензии эффективность разделения снижается. Хуже всего разделяются мелкие зерна. Поэтому, чем выше вязкость суспензии, тем выше должен быть нижний предел крупности угля, который можно в ней обогащать. (табл.2.2.)

Таблица 2.2

Вязкость суспензии в зависимости от плотности и содержания шлама

Плотность, кг/м^3	Содержание шлама, т/л	Вязкость, сантипуаз
I400	0	2,0
I490	0	2,5
I740	0	3,5
I980	0	5,5
I490	I00	3,0
I770	I00	4,5
20I0	I00	7,5
2040	I00	8,0
I480	200	3,5
I800	200	7,0
2020	200	I5,5
2050	200	I7,0
I570	300	6,5
I850	300	I5,5
2020	300	35,0

Оптимальный нижний предел крупности угля, эффективно обогащаемого в тяжелосредных сепараторах определен в I3 мм [8] Для эффективного обогащения более мелкого угля рекомендуется использовать тяжелосредные гидроциклоны.

С целью повышения эффективности разделения может быть рекомендовано обогащение крупного угля отдельными классами в двух сепараторах или в специальном сепараторе типа СКВД (см.5.I.I. и рис.5.2.).

2.2.2. Допустимые нормы содержания шлама

Объемное содержание твердой фазы в магнетитовой суспензии, включая шлам крупностью 0-I мм, не должно превышать 32,5%. Этим предельным содержанием твердой фазы гарантируется поддержание вязкости суспензии на допустимом уровне.

При более высоком загрязнении суспензии необходимо увеличивать вывод ее на регенерацию, пока содержание шлама не будет снижено.

Содержание магнетита и шлама в суспензии, рассчитанное исходя из общего содержания твердой фазы 32,5% по объему, приведено в табл.2.3.

Данными табл.2.3. рекомендуется руководствоваться при расчетах технологических схем регенерации в проектах, а также при контроле и регулировании состава рабочей среды в процессе эксплуатации.

Таблица 2.3

Нормы содержания твердого в суспензии

Плотность суспензии, кг/м³	Предельно допустимое содержание, кг/м³			
	при обогащении угля		при обогащении антрацита	
	магнетита, минимум	шлама, максимум	магнетита, минимум	шлама, 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	I60
2000	I245	80	I225	I00
2I00	-	-	I375	50

2.3. Основные формулы для расчета параметров суспензий.

Расчет основных параметров суспензий производится по формулам, основанным на балансе твердой и жидкой фаз в данном объеме.

Суспензии, применяемые для обогащения угля, представляют собой смесь утяжелителя плотностью $\rho_м$ и воды, плотность которой $\rho_0 = 1000$ кг/м^3.

В расчетных формулах приняты следующие обозначения:

ρ_c – плотность суспензии, кг/м^3;

$\rho_т$ – плотность твердой фазы суспензии, кг/м^3;

$\rho_м$ и $\rho_ш$ – соответственно, плотности чистого утяжелителя (магнетита) и шлама в суспензии в тех же единицах измерения;

$V_т$ и $V_ж$ – соответственно, объем твердой и жидкой фаз суспензии, м^3;

P – вес твердого в суспензии, кг/м^3;

$R = Т:Ж$ – отношение твердого к жидкому (воде) в суспензии по весу;

$\frac{1}{R} = Ж:Т$ – отношение жидкого (воды) к твердому в суспензии по весу;

c – весовая концентрация твердого в суспензии, %;

m – объемная концентрация твердого в суспензии, %.

При расчете количества утяжелителя, необходимого для приготовления суспензии заданной плотности, следует пользоваться формулой:

$$P = \frac{V\rho_м(\rho_c - 1000)}{\rho_м - 1000}, \text{ кг} \qquad (2.4.)$$

Для зашламленной суспензии прежде всего определяется средняя плотность твердой фазы, исходя из баланса магнетита и шлама:

$$\rho_т = \frac{\rho_м V_м + \rho_ш V_ш}{V_м + V_ш} \qquad (2.5)$$

или

$$\rho_T = \frac{P_м + P_ш}{\frac{P_м}{\rho_м} + \frac{P_ш}{\rho_ш}}, \qquad (2.6.)$$

где $V_м$ и $V_ш$ – объемный выход компонентов, составляющих твердую фазу (магнетита и шлама);

$P_м$ и $P_ш$ – весовой выход тех же компонентов.

В ориентировочных расчетах рекомендуется принимать:

$\rho_м$ = 4600 кг/м^3 – средняя плотность магнетита.

$\rho_{ш_1}$ = 1700 кг/м^3 – средняя плотность антрацитового шлама,

$\rho_{ш_2}$ = 1500 кг/м^3 – средняя плотность угольного шлама.

Все параметры суспензии рекомендуется определять на единицу объема.

Тогда:

а) объем твердого в 1 м^3(л) суспензии:

$$V_T = \frac{P}{\rho_T} \quad м^3(л); \qquad (2.7.)$$

б) объем воды в 1 м^3 (л) суспензии:

$$V_ж = 1000 - \frac{P}{\rho_T} \quad м^3(л); \qquad (2.8.)$$

в) плотность твердой фазы суспензии:

$$\rho_T = \frac{P \cdot 1000}{P - (\rho_c - 1000)} \quad кг/м^3; \qquad (2.9.)$$

г) отношение весовых количеств компонентов:

$$R = T:Ж = \frac{\rho_T (\rho_c - 1000)}{(\rho_T - \rho_c) \cdot 1000} \qquad (2.10.)$$

$$\frac{1}{R} = Ж:T = \frac{(\rho_T - \rho_c) \cdot 1000}{\rho_T (\rho_c - 1000)} \qquad (2.11.)$$

Значения основных параметров суспензии ($\rho_т, \rho_с, m, c, P$) могут быть определены также и графически по диаграммам, разработанным Г.А.Музылевым [9], Ф.Майером [10] и К.Деллом [11]. Зная две из указанных величин, по диаграммам можно найти остальные три.

Точность графического определения параметров суспензии зависит от масштаба диаграммы. Для определения параметров суспензии на действующих фабриках целесообразно изготовить диаграмму для конкретных условий фабрики по Майеру-Деллу [2] на листе размером 500х800 мм. Практическое определение параметров сводится к двум операциям: определяется плотность суспензии ($\rho_с$) - путем взвешивания I л суспензии и содержание в ней твердого (P). Для этого суспензия отфильтровывается, высушивается и взвешивается. Остальные величины определяются графически по диаграмме или расчетным путем по формулам 2.4. - 2.II.

2.4. Расчет компонентов суспензий, загрязненных шламом

Контроль за состоянием рабочей суспензии в производственных условиях осуществляется двумя непосредственными измерениями: определением плотности суспензии ($\rho_с$) - взвешиванием I л суспензии и определением содержания в ней твердого (P). Оба определения должны быть по возможности точными. Затем рассчитываются необходимые величины (обозначения - прежние). Объемное содержание твердого, представляющего собой смесь утяжелителя и частиц угля, определяется по формуле:

$$m = \frac{P - (\rho_с - 1000)}{10}, \%$$ (2.I2.)

найденное по этой формуле объемное содержание твердого, не позволяет судить о степени засорения суспензии шламом. Для полной оценки состава суспензии, необходимо знать объемное содержание утяжелителя в суспензии, незагрязненной шламом:

$$V_м = 100 \frac{\rho_с - 1000}{\rho_м - 1000}, \%$$ (2.I3.)

Разность ($V-V_м$) показывает степень засорения суспензии угольными частицами.

Средняя плотность твердого может быть достаточно точно определена по формуле:

$$\rho_т = \frac{P}{P-(\rho_c-1000)} = \frac{P}{10V}. \qquad (2.14.)$$

Плотность суспензии, образовавшейся из смеси твердых компонентов (магнетита и шлама), определяется по следующей формуле:

$$\rho_c = 1000 + \rho_м \frac{\rho_м-1000}{\rho_м} + \rho_ш \frac{\rho_ш-1000}{\rho_ш}, \qquad (2.15.)$$

По этой формуле можно рассчитать $\rho_м$ и $\rho_ш$ при условии, что плотность суспензии для данного предприятия является постоянной:

$$\rho_ш = \frac{\rho_ш[\rho_м(\rho_c-1000) - \rho_м(\rho_м-1000)]}{\rho_м(\rho_ш-1000)},$$
$$\rho_м = \rho-\rho_ш \qquad (2.16.)$$

В процессе эксплуатации тяжелосредных установок плотность рабочей суспензии может систематически снижаться, например, при обогащении мокрых углей, либо повышаться за счет уноса воды с продуктами обогащения и возврата суспензии более высокой плотности из цикла регенерации.

Расчет добавок для корректировки плотности суспензии производится следующим образом.

Если первоначальная плотность суспензии ρ_c возросла до ρ_{c_1}, то к ее объему V нужно добавить разбавленную суспензию (или воду) плотностью ρ_0 ($\rho_0 < \rho_c < \rho_{c_1}$).

Объем добавки для восстановления первоначальной плотности суспензии составит:

$$V_0 = V_м \frac{\rho_{c_1}-\rho_c}{\rho_c-\rho_0}. \qquad (2.17.)$$

В случае понижения плотности рабочей суспензии требуется высокоплотная добавка ($\rho_0 > \rho_c > \rho_{c_1}$)в объеме:

$$V_0 = V_м \frac{\rho_c - \rho_{c_1}}{\rho_0 - \rho_c} . \qquad (2.I8.)$$

Расчеты добавок рекомендуется вести на единицу объема суспензии и в зависимости от наличия свободной емкости корректировать плотность, добавляя высокоплотную суспензию и отводя часть суспензии на регенерацию.

Извлечение компонентов твердого в продукты регенерации определяются по формулам:

$$E_1 = \frac{\gamma_1 \cdot \beta_1}{\alpha_1} \cdot 100\% , \qquad (2.I9.)$$

$$E_2 = \frac{\gamma_2 \cdot \beta_2}{\alpha_2} \cdot 100\% , \qquad (2.20.)$$

где E_1 и E_2 - извлечение магнетита в концентрат и шлама в отходы регенерации;

β_1 и β_2 - весовое содержание магнетита в регенерированной суспензии и шлама в отходах регенерации;

α_1 и α_2 - весовое содержание магнетита и шлама в исходном продукте, поступающем на регенерацию;

γ_1 и γ_2 - выход продуктов регенерации.

2.5. Улучшение свойств суспензий

Эффективность процесса тяжелосредного обогащения существенно зависит от физико-механических свойств суспензии. Загрязнение суспензии приводит к структурообразованию и ухудшению результатов разделения в ней обогащаемого материала.

Для улучшения и регулирования свойств суспензий рекомендуется использовать физико-химический метод воздействия на них реагентами-пептизаторами, разработанный в ИОТТ [4,6]. Наиболее эффективными из изученных реагентов-пептизаторов являются гексаметафосфат и триполифосфат натрия. Указанные реагенты испытывались на ряде углеобогатительных фабрик: "ЦОФ "Россия", "Украина", ОФ шахты "Ленинградская", ЦОФ "Гуковская", ОУ ш.им.Абакумова (гексаметафосфат натрия), ГОФ "Интинская" (триполифосфат натрия) и др.

Применение реагентов-пептизаторов снижает вязкость и предельное напряжение сдвига на 15-35%, вследствие чего улучшается процесс обогащения: снижается зольность концентрата, увеличивается зольность отходов, улучшается отделение магнетита при ополаскивании продуктов и повышается эффективность регенерации. На смежные технологические процессы-флотацию и осаждение шламов реагенты-пептизаторы практически не влияют. По данным промышленных испытаний добавление реагентов-пептизаторов к суспензии можно рекомендовать в следующих случаях:

- при использовании сильно зашламленной суспензии;
- при обогащении в суспензии повышенной плотности (2200-2300 кг/м^3).

Реагент применяется в виде 20-25-процентного раствора. Он легко растворяется в горячей воде ($t \cong 60^0$) при перемешивании.

Раствор реагента подается отдельными порциями в емкость кондиционной суспензии, исходя из суточного расхода 1,0-1,5 кг/м^3 суспензии в емкости. Первая порция должна составлять 60-70% суточного расхода, остальные 30-40% добавляются по истечении 8-10 часов работы фабрики. Расход реагентов в среднем составляет 3-5 г на тонну обогащаемого угля.

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

Для приготовления раствора реагента рекомендуется применять специальную установку, сконструированную для этой цели в ИОТТ (см.5.6.3.). Главным элементом установки является бачек (см.рис.5.25) снабженный подогревателем, автоматизированным кра-

ном для выпуска раствора и устройствами, контролирующими выпуск отдельных порций. Для интенсификации растворения реагента применяется подача сжатого воздуха.

Реагенты-гексаметафосфат и триполифосфат натрия поставляются заводами-изготовителями в кристаллическом или порошкообразном виде. Растворы реагентов, как и сами реагенты, нетоксичны.

Кристаллический гексаметафосфат натрия выпускается Ивановским химзаводом им.Батурина и другими заводами, поставляется в железных бочках. Стоимость - 380 руб. за I т.

Порошкообразный триполифосфат натрия выпускается расфасованным в бумажные мешки по 30-50 кг Винницким суперфосфатным и др. заводами. Стоимость - 300 руб. за I т.
Получение указанных реагентов осуществляется через территориальные конторы химснабсбыта. Подробные данные об использовании реагентов изложены в "Рекомендациях для промышленного внедрения реагентов-пептизаторов на углеобогатительных фабриках с обогащением в магнетитовой суспензии" [4,6] .

Реологические свойства тяжелых суспензий могут быть улучшены также за счет физико-механических воздействий. Колебание суспензии с частотой 5-8 герц и амплитудой 6-I0 мм приводит к заметному (на 30-40%) снижению ее вязкости при одновременном повышении устойчивости. Максимальный эффект достигается при обработке сильно зашламленных и структурированных суспензий. Работы по проверке данного метода в полупромышленных условиях и внедрению его в промышленность проводятся в настоящее время ИОТТ, КузНИИУглеобогащением Минуглепрома СССР и Институтом физики земли АН СССР.

3. СХЕМЫ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ОБОГАЩЕНИЯ УГЛЯ В МАГНЕТИТОВОЙ СУСПЕНЗИИ

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 магнетитовой суспензии;
- обогащение угля в суспензии;
- отделение суспензии, промывка и обезвоживание продуктов обогащения;
- циркуляция и регенерация магнетитовой суспензии и промывных вод.

Ниже приведены основные технологические схемы, рекомендуемые к применению на промышленных объектах.

Принятые в схемах обозначения приведены на рис.3.I.

3.I. Схемы подготовки угля. Классификация и обесшламливание

Эффективность классификации угля перед обогащением в магнетитовой суспензии оказывает существенное влияние на показатели процесса обогащения.

Назначение классификации - подготовка машинных классов заданной крупности. Количество и граничная крупность классов

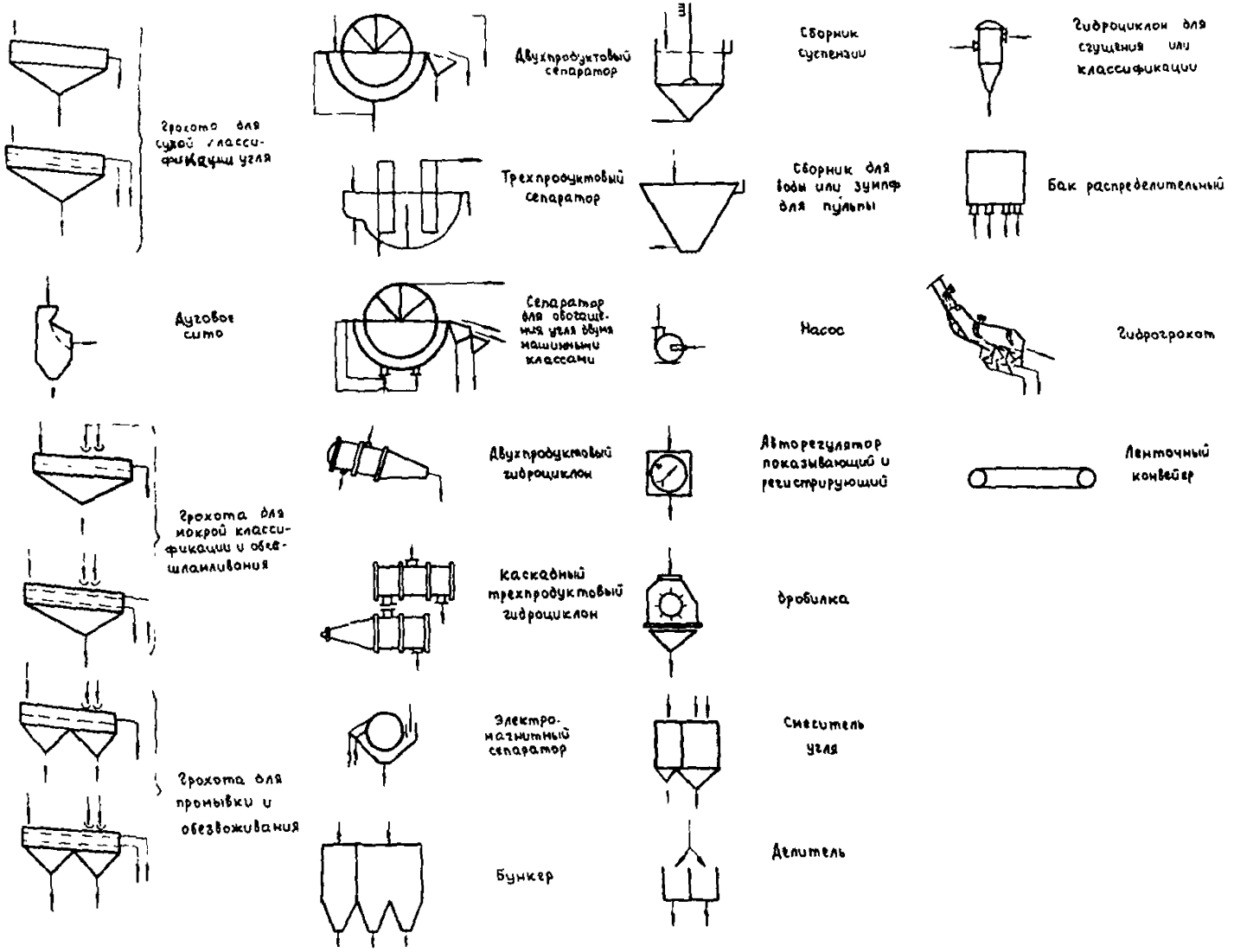


Рис.3.I. Условные обозначения, принятые в схемах

определяется выбранным технологическим режимом обогащения. Основное требование к эффективности классификации - содержание в крупных машинных классах шлама крупностью 0-I мм не выше установленных норм (см.6.I.). 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.

3.I.I. Сухая классификация исходного угля (рис.3.2.)

Сухая классификация рекомендуется только для углей с невысокой влажностью мелких классов (см.6.I.).

Другим условием применения сухой классификации является невысокое содержание частиц крупностью менее I мм в исходном угле.

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 ситовые или двухситные с параллельной, последовательной или комбинированной схемой их установки. Для грохотов оборудуется эффективная вытяжная вентиляция с системой пылеулавливания.

Для обеспечения стабильных технологических результатов рекомендуется устанавливать перед грохотом промежуточные бункеры (I0-20 т) с питателем.

3.I.2. Классификация исходного угля с обесшламливанием крупного машинного класса (рис.3.3.)

Схема рекомендуется в тех случаях, когда невозможно обеспечить эффективную классификацию угля в сухом виде. В схеме использована комбинация сухой классификации с последующей промывкой водой надрешетного продукта на грохотах.

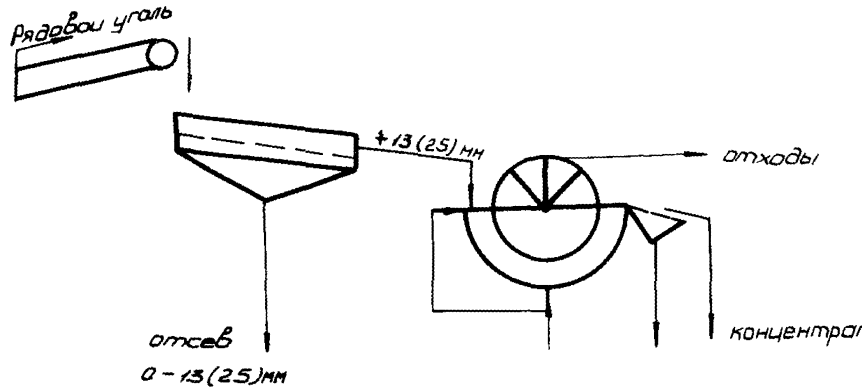


Рис.3.2. Схема сухой классификации угля

Рядовой уголь первоначально классифицируется в сухом виде на ситах с отверстиями 25 мм и 13(10) мм, при этом большая часть отсева выделяется в сухом виде. Обесшламливание надрешетного продукта крупностью +13(10) мм или +25 мм производится на отдельном грохоте, оборудованном брызгальными устройствами для промывки угля, который затем поступает на обогащение. Расстояние от последнего ополаскивающего устройства до конца грохота должно быть не менее 1,5 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 0,5-1 мм при обогащении в гидроциклонах. При высокой влажности исходного угля (более 10%) сита для обесшламливания могут иметь отверстия, равные нижнему пределу крупности обогащаемого угля.

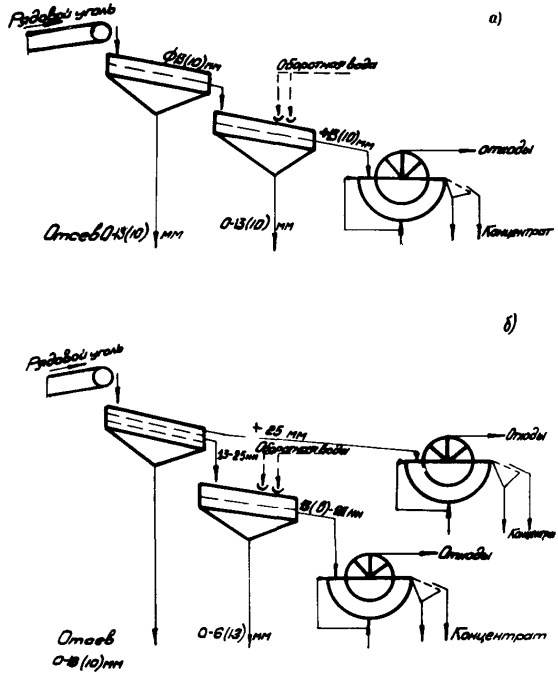
3.1.3. Мокрая классификация исходного угля (рис.3.4.,3.5.)

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

Мокрая классификация производится на подвижных или неподвижных грохотах. В зависимости от производительности и условий классификации схема установки грохотов может быть параллельная, последовательная или комбинированная. Последняя дает возможность полнее использовать воду для промывки угля последовательно на всех ситах (см.рис.3.4.).

При большой производительности ($>$ 500 т/ч) рекомендуется параллельная установка грохотов.

На фабриках большой производственной мощности целесообразно применять также и неподвижные грохоты с последовательной установкой за ними подвижных грохотов для более полного обесшламливания машинного класса (см.рис.3.5.) или без них, если применен КПУ-800.



3.3. Схемы классификации угля с обесшламливанием:

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

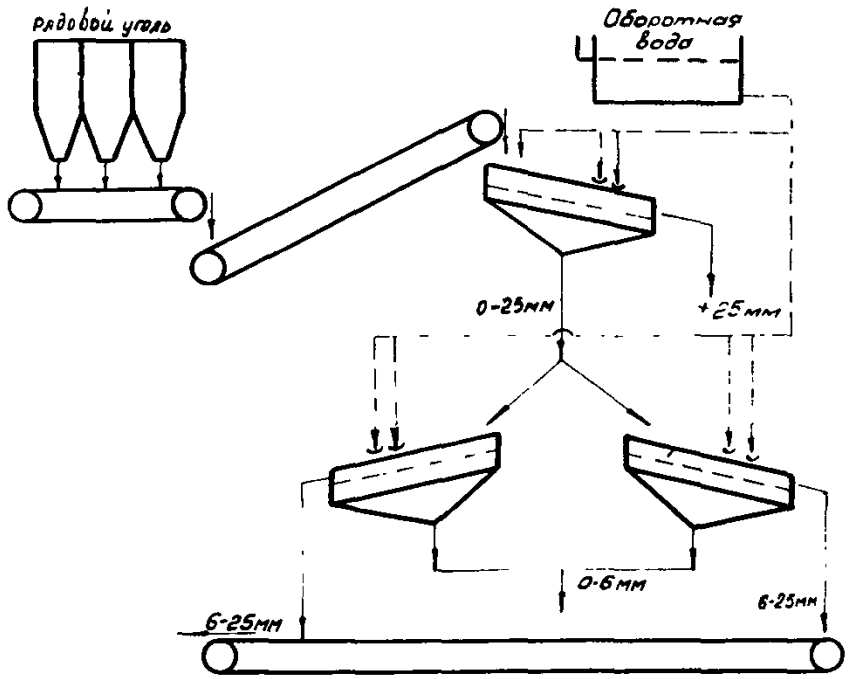


Рис.3.4. Схема мокрой классификации угля на подвижных грохотах.

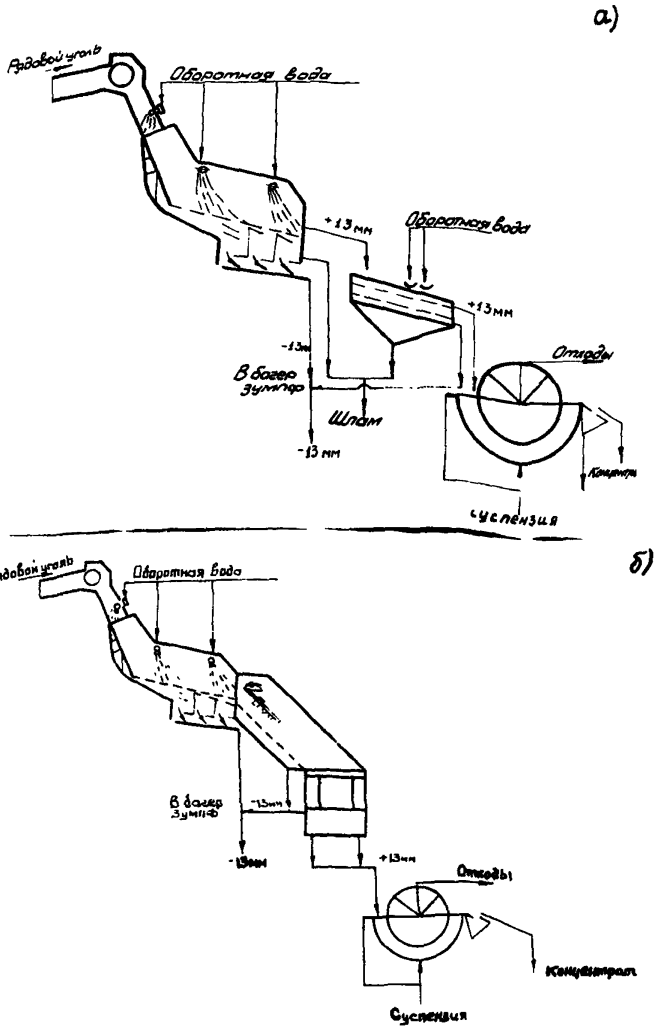


Рис.3.5. Схема мокрой классификации угля на неподвижных грохотах:

а – мокрая классификация на неподвижном и подвижном грохотах;

б – мокрая классификация на неподвижном грохоте и КПУ.

Часть воды подается с углем в загрузочную часть грохотов, а часть – через брызгальные устройства для ополаскивания на подвижных грохотах или через сопла на неподвижных.

3.I.4. Обесшламливание мелкого машинного класса перед обогащением в гидроциклонах.

Подготовка мелкого угля заключается в отделении шлама крупностью менее 0,5 мм и обезвоживании обесшламленного мелкого угля перед подачей его на обогащение в гидроциклоны.

Схемы обесшламливания могут включать в себя различное оборудование:

– при подаче сухого угля на обесшламливание в схему входят: смесительный желоб, дуговое сито и обезвоживающий грохот (рис.3,6,а). Смесительный желоб предназначен для смешивания исходного материала с водой. Образующаяся пульпа поступает на дуговые сита и обезвоживающие грохоты, где основная часть воды и шлама выделяются в подрешетный продукт;

– при гидравлической подаче угля на обесшламливание вместо смесительных желобов применяется пульподелитель для распределения пульпы, поступающей из напорного трубопровода на дуговые сита и грохоты (рис.3, 6,б). Дуговые сита предназначаются для сброса основного количества воды;

– при подаче на обесшламливание мелкого угля, отделенного от крупного мокрым грохочением, или дробленого промпродукта их направляют в багер-зумпф. Осадок из багер-зумпфа элеватором подается на грохот для окончательного обесшламливания и обезвоживания (рис.3.7.). Багер-зумпфы, совмещающие функции транспортирования и обесшламливания угля, рекомендуется применять при отсутствии в рядовом угле глинистых размокаемых пород.

В схемах обогащения в тяжелосредных гидроциклонах с раздельной регенерацией суспензии установка грохота после багерзумпфа не обязательна. В схемах без раздельной регенерации суспензии – обязательна.

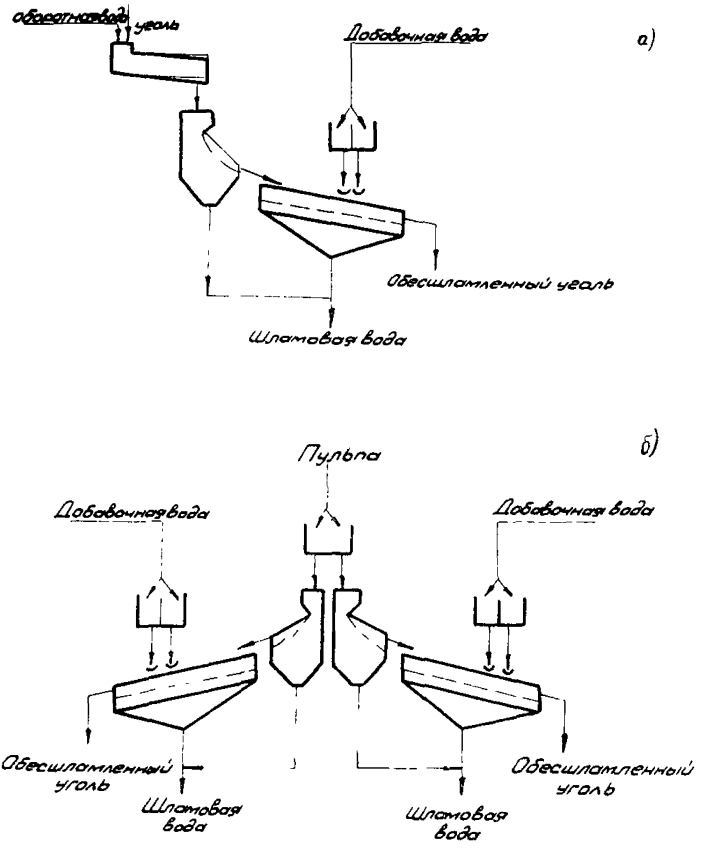


Рис.3.6. Схемы обесшламливания:
а) при сухой подаче угля;
б) при гидравлической подаче угля.

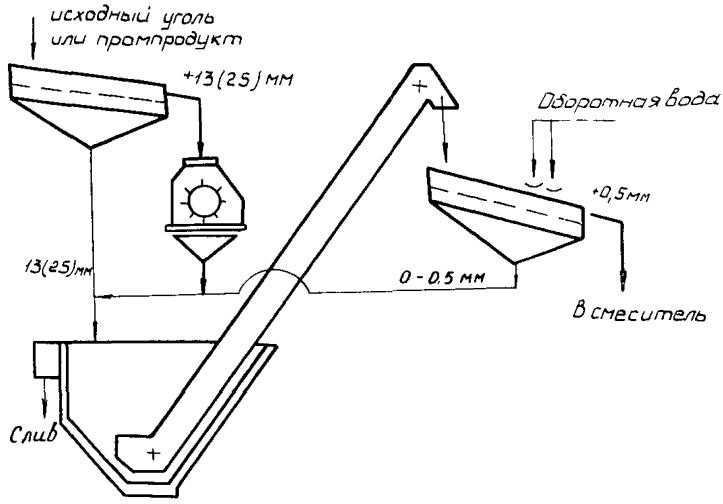


Рис.3.7. Схема обесшламливания с багер-зумпфом

3.2. Приготовление магнетитовой суспензии

Разгрузку, складирование и доставку магнетита на фабрики, а также приготовление суспензии, включая подачу ее в систему, необходимо полностью механизировать и автоматизировать.

Склад магнетита следует располагать в отдельном отапливаемом помещении в непосредственной близости от главного корпуса обогатительной фабрики или в блоке с ним. Склад оборудуется эстакадой для заезда полувагонов и траншеями для складирования магнетита. Его емкость должна быть достаточной для складирования запаса магнетита на осенне-зимний период.

Выгрузка магнетита из железнодорожных полувагонов должна производиться внутри склада.

Для тяжелосредных установок обогатительных фабрик могут быть рекомендованы два типа складов, отличающиеся друг от друга расположением емкостей для складирования магнетита и способом разгрузки полувагонов:

- склад магнетита, разработанный институтом Ростовгипрошахт (рис.3.8.) оборудован эстакадой для заезда полувагонов и траншеями глубиной до 3,5 м для складирования магнетита. Железнодорожные полувагоны с магнетитом устанавливаются на эстакаду и выгружаются через открытые люки в траншеи по обе стороны эстакады. Интенсификация выгрузки магнетита достигается установкой накладного вагонного вибратора, что практически исключает применение ручного труда.

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

- склады магнетита с воронкой для приготовления суспензии или КАПТС (рис.3.9., 3.10.) оборудуются эстакадой для заезда полувагонов и специальным отсеком для складирования магнетита [12] . Магнетит из железнодорожных полувагонов выгружается и складируется грейферным или магнито -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.

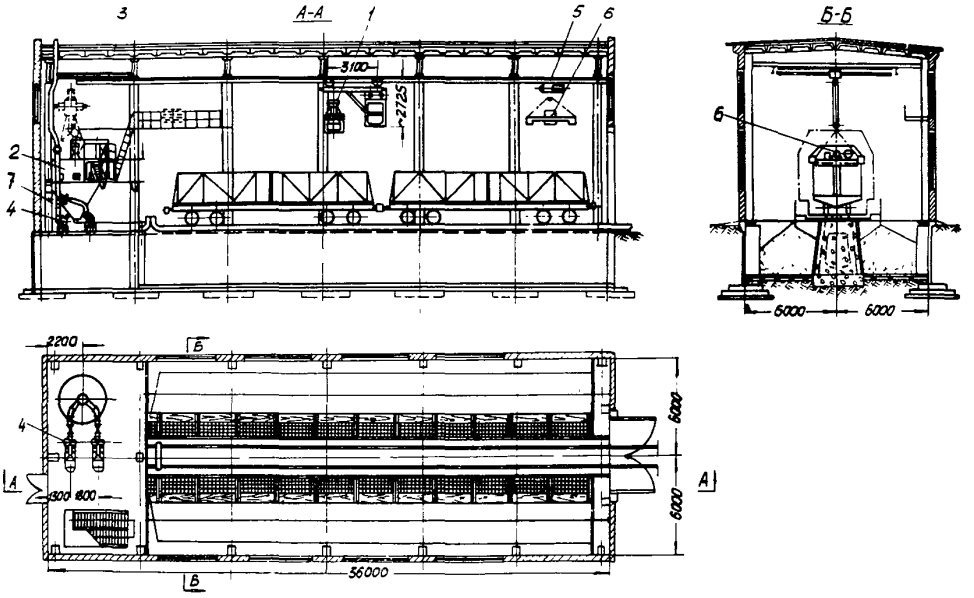


Рис.3.8. Склад магнетита, разработанный институтом Ростовгипрошахт:
1 - грейферная тележка грузоподъемностью 5 т с грейфером емкостью 0,5 м^3;
2 - сборник мешалка для приготовления суспензии; 3 - приемная воронка для магнетита; 4 - насосы для перекачки готовой суспензии; 5 - электроталь передвижная грузоподъемностью 5 т; 6 - накладной железнодорожный вибратор конструкции ЦНИИМК; 7 - запорная арматура.

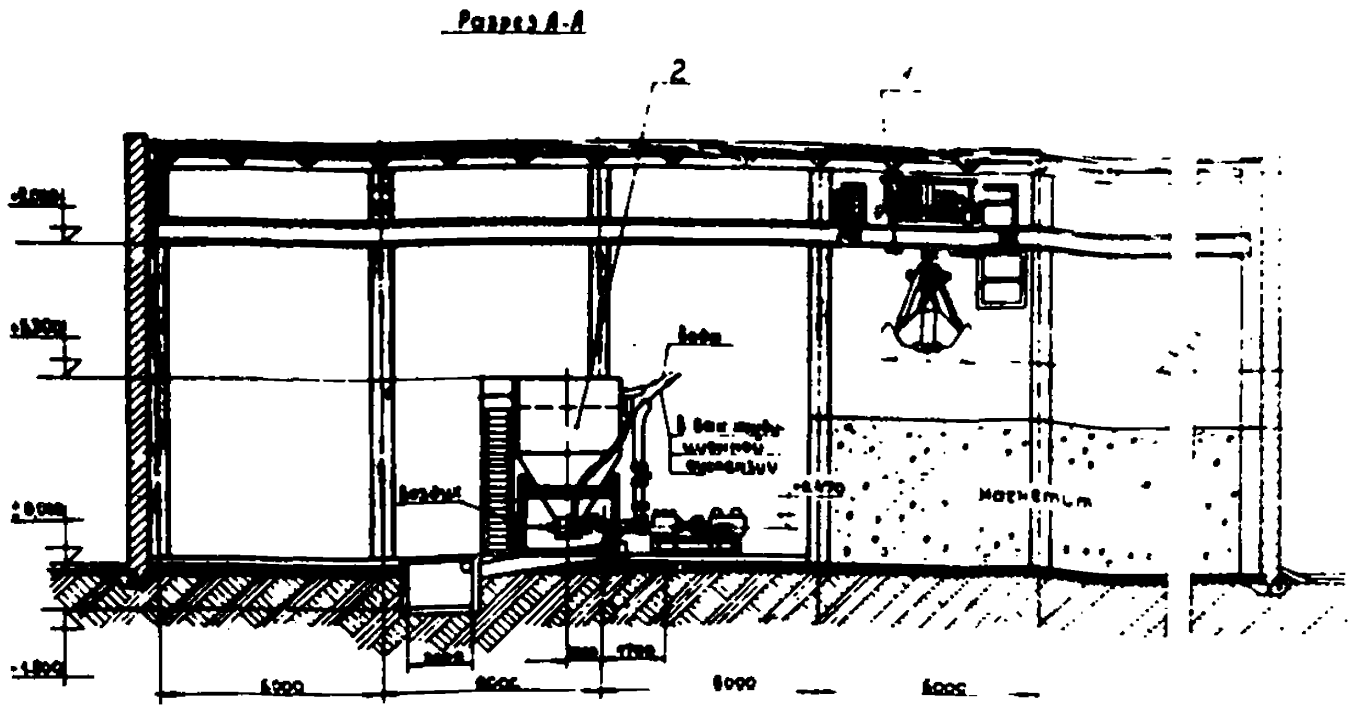


Рис.3.9. Склад магнетита с воронкой:

I - кран мостовой электрический, грейферный или магнитогрейферный;
2 - воронка для приготовления суспензии;
3-4 - насосы.

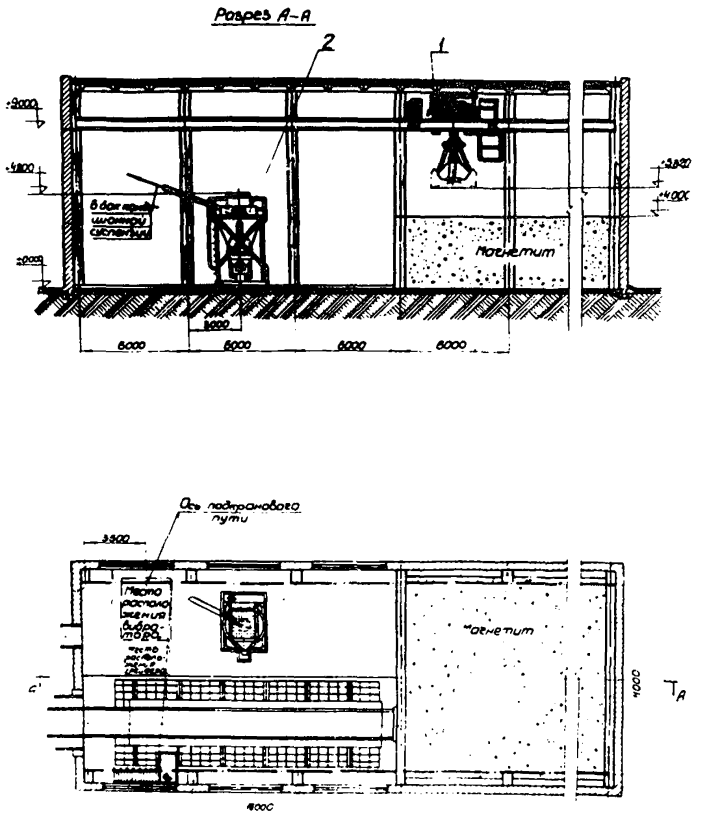


Рис.3.10. Склад магнетита с АПТС:

I - кран мостовой электрический, грейферный или магнитогрейферный;

2 - аппарат для приготовления суспензии АПТС-2.

Для приготовления суспензии на складе устанавливается емкость с коническим дном и патрубками для пневматического перемешивания или аппарат для приготовления суспензии АПТС, который является частью комплекса для автоматического приготовления и транспортирования магнетитовой суспензии (КАПТС), разработанного институтом Гипроуглеобогащение (рис.3.II.)

Свежеприготовленная в АПТС суспензия объемом 0,7 м^3 выдавливается сжатым воздухом по трубопроводу в сборник кондиционной суспензии. Максимальная высота подъема суспензии при плотности 2I00 кг/м^3 – 25 м.

Суспензия, приготовленная в емкости с пневматическим перемешиванием, перекачивается к месту потребления износостойкими насосами типа ГР, ШН, 8С8 и др.

КАПТС рекомендуется применять для складов магнетита, расположенных в главном корпусе фабрики при большой ее мощности.

Комплекс КАПТС может быть использован для поочередной подачи суспензии в две и более емкости.

Авторами разработана принципиальная электрическая схема, обеспечивающая работу комплекса на две емкости [I2] .

Для механизации разгрузочно-погрузочных работ может быть использовано серийное оборудование, характеристика которого приведена в табл.5.I2. (см.5.4.).

На ЦОФ Кураховская [I3] внедрена установка для приготовления и транспортирования минеральной суспензии, разработанная в ПКБ Моспинских ПЭММ.

Суспензия приготавливается в емкости объемом 40 м^3, в которую автомашинами подается магнетит и поступает вода. Из емкости суспензия насосами ШН-270 транспортируется на сепаратор ЭБМ-3. Магнетитовый концентрат плотностью 2I00 кг/м^3 направляется в воронку для двухчасового интенсивного перемешивания, затем – в сборник кондиционной суспензии. Слив магнитного сепаратора возвращается в емкость для приготовления суспензии, хвосты подаются в сборник некондиционной суспензии.

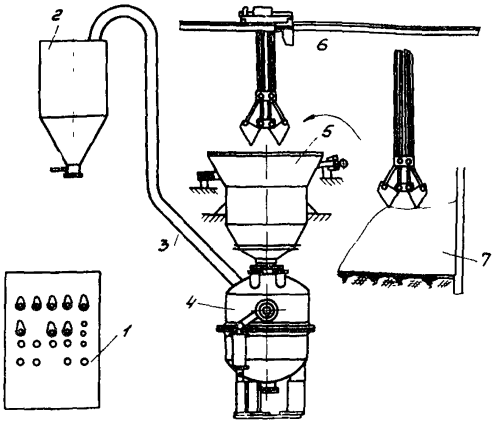


Рис.3.II. Схема цепи аппаратов комплекса для автоматического приготовления и транспортирования суспензии (КАПТС):

I - пульт управления; 2 - бак кондиционной суспензии; 3 - трубопровод; 4 - аппарат для приготовления суспензии (АПТС); 5 - суточный бункер с виброситом; 6 - кран с грейфером; 7 - склад магнетита.

3.3. Схемы обогащения угля в сепараторах

В описанных ниже схемах обогащения угля предварительная классификация показана упрощенно. Необходимо учитывать возможность подготовки угля перед обогащением по любой из схем классификации, показанных на рис.3.2. - 3.7., а также возможность выборки из угля посторонних предметов и дробления негабаритных кусков.

3.3.1. Схема обогащения угля в одну стадию с разделением на два продукта (рис.3.12.).

Схема 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 1600 до 2100 кг/м^3.

3.3.2. Схема обогащения угля в две стадии с разделением на три продукта в двух сепараторах (рис.3.13., 3.14.).

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 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 с автома-

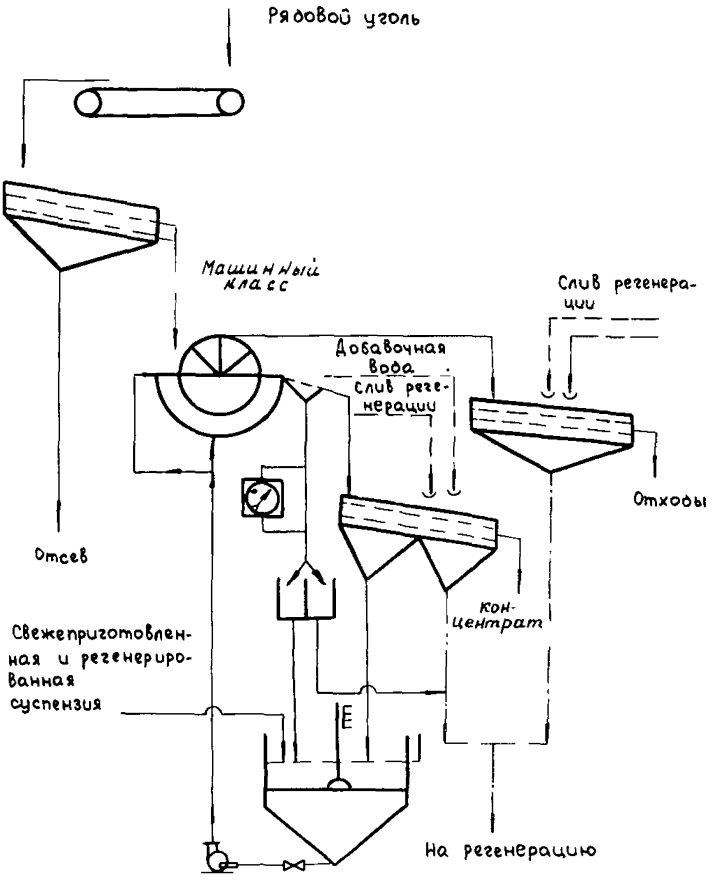


Рис.3.12. Схема обогащения угля с разделением на два продукта

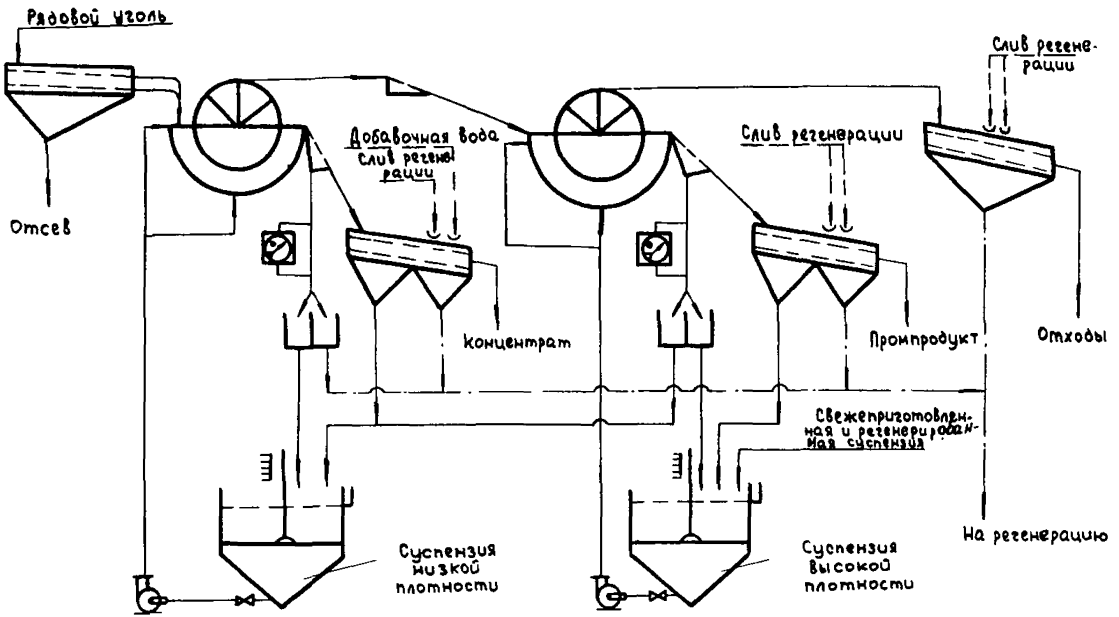


Рис.3.13. Схема обогащения угля в две стадии с разделением на три продукта от меньшей плотности к большей.

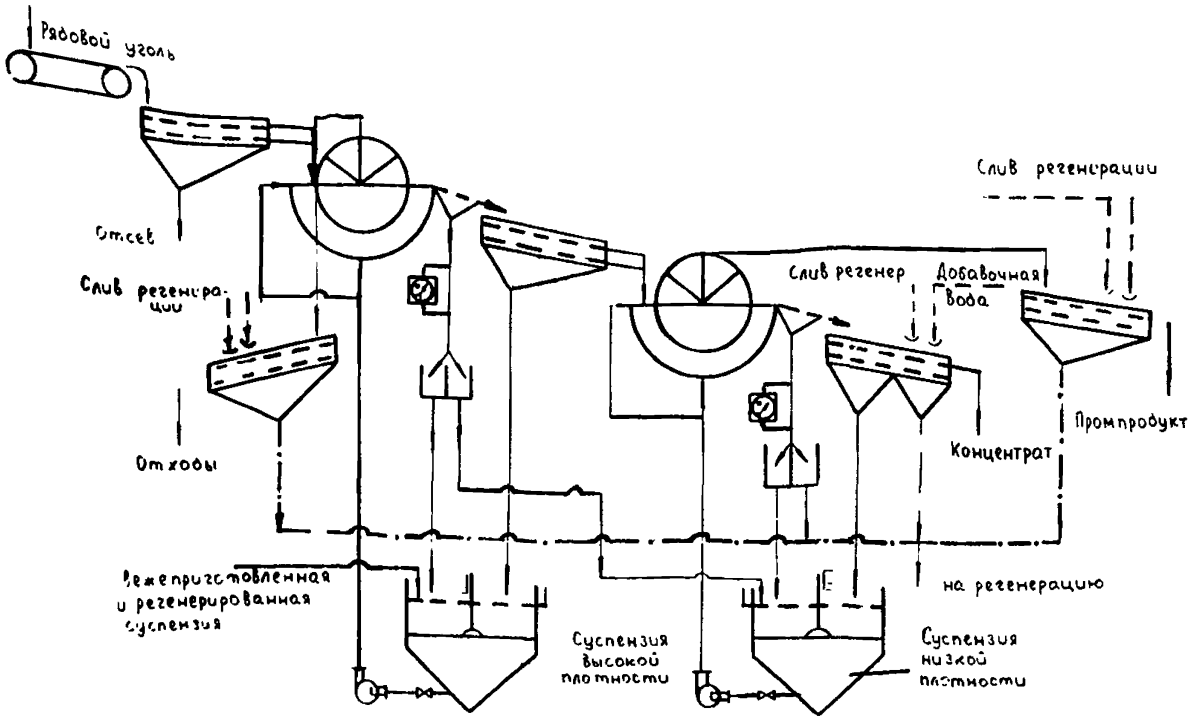


Рис.3.I4. Схема обогащения угля в две стадии с разделением на три продукта от большей плотности к меньшей ,

тическим распределением потоков и регулированием 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.

Пополнение системы с суспензией высокой плотности производят свежеприготовленной и регенерированной суспензией, а системы с низкой плотностью - 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 концентрата в первой стадии обогащения (рис.3.13.) рекомендуется в качестве основного и наиболее экономичного варианта для обогащения 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. В первой стадии вместо двух сепараторов может устанавливаться один сепаратор для обогащения угля двумя машинными классами (СКВД).

Схема с выделением отходов в первой стадии обогащения (рис.3.14.) рекомендуется при низком содержании в исходном угле легких фракций и наличии быстро размокаемой породы, удаление которой в первой стадии снизит поступление глинистых частиц в суспензию.

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

3.3.3. Схема обогащения угля с разделением на три продукта в одном сепараторе (рис.3.I5.)

Обогащение производится в трехпродуктовом сепараторе СТТ или в сепараторе другой конструкции, который обеспечивает выделение трех конечных продуктов. При этом, точность разделения должна быть не ниже, чем при обогащении в двухпродуктовых сепараторах по двухстадиальной схеме.

Экономичность этой схемы в сравнении с двухстадиальными схемами определяется меньшим количеством оборудования, лучшей его компоновкой, меньшим объемом здания, наличием одного цикла циркуляции кондиционной суспензии вместо двух.

Схема рекомендуется для обогащения труднообогатимых углей, идущих на коксование или специальные цели. Подготовка угля перед обогащением - мокрая классификация или классификация с обесшламливанием надрешетного продукта.

3.3.4. Схема механизированной выборки породы из крупного угля (рис.3.I6.)

Схема отличается от изображенной на рис.3.I2. подготовкой угля перед обогащением и рассортировкой продуктов.

В случае большого количества класса +300 мм (более 20 т/ч) и высокого содержания в нем угля и сростков (более 50%) следует предусматривать удаление посторонних предметов и дробление крупных кусков до 300 мм.

Классификация на грохоте с диаметром отверстий сит 25 мм для условий механизированной выборки породы осуществляется без обешламливания.

При удалении породы из углей, подлежащих рассортировке, предусматривается окончательная классификация на товарные сорта.

3.3.5. Схема обогащения угля двумя машинными классами (рис.3.I7., 3.I8.)

Схема обогащения угля двумя машинными классами комплектуется двумя сепараторами в первой стадии для выделения концентрата из каждого класса крупности и одним общим во второй стадии для разделения микста на промпродукт и отходы (рис.3.I7.). Первая стадия двухстадиальной схемы и одностадиальная схема могут

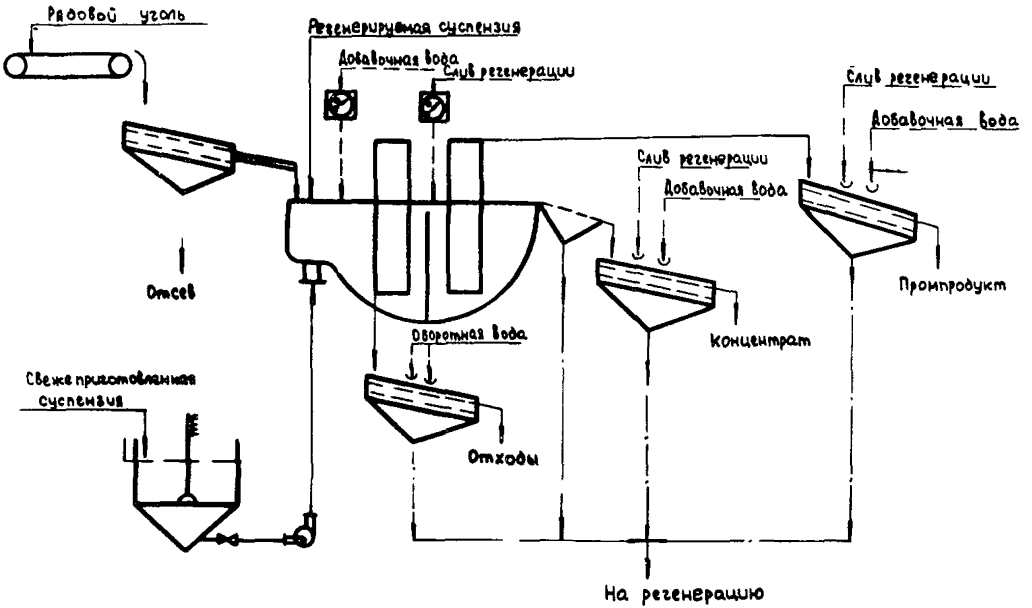


Рис.3.I5. Схема обогащения угля с разделением на три продукта в одном сепараторе.

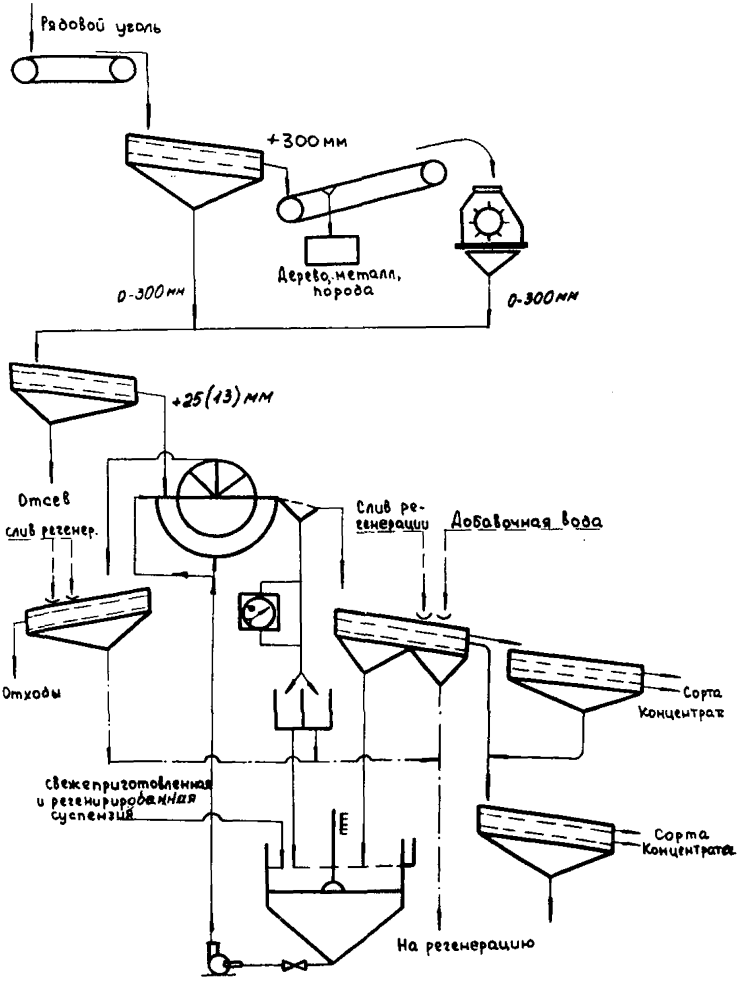


Рис.3.16. Схема механизированной выборки породы из крупного угля

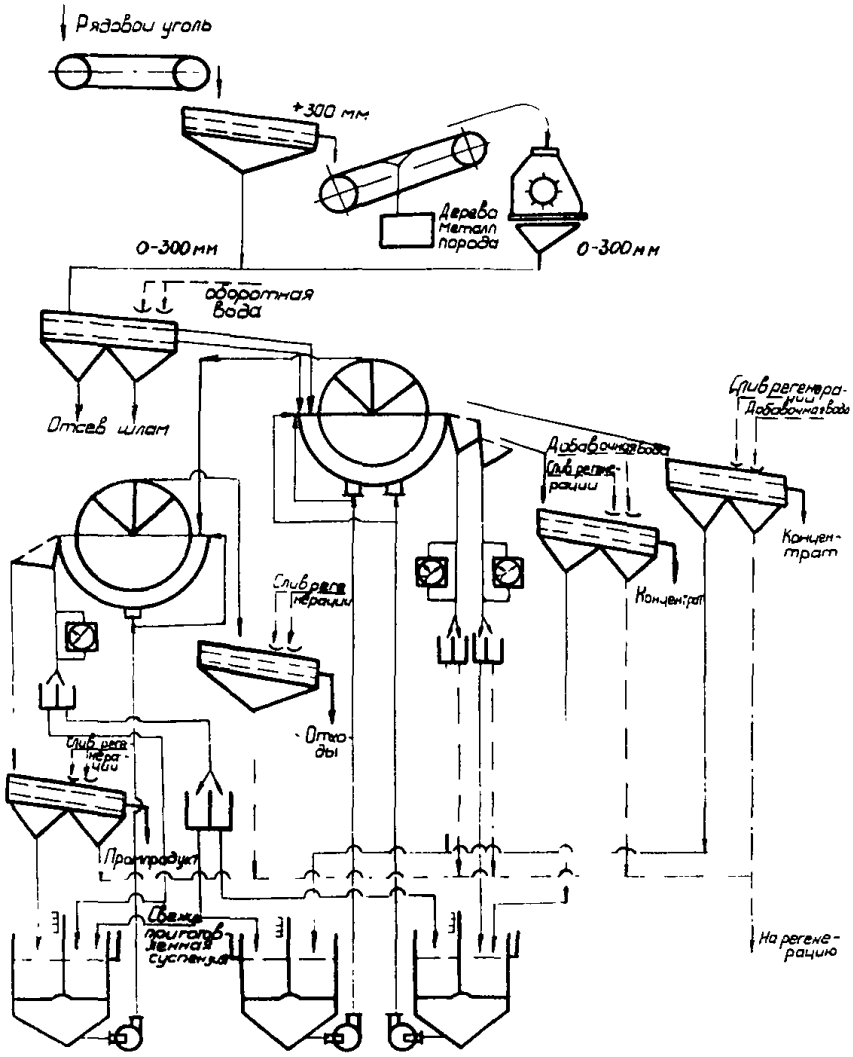


Рис.3.17. Схема обогащения угля двумя машинными классами с одним сепаратором в первой стадии.

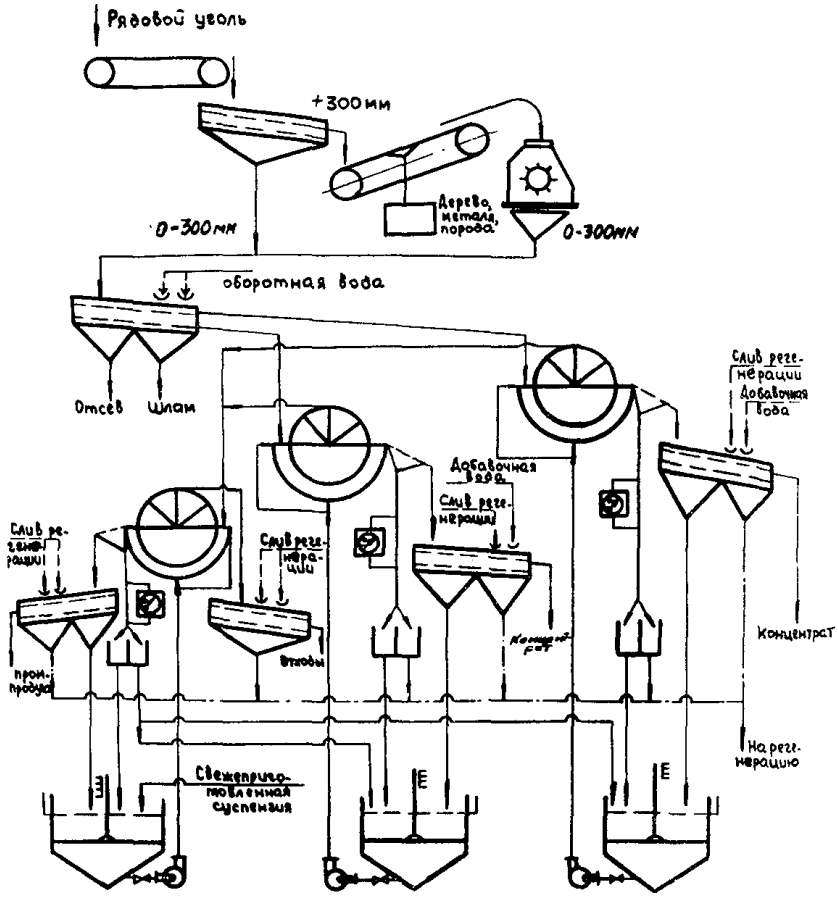


Рис.3.18. Схема обогащения угля двумя машинными классами с двумя сепараторами в первой стадии.

комплектоваться сепараторами для обогащения угля двумя машинными классами (рис.3.18.). 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 производятся 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.

3.4. Схемы обогащения мелкого угля и переобогащения промпродукта в гидроциклонах

Гидроциклоны с магнетитовой суспензией рекомендуется применять при обогащении труднообогатимых углей и переобогащении промпродукта отсадочных машин. Целесообразность применения гидроциклонов в каждом отдельном случае определяется технико-экономическим сопоставлением с вариантом, предусматривающим использование отсадочных машин.

В описанных ниже схемах обогащения мелкого угля в гидроциклонах системы подачи и обесшламливания не показаны или показаны упрощенно, поэтому необходимо учитывать возможность обесшламливания по любой из схем, показанных на рис.3.6., 3.7.

3.4.1. Схема обогащения мелкого угля и переобогащения промпродукта в трехпродуктовых гидроциклонах с раздельной регенерацией промывных вод (рис.3.19.)

Схема включает следующие операции: подачу угля или промпродукта, обесшламливание, циркуляцию кондиционной суспензии, реге-

нерацию разбавленной суспензии, автоматическое регулирование плотности суспензии, ее распределения и поддержания уровней в сборниках суспензии. Обогащение производится в трехпродуктовых гидроциклонах в магнетитовой суспензии одной плотности с выделением трех конечных продуктов - концентрата, промпродукта и отходов. Шламовые воды после отмывки утяжелителя от продуктов обогащения подвергаются раздельной регенерации и обезвоживанию [I4, I5].

Рекомендуется для обогащения коксующихся углей трудной обогатимости крупностью 0,5-25 мм и переобогащения мелкого промпродукта.

3.4.2. Схема обогащения мелкого угля и антрацита в двухпродуктовых гидроциклонах (3.20.)

Схема включает следующие операции: обесшламливание угля на грохотах или в багер-зумпфе, обогащение в двухпродуктовых гидроциклонах, регенерацию разбавленной суспензии, автоматическое регулирование плотности суспензии, распределения потоков и поддержания уровня в сборниках суспензии. Рекомендуется для обогащения мелкого угля и антрацита крупностью 0,5-25(I3) мм в магнетитовой суспензии с выделением двух конечных продуктов - концентрата и отходов. При необходимости обогащать в гидроциклонах материал до нижнего предела крупности 0,I-0,2 мм рекомендуется направлять шламовые воды после отмывки утяжелителя от продуктов обогащения на раздельную регенерацию с последующим обезвоживанием ее продуктов (рис.3.2I.).

3.4.3. Схема обогащения мелкого угля и переобогащения промпродукта в двух последовательно установленных двухпродуктовых гидроциклонах (рис.3.22.)

Схема включает операции подготовки угля или промпродукта к обогащению в тяжелосредных гидроциклонах аналогично схемам по п.п. 3.4.I. или 3.4.2.

Обогащение производится в двух последовательно установленных двухпродуктовых гидроциклонах с двумя циклами циркуляции суспензии и с выделением трех конечных продуктов-концентрата, промпродукта и отходов. Шламовые воды после отмывки утяжелителя от продуктов обогащения направляются на регенерацию.

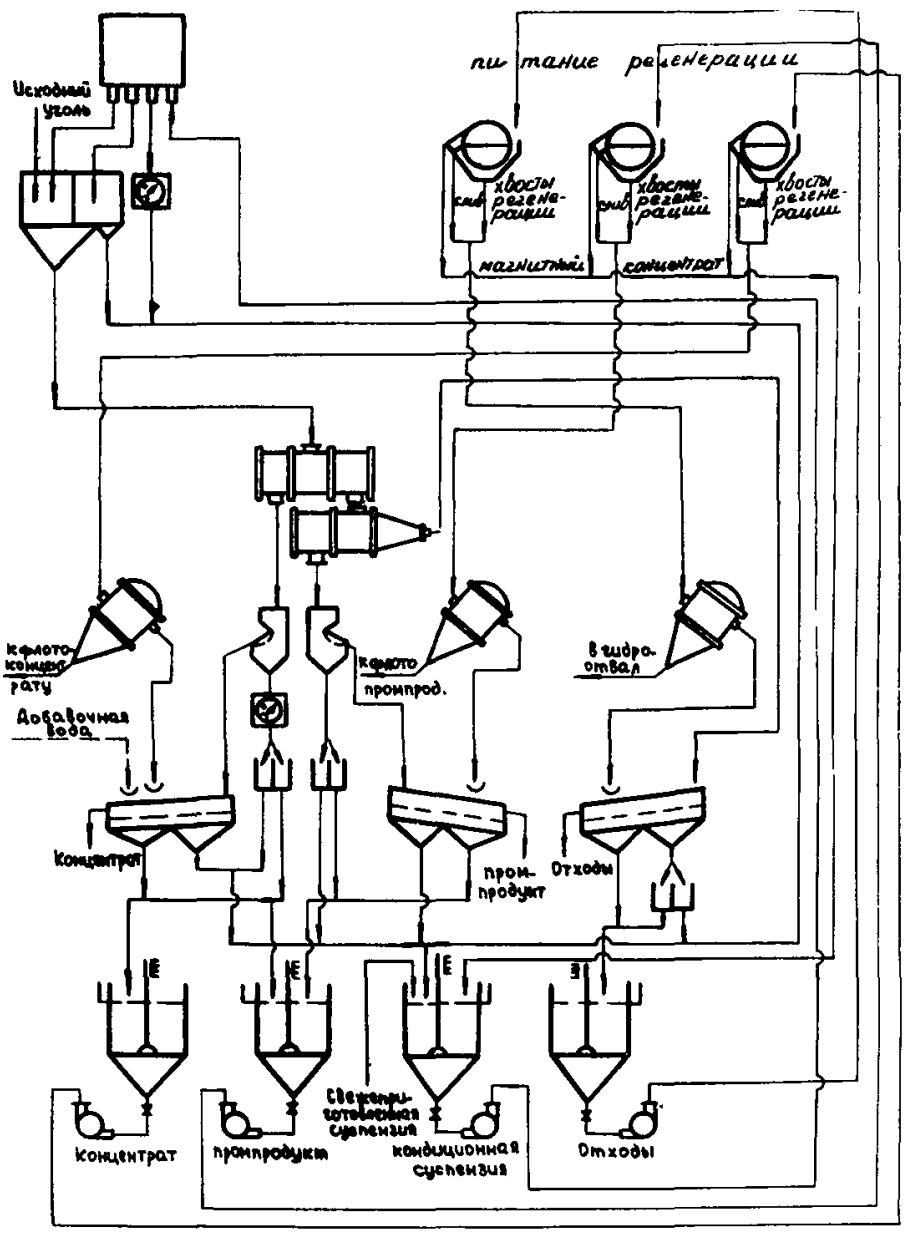


Рис.3.19. Схема обогащения мелкого угля и переобогащения промпродукта в трехпродуктовых гидроциклонах с раздельной регенерацией промывных вод.

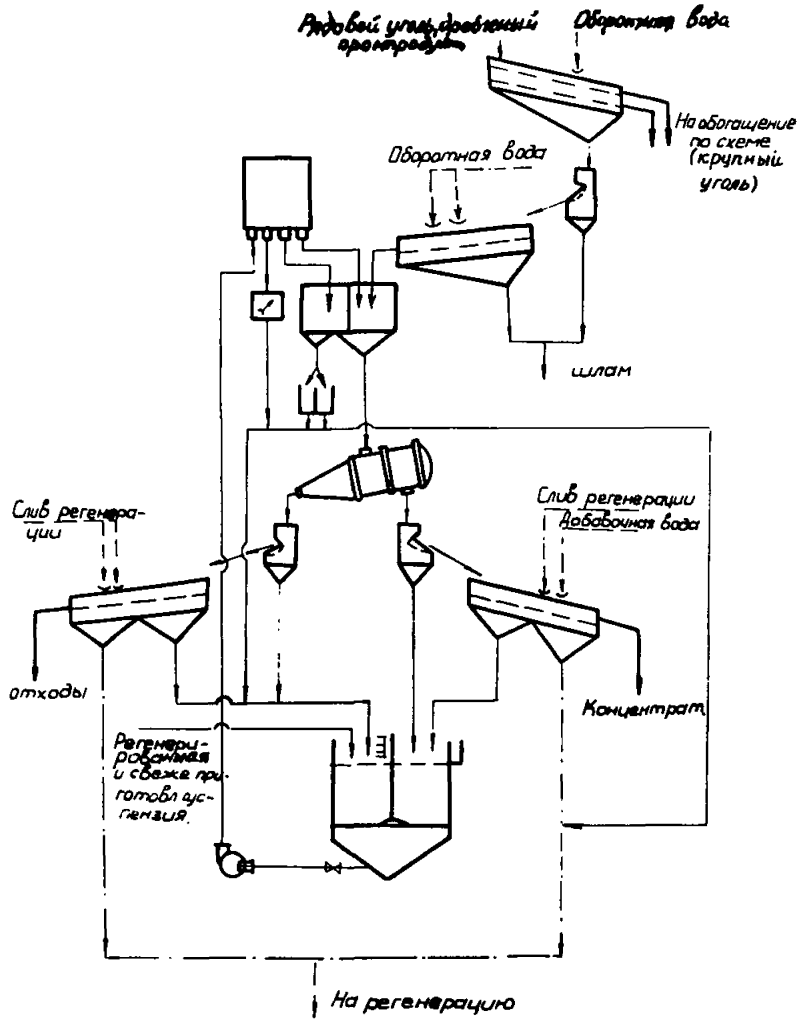


Рис.3.20. Схема обогащения мелкого угля и антрацита в двухпродуктовых гидроциклонах.

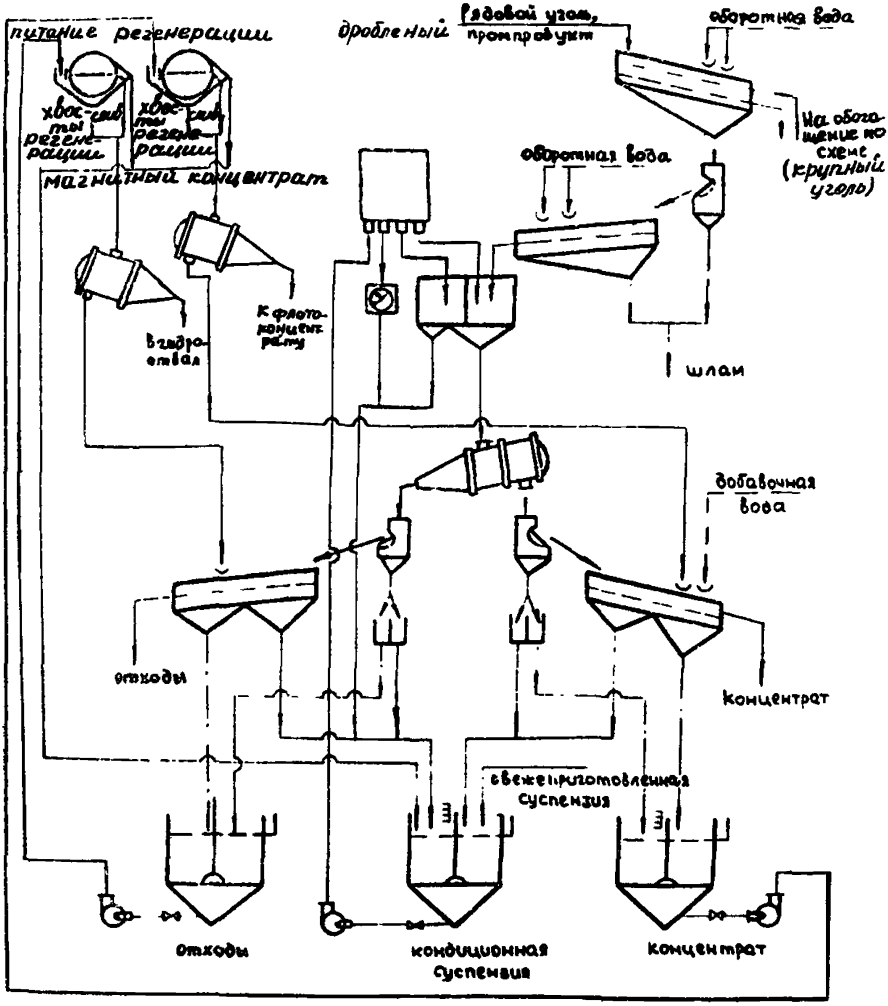


Рис.3.21. Схема обогащения мелкого угля и антрацита в двухпродуктовых гидроциклонах с раздельной регенерацией промывных вод.

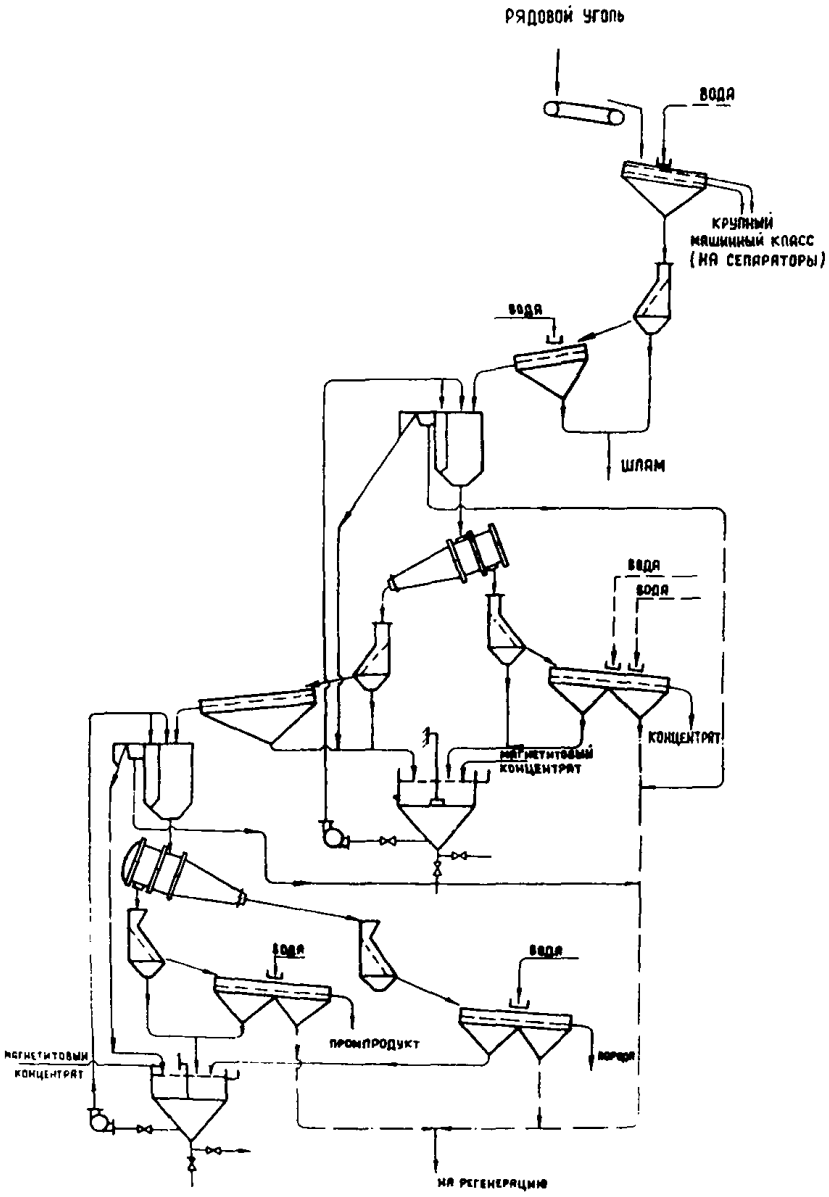


Рис.3.22. Схема обогащения мелкого угля с разделением на 3 продукта в двух последовательно установленных двухпродуктовых гидроциклонах.

Схема рекомендуется для разделения на три продукта при обогащении угля с сильноразмокаемыми породами.

Примечание: В настоящем разделе не приводятся схемы обработки шламовых вод на обогатительных фабриках и установках с применением магнетитовых суспензий, т.к. они должны отвечать тем же требованиям и рассчитываться теми же способами, что и водно-шламовые схемы фабрик с мокрыми методами обогащения и флотацией.

4. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СХЕМЫ РЕГЕНЕРАЦИИ СУСПЕНЗИИ

Для магнетитовых суспензий наиболее совершенным способом регенерации является магнитная сепарация.

В настоящее время в отечественной практике обогащения угля в тяжелых средах для регенерации магнетитовой суспензии используются, в основном, электромагнитные барабанные сепараторы ЭБМ-80/170 (ЭБМ-3) и ЭБМ-80/250 (ЭБМ4).

Применяемые на некоторых фабриках сепараторы устаревших моделей ЭБМ-I, ЭБМ-2, ЭБМ-I/2 и др. сняты с производства и заменяются на более совершенные - ЭБМ-80/170 и ЭБМ-80/250.

В рекомендуемых ниже схемах используются сепараторы ЭБМ-80/170 в комплексе с сепаратором СК-20 или СКВ-20 и сепараторы ЭБМ-80/250 в комплексе с сепараторами СК-32 или СКВ-32.

Использование в схемах регенерации размагничивающих и намагничивающих устройств применявшихся ранее, не является целесообразным, поэтому характеристика этих аппаратов в разделе 5, не приводится.

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 дренажно-промывочных грохотах;

-сбор капельных вод и случайных переливов, содержащих утяжелитель и возврат их на очистку;

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

- направление регенерированной суспензии в систему циркуляции;

- вывод избыточного количества шлама с хвостами регенерации.

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

4.I. Схема регенерации суспензии в одну стадию (рис.4.I.)

Схема регенерации в одну стадию рекомендуется при обогащении крупных классов углей в следующих случаях:

- когда имеет место эффективное обесшламливание обогащаемого угля (содержание в нем класса менее I мм не более I,5-2,0%);

- когда в обогащаемом угле отсутствует размокаемая и глинистая порода;

- когда в суспензии, направляемой на регенерацию, содержание твердого не превышает 300 кг/м^3 (в том числе магнетита не более 200 кг/м^3 и 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 [I6].

4.2. Схема регенерации суспензии в две стадии (рис.4.2.)

Схема регенерации суспензии в две стадии рекомендуется при обогащении мелкого угля, при обогащении крупного угля и несоблюдении условий по 4.I., а также при обогащении бурых углей.

Схема включает в себя два последовательно установленных электромагнитных сепаратора.

На вторую стадию направляются хвосты и часть слива первой стадии регенерации. Количество сепараторов, устанавливаемых на первой стадии регенерации определяется, исходя из объема регенерируемой суспензии и характеристики сепараторов.

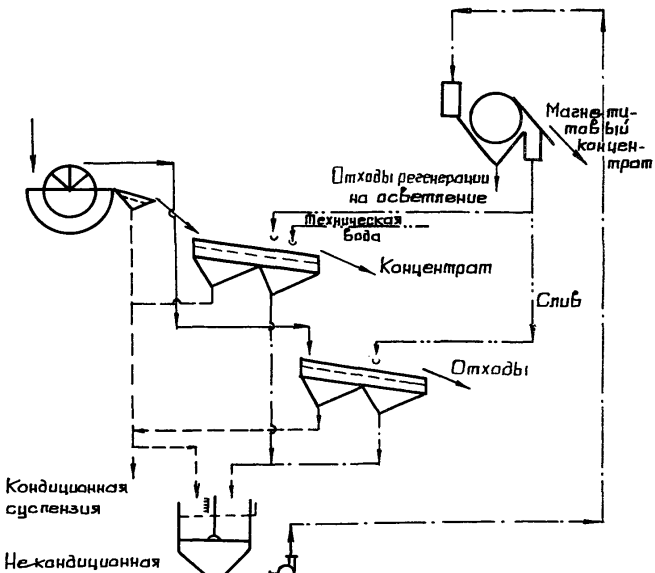


Рис.4.I. Схема регенерации суспензии в одну стадию.

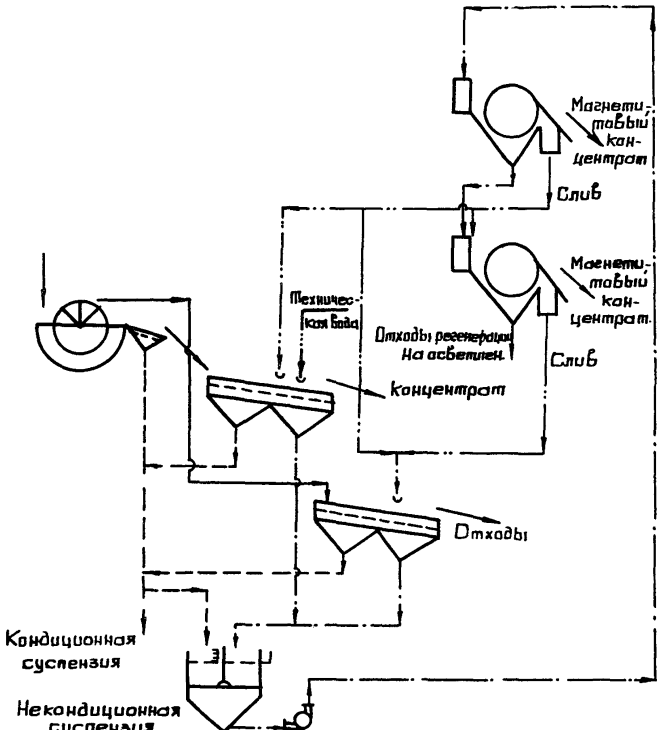


Рис.4.2. Схема регенерации суспензии в две стадии

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

4.3. Комбинированная схема регенерации суспензии (рис.4.3.)

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

Особенностью схемы является каскадное расположение сепараторов, позволяющее вести регенерацию при параллельной или последовательной их работе с перечисткой хвостов верхнего сепаратора в нижнем.

4.4. Схема раздельной регенерации суспензии (рис.4.4.)

Данная схема рекомендуется при обогащении мелкого угля (см.рис.3.19. - 3.22.). Особенностью схемы является раздельная регенерация разбавленной и части рабочей суспензии, отделяемых при обезвоживании каждого из продуктов обогащения.

Схема основана на возможности обогащения мелкого угля в гидроциклонах до крупности, значительно меньшей размера щели обезвоживающих грохотов. Как показала практика, шлам крупностью +0,15+0,20 мм, выделяемый с хвостами регенерации, близок по зольности к соответствующим продуктам обогащения. В схеме раздельной регенерации предусматривается подача хвостов регенерации в классификационные гидроциклоны и присадка крупного шлама к соответствующим продуктам обогащения (флотацией). Классификационные гидроциклоны выпускаются серийно и могут быть выбраны по имеющимся каталогам.

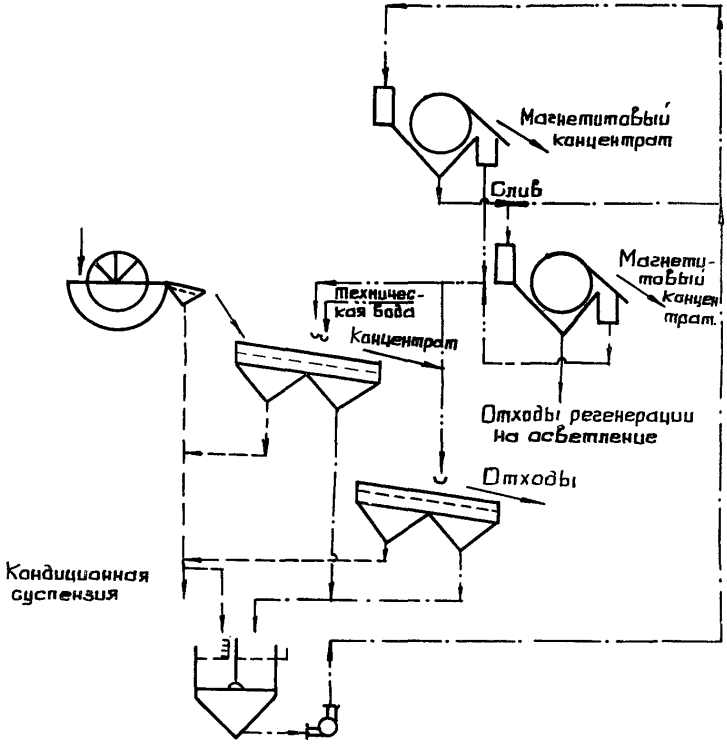


Рис.4.3. Комбинированная схема регенерации суспензии.

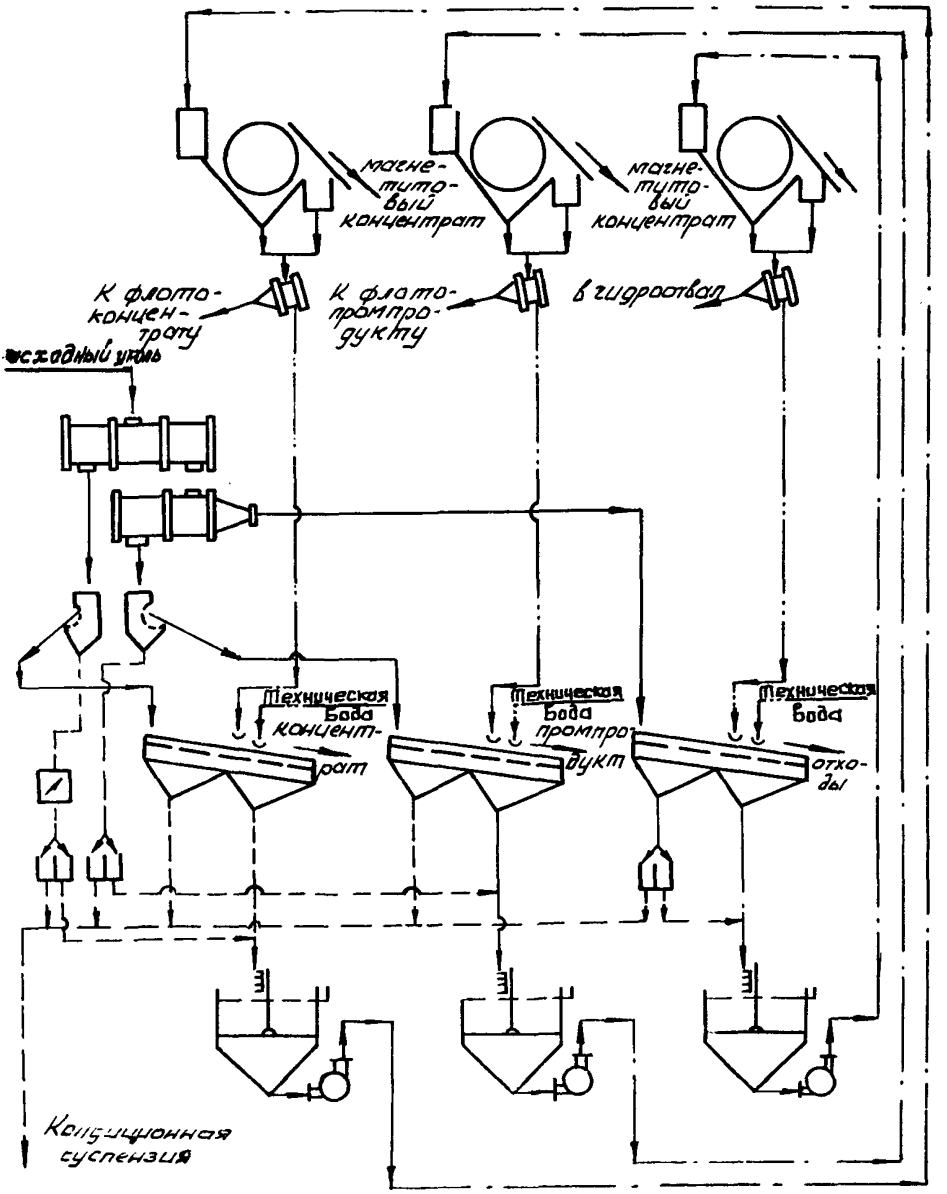


Рис.4.4. Схема раздельной регенерации суспензии.

Преимуществом такой схемы является возможность повышения содержания класса -0,5 мм в обогащаемом материале до 8-10%[x]. При этом, для обеспечения полного вывода шлама из системы необходимо отводить на регенерацию 30-40% рабочей суспензии.

При обогащении антрацитов в тяжелосредных гидроциклонах рекомендуется только раздельная регенерация суспензии для вывода тонких илов из системы.

4.5. Схема полной регенерации суспензии (рис.4.5.)

Схема полной регенерации была успешно применена при испытаниях трехпродуктового тяжелосредного агрегата АТТ-20[xx] на ЦОФ Краснолиманская треста Донецкуглеобогащение.

Схема рекомендуется к применению при обогащении крупного угля в трехпродуктовых сепараторах СТТ или при обогащении крупного угля без обесшламливания. Обязательным является наличие в схеме автоматического регулирования плотности суспензии.

Схема полной регенерации может осуществляться в одну или две стадии или быть комбинированной в зависимости от конкретных условий.

В случае обогащения с разделением на 3 продукта в двух последовательно установленных сепараторах регенерация суспензии может осуществляться по одной из схем (см.п.п.4.1. - 4.4.) в зависимости от характеристики угля, нижнего предела крупности обогащения и других условий.

---

x) Акт промышленных испытаний трехпродуктового гидроциклона на ЦОФ Ткварчельская.

xx) Агрегат АТТ20 после испытаний рекомендован к промышленному производству под шифром СТТ20.

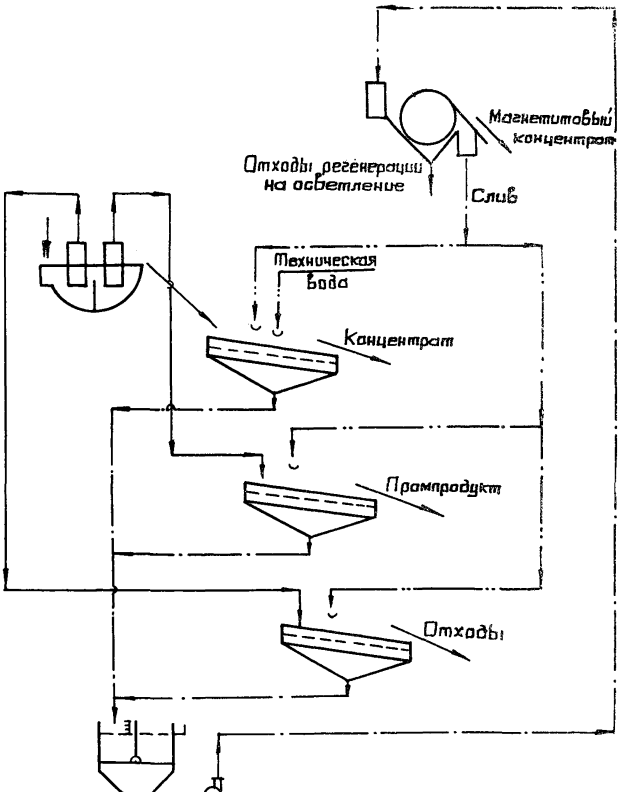


Рис.4.5. Схема полной регенерации суспензии.

5. ОБОРУДОВАНИЕ, ПРИМЕНЯЕМОЕ ДЛЯ ОБОГАЩЕНИЯ В ТЯЖЕЛЫХ СРЕДАХ

В данной главе приводится характеристика оборудования, применяемого для обогащения в тяжелых средах крупного и мелкого угля и для регенерации магнетитовой суспензии, выпускаемого ко времени издания "Основных параметров", а также опытные образцы оборудования.

Характеристика оборудования для подготовительных и вспомогательных операций, а также для обработки шламовых вод, в данной работе не приводится.

При выборе оборудования для основных, подготовительных и вспомогательных операций следует пользоваться также "Альбомом оборудования обогатительных фабрик" и "Перечнем оборудования, рекомендуемого в проектах новых и реконструируемых углеобогатительных фабрик", утвержденным В/О "Союзшахтопроект".

5.I. Сепараторы для обогащения крупного угля

5.I.I. Сепараторы с вертикальным элеваторным колесом

Для обогащения крупного угля в магнетитовой суспензии серийно производятся сепараторы с вертикальным элеваторным колесом типа СКВ. Они разработаны Гипромашуглеобогащением в соответствии с ОСТ 24.082.0I.-7I. Сепараторы СКВ выпускаются двух типоразмеров: СКВ-20 и СКВ-32 и предназначены для обогащения крупного угля и сланца в магнетитовой суспензии плотностью от I400 до 2200 кг/м^3. Нижний предел крупности в сепараторах типа СКВ как правило должен составлять I3 мм. При условии обеспечения эффективной классификации по зерну 6(I0)мм нижний предел крупности снижается до 6(I0) мм.

Для удобства компоновки в технологических схемах фабрик указанные сепараторы выпускаются в правом и левом исполнениях. Конструкция сепаратора защищена авторским свидетельством № 181021, кл.1а и запатентована в Англии, Индии, ФРГ и США. Промышленное производство сепараторов СКВ-20 начато с 1969г., СКВ32 с 1971г. заводом угольного машиностроения им.Ларкоменко (г.Ворошиловград) взамен выпускавшихся ранее сепараторов СК.

Техническая характеристика сепараторов СКВ приведена в табл.5.1., габаритные и привязочные размеры в табл.5.2. [17]. Общий вид сепаратора типа СКВ и основные разрезы представлены на рис.5.1.

Разновидностью сепараторов СКВ является сепаратор СКВС-32, предназначенный для обогащения сланца. Конструктивно он отличается от сепараторов СКВ тем, что количество ковшей элеваторного колеса уменьшено до 6, благодаря чему крупность обогащаемого сланца доведена до 500 мм. Изготовление сепаратора СКВС производится по разовым индивидуальным заказам.

На базе сепаратора СКВ-32 разработан сепаратор для обогащения угля в одном аппарате двумя классами СКВД-32 (табл.5.1.). Опытный образец сепаратора испытан в 1974г. на ЦОФ Аютинская комбината Ростовуголь и рекомендован к промышленному производству по разовым заказам. Схема сепаратора СКВД дана на рис.5.2.

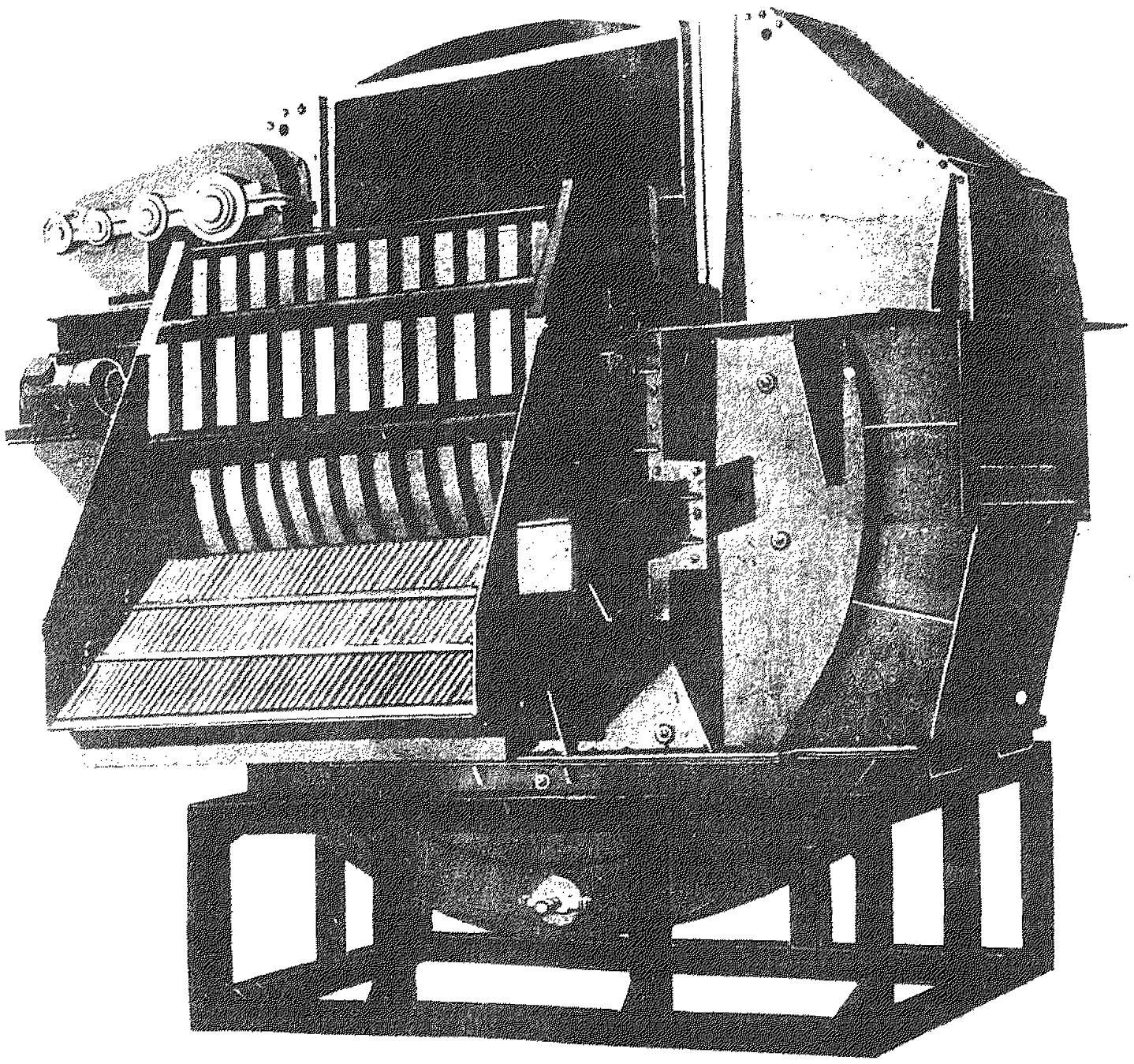
5.1.2. Сепараторы с наклонным элеваторным колесом.

Сепараторы с наклонным элеваторным колесом типа СК выпускались серийно до 1972 года.

В настоящее время на фабриках и установках Минуглепрома СССР работает около 100 сепараторов типа СК. Они были разработаны 4-х типоразмеров: СК-12, СК-20, СК-32 и СК-40. Серийно выпускались первые три типоразмера. Сепаратор СК-40 производился по отдельным заказам и ГОСТ'ом не предусмотрен.

Общий вид сепаратора СК и основные разрезы даны на рис.5.3.а в табл.5.3. приводятся основные данные технической характеристики.

а)



б)

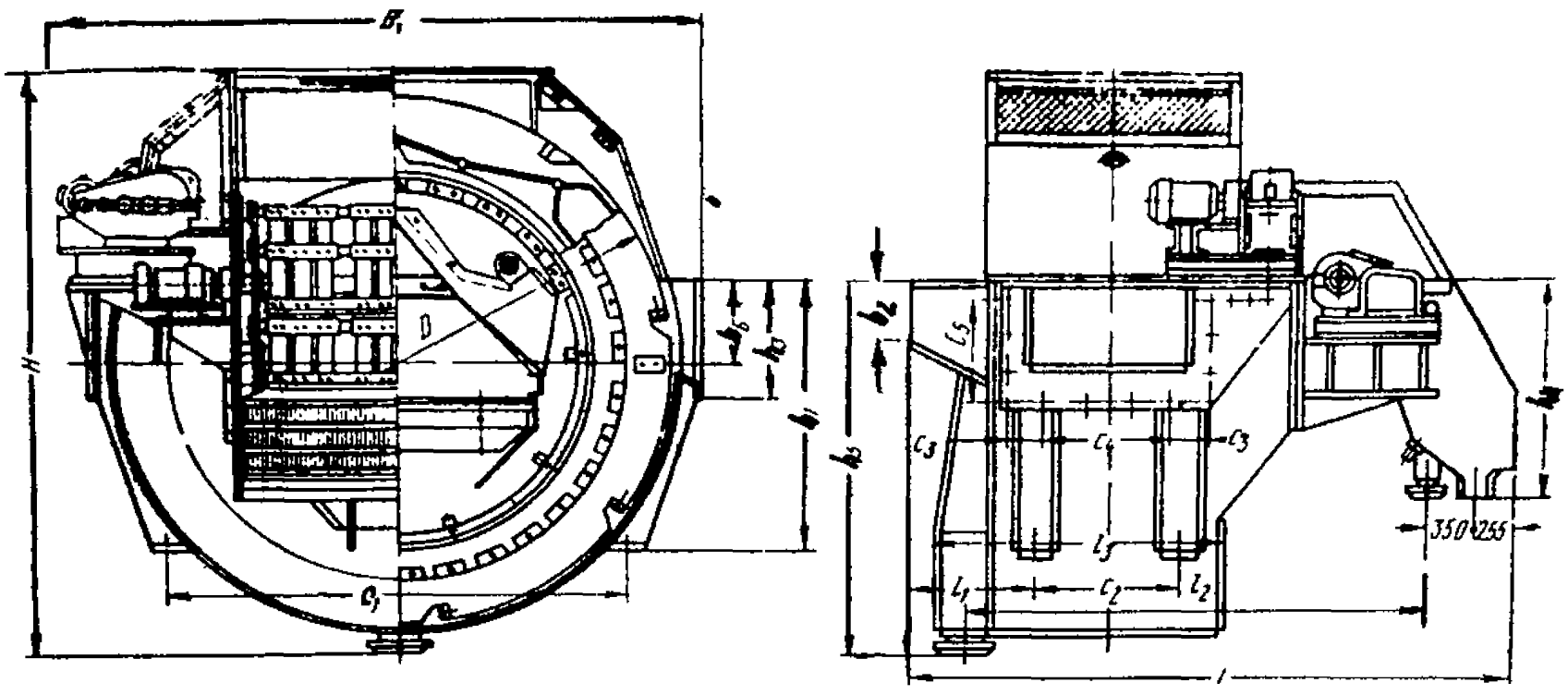


Рис.5.I. Сепаратор СКВ

а - внешний вид;
б - основные разрезы.

Таблица 5.I

Техническая характеристика сепараторов СКВ

Наименование показателей	Шифр СКВ-20	СКВ-32	СКВД-32
Максимальная производительность по исходному материалу: т/ч			
при крупности I3-300 мм	I90	300	6(I3)25-I25 25-300-I75 Всего-300
-"- 25-300 мм	240	380	25-50-220 50-300-I80 Всего-400
Максимальная нагрузка от исходного материала; %			
по всплывшей фракции	75	75	75
по утонувшей фракции	75	75	75
Максимальная крупность всплывшей фракции, мм	300x300x 600	300x900x 900	
Ширина ванны, мм	2000	3200	2000 и I200 всего 3200
Диаметр элеваторного колеса, мм	4000	5450	5450
Объем суспензии в ванне, $м^3$	8	I8	I8
Электродвигатель элеваторного колеса:			
мощность, квт	5,5	5,5x2	5,5x2
частота вращения, об/мин	I000	I000	I000
напряжение, в	220/380	220/380	220/380
Электродвигатель гребкового механизма:			
мощность, квт	2,2	2,2	2,2
частота вращения, об/мин	I000	I000	I000
напряжение, в	220/380	220/380	220/380
Габаритные размеры (не более); мм:			
длина	4400	5500	5495
ширина	4500	6000	5850
высота	4200	5700	5700
Масса (не более), кг	I6500	27500	30000

Таблица 5.2.

Основные габаритные и привязочные размеры сепараторов типа СКВ

Типо-размеры	Основные размеры, мм (обозначения на рис.5.I.)									
	B	B_1	B_2	C_1	C_2	C_3	C_4	C_5	L	ℓ_1
СКВ-20	2000	4490	I000	3400	I000	I87	9xI90 = =I7I0	4xI90 = = 760	4300	880
СКВ-32	3200	5850	I600	4200	I800	2I7	8x200 = = I600	5x200 = = I000	5355	675

Продолжение табл.5.2.

ℓ_2	ℓ_3	D	H	h_1	h_2	h_3	h_4	h_5	h_6
3200	I880	3900	4I60	I9I0	420	900	I470	2680	550
4305	2390	5450	5700	2900	500	I200	I920	3700	800

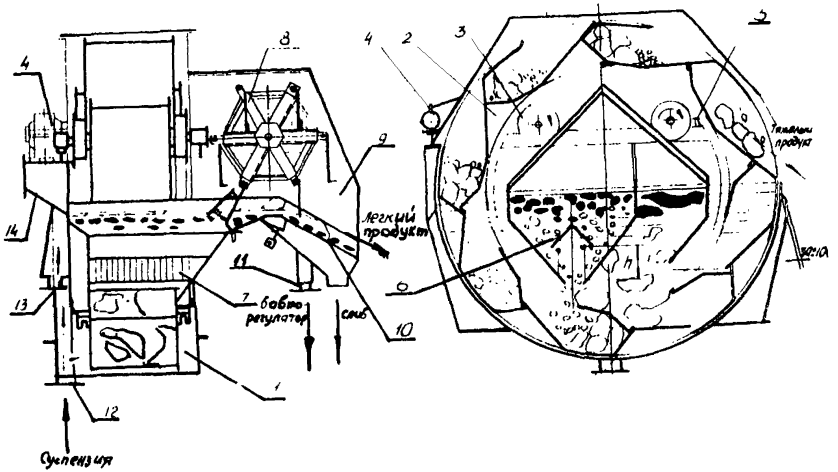


Рис.5.2. Схема сепаратора СКВД:

I - корпус сепаратора, 2 - элеваторное колесо, 3 - катки, 4 - привод, 5 - натяжные винты, 6 - перегородка, 7 - пластины для гашения потоков, 8 - гребковый механизм, 9 - концентратный желоб, I0 - решетка со щелью 2 мм, II, I2, I3 - патрубки для суспензии, I4 - загрузочный желоб.

Сепараторы СК предназначены для обогащения в магнетитовой суспензии углей крупных классов от 13 до 300 мм и выше, в отдельных случаях на этих сепараторах обогащался уголь с нижним пределом крупности 6 мм.

Конструкция сепараторов разработана институтом Гипромашобогащение (г.Ленинград), изготавливались они на Ворошиловградском заводе угольного машиностроения им.Пархоменко.

Для повышения эффективности разделения угля в колесных сепараторах СК и СКВ институтом Гипромашуглеобогащение разработана конструкция специального устройства - погружателя. С помощью этого устройства вся масса обогащаемого материала погружается под уровень суспензии при загрузке ее в ванну сепаратора [18] . Погружатель (рис.5.4.) представляет собой отдельный узел, состоящий из барабана с лопастями. Барабан вращается на отдельном валу от привода. Лопасти устанавливаются на барабане под углом 15-20° к радиальному направлению и отклонены в противоположную сторону от направления вращения барабана.

Погружатель устанавливается в загрузочной части ванны сепаратора параллельно сливному порогу. Барабан вращается по направлению движения обогащаемого материала, нижняя часть барабана опущена в суспензию на глубину 150-200 мм.

Чертежи погружателя для каждого типоразмера сепараторов СКВ и СК можно получить в институте Гипромашуглеобогащение,г.Ворошиловград.

На нескольких фабриках и установках, построенных по проекту французской фирмы Вено-Пик (ЦОФ Кураховская. ЦОФ Кадиевская, ОФ Шушталепская и ОУ шахты им.Абакумова) установлены и работают сепараторы типа Дрибой. Всего в СССР работает 6 сепараторов этого типа.

Внутренняя поверхность ванны и разгрузочных желобов тяжелого продукта футерована износостойкими керамическими плитками.

Основные данные технической характеристики сепараторов Дрибой, работающих на отечественных фабриках даны в табл.5.4.

Таблица 5.3.

Техническая характеристика сепараторов СК

Наименование показателей	Обозначения размеров на рис.	Шифр			
		СК-12	СК-20	СК-32	СК-40
Максимальная производительность по исходному материалу, т/ч					
при крупности 13-300		105	180	285	350
-"- 25-300		120	200	320	400
Максимальная нагрузка от исходного, %:					
по всплывшей фракции		75	75	75	75
по утонувшей фракции		75	75	75	75
Максимальная крупность всплывшей фракции, мм		300х300х600		300х300х900	
Ширина ванны, мм	Е	1200	2000	3200	4000
Диаметр элеваторного колеса, мм	Д	3200	3800	5350	6400
Объем суспензии в ванне, $м^3$		4	8	18	53
Электродвигатель элеваторного колеса:					
тип		КОМ 31-4	КОМ 31-4	КОМ 32-4	КОМ 32-4
мощность, квт		4,5	4,5	7	7
частота вращения, об/мин		1440	1440	1450	1450
напряжение, в		220/380	220/380	220/380	220/380
Электродвигатель гребкового механизма:					
тип		КОМ 22-6	КОМ 22-6	КОМ 31-6	КОМ 31-6
мощность, квт		1,7	1,7	2,8	2,8
частота вращения, об/мин		930	930	940	940
напряжение, в		220/380	220/380	220/380	220/380
Габаритные размеры, мм:					
длина	Г	4500	5220	6400	7092
ширина	Б	3680	4830	6450	7600
высота	В	4150	4800	5580	6030
Масса, кг		13215	18570	28230	35200

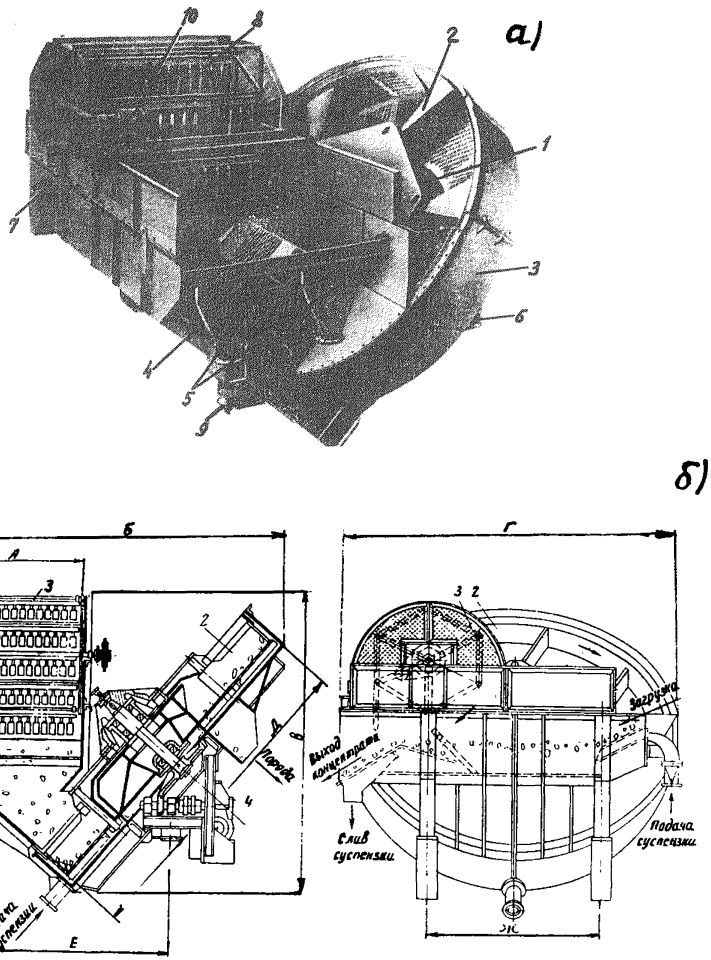


Рис.5.3. Сепаратор СК:

а)- внешний вид, б)- основные разрезы.

I - элеваторное колесо, 2 - лопасть колеса, 3 - корпус элеваторного колеса, 4 - днище ванны, 5 - ввод суспензии, 6 - породный желоб, 7 - ванна сепаратора, 8 - гребковое устройство, I0 - привод гребкового устройства.

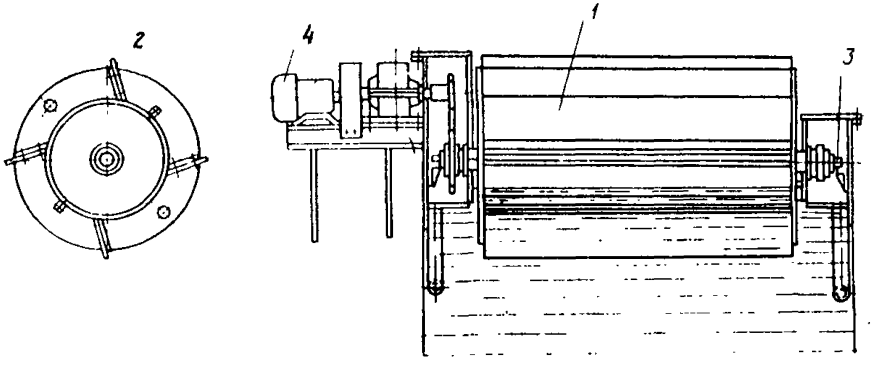


Рис.5.4. Погружатель:
I - барабан, 2 - лопасти, 3 - вал, 4 - привод.

Таблица 5.4

Техническая характеристика сепараторов Дрибой, работающих на фабриках СССР

Характерный типоразмер (ширина ванны, B мм)	Производительность, т/ч	Диаметр элеваторного колеса, мм	Крупность обогащаемого угля, мм	Габаритные размеры, мм	Масса, т	Установочная мощность, квт.
800	85	2756	I0-300	2756х26I6х х2628	I2,7	4,6
2000	I60	3800	-"-	4840х4630х х5I50	2I,4	6,0
2600	240	4500	-"-	5490х5II0х х5440	28,5	7,5

На ЦОФ Беловская (Кузбасс) установлены и работают 4 сепаратора с вертикальным элеваторным колесом фирмы Ведаг, а на ОФ Западно-Сибирского металлургического завода 2 сепаратора Теска фирмы Шахтерман-Кремер-Баум (ФРГ).

Техническая характеристика этих сепараторов приведена в табл.5.5., а общие виды даны на рис.5.5. и 5.6.

5.I.3. Трехпродуктовые сепараторы.

Для разделения угля на три продукта создан и в I973г. успешно прошел промышленные испытания на ЦОФ Краснолиманская трехпродуктовый тяжелосредный агрегат АТТ20, который рекомендован к серийному производству под шифром СТТ - сепаратор тяжелосредный трехпродуктовый [I9, 20] .

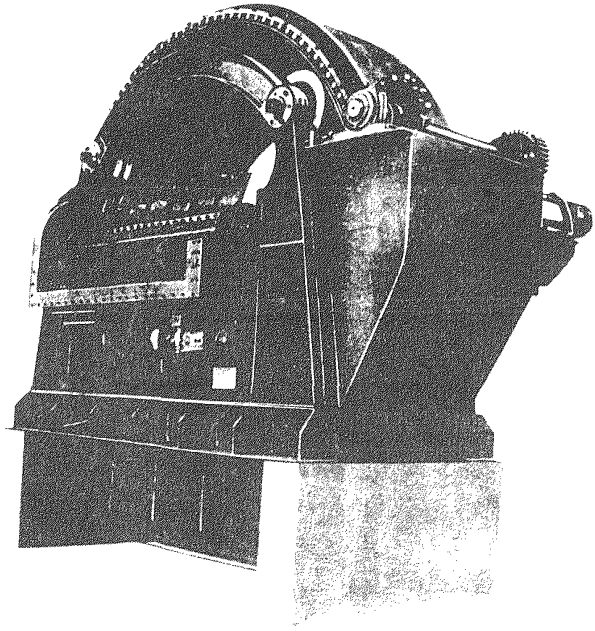
Сепаратор предназначен для разделения крупного угля (класс +I3 мм) в магнетитовой суспензии на три продукта.

Сепаратор разработан институтом Гипромашуглеобогащение. Завод изготовитель - Ворошиловградский завод угольного машиностроения им.Пархоменко.

Таблица 5.5

Техническая характеристика сепараторов Ведаг и Теска, установленных на ЦОФ Беловская и на ОФ Западно-Сибирского металлургического завода

Наименование показателей	Сепаратор Ведаг	Сепаратор Теска
Производительность, т/ч	до 200	до 300
Ширина ванны сепаратора, мм	I800	2250
Размеры элеваторного колеса, мм:		
диаметр	4300	4000
ширина ковша	800	750
Частота вращения элеваторного колеса, об/мин	I,2	I,5
Крупность обогащаемого угля, мм	I0-I50	I0-250
Мощность привода элеваторного колеса, квт	4,4	5,5
Мощность привода транспортирующего и разгрузочного механизмов легких фракций, квт	I,5	I,5
Частота вращения, об/мин	20,5	4,9



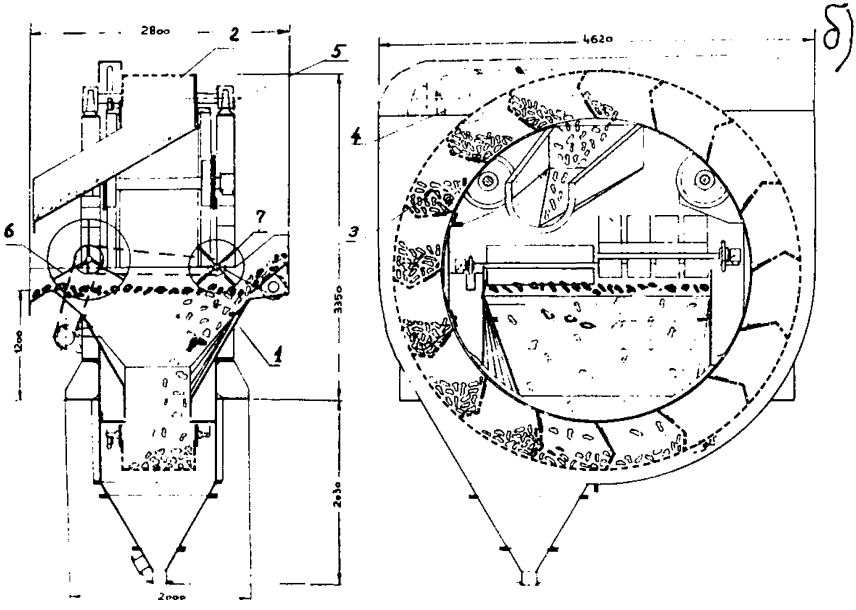
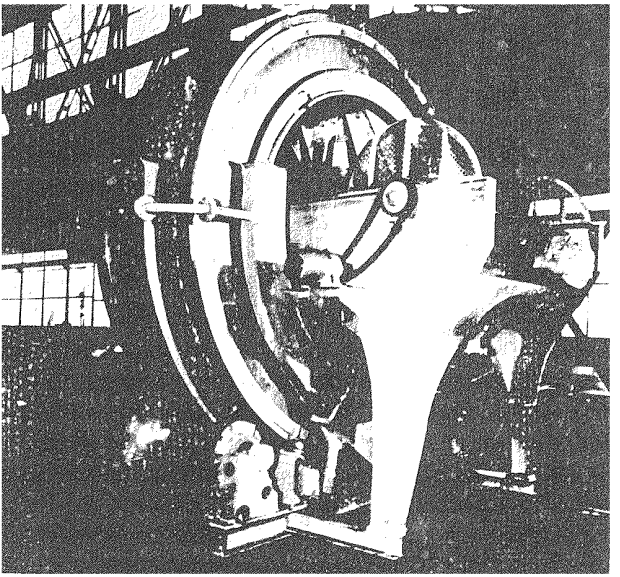


Рис.5.5. Сепаратор Ведаг:

а) общий вид; б) разрезы:

I - ванна сепаратора, 2 - элеваторное колесо, 3 - катки, 4-5 - привод, 6 - разгрузчик всплывшего продукта, 7 - загрузочное устройство.



б)

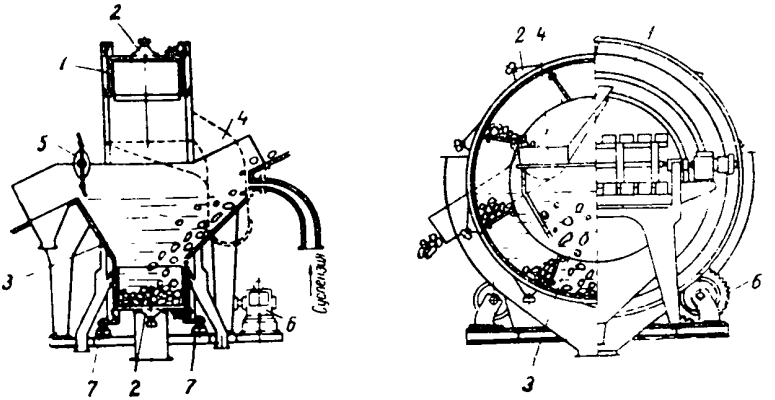


Рис.5.6. Сепаратор Теска:

а) общий вид; б) разрезы:

I - элеваторное колесо, 2 - отверстия для суспензии, 3 - ванна сепаратора, 4 - породный желоб, 5 - разгрузчик всплывшего продукта, 6 - привод, 7 - катки.

Сепаратор СТТ создан на базе серийных сепараторов СКВ (рис.5.7.). Для загрузки исходного материала, смачивания и разрыхления его в загрузочной части первой ванны сепаратора СТТ установлен специальный погружатель, а для передачи всплывшей фракции из первой ванны во вторую предусмотрен перегрузчик. Благодаря этим конструктивным особенностям и наличию нисходящего потока, удельный расход циркулирующей суспензии в сепараторе СТТ значительно снижен и составляет 25-30 $м^3$/ч на I м ширины ванны для первой ступени и 35-40 $м^3$/ч для второй против 60-80 $м^3$/ч, предусмотренных нормативными показателями для каждой ступени двух последовательно установленных двухпродуктовых сепараторов СК и СКВ.

Гидродинамический режим в проточной части ванны сепаратора создается горизонтальным потоком суспензии и перемешивающим воздействием элеваторного колеса. Кроме того, в ваннах сепаратора создан своеобразный "нисходящий" поток; т.к. колесо сепаратора выполнено с минимальной площадью колосников, суспензия частично захватывается ковшами, поднимается вверх и выливается на поверхность зеркала суспензии через специальные перфорированные листы. В первое отделение сепаратора поступает суспензия, плотность которой соответствует плотности выделения отходов (например, I900 кг/$м^3$), во второе отделение, куда суспензия из первого отделения переходит вместе со смесью промпродукта и концентрата, подается слив электромагнитных сепараторов для разбавления ее и доведения до плотности, необходимой для разделения смеси на концентрат и промпродукт (например, I450 кг/$м^3$). Контроль и регулирование плотности суспензии в обоих отделениях осуществляется автоматически.

Следующий типоразмер сепаратора этого типа - СТТ32 производительностью 380 т/ч будет выпущен в виде опытного образца в 1976 г.

Схема установки опытного образца агрегата АТТ20 на ЦОФ Краснолиманская дана на рис.5.8. Серийный выпуск сепараторов СТТ-20 будет производиться Ворошиловградским заводом угольного машиностроения им.Пархоменко.

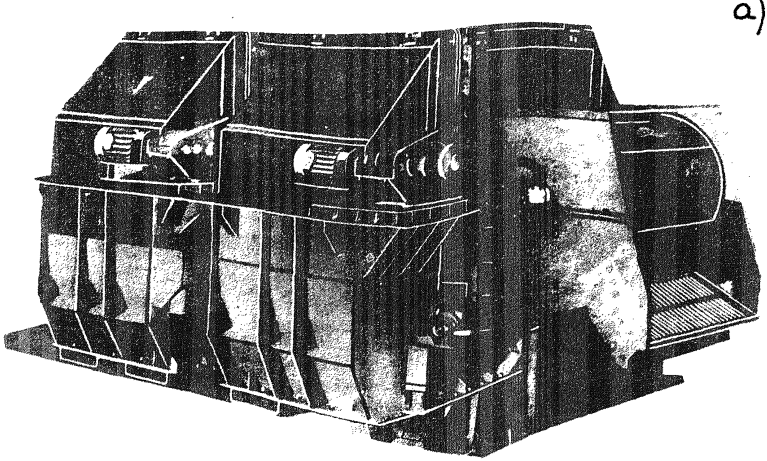
Техническая характеристика сепараторов типа СТТ приведена в табл.5.6.

Таблица 5.6

Техническая характеристика сепараторов СТТ

Наименование показателей	СТТ20	СТТ32
Производительность по исходному продукту при крупности, т/ч:		
I3-300 мм	I90	300
25-300 мм	240	380
Производительность от исходного, не менее , %		
по концентрату	75	75
по промпродукту	50	50
по отходам обогащения	75	75
Ширина обогатительной ванны, м	2,0	3,2
Объем ванны, $м^3$	2x8	2xI8
Мощность электродвигателей, квт	I7,6	32,2
Габариты , мм:		
длина	7800	9800
ширина	4800	6000
высота	4500	5900
Масса , т	37,0	не более 60,0

а)



б)

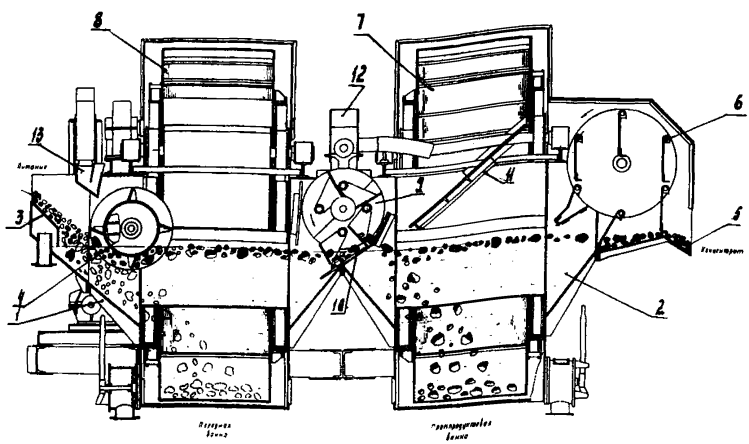


Рис.5.7. Сепаратор СТТ: а) внешний вид, б) разрез.
I - ванна породного отделения, 2 - ванна промпродуктового отделения, 3- загрузочный желоб, 4 - погрузкатель, 5 - желоб разгрузки концентрата, 6 - гребковый механизм, 7,8 - элеваторные колеса, 9 - перегрузчик, I0 - порог, II - лоток, I2 - бачек для подачи воды, I3 - ливневый желоб.

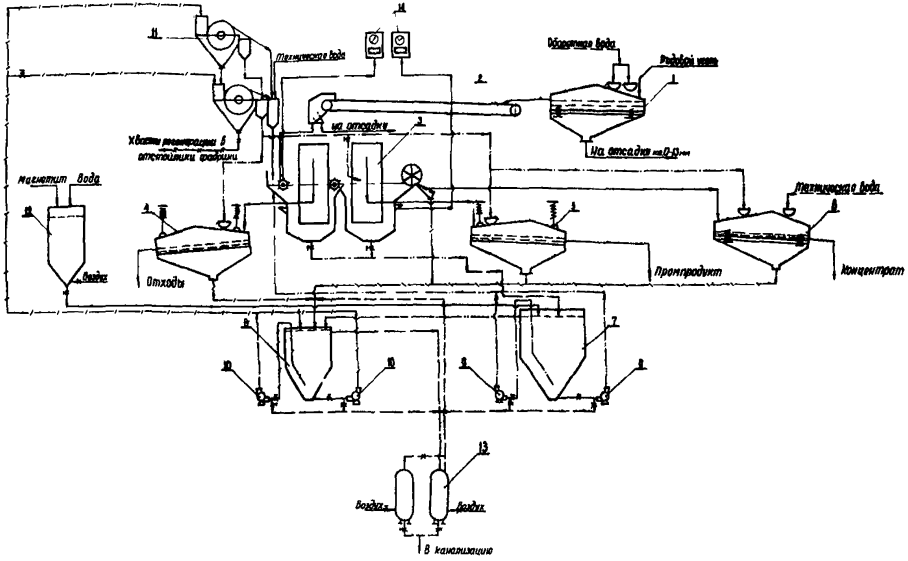


Рис.5.8. Схема установки тяжелосредного агрегата АТТ-20 ЦОФ "Краснолиманская":
1 - грохот для рядового угля типа ГСЛ-62, 2 - ленточный конвейер, 3 - тяжелосредный агрегат АТТ-20, 4 - грохот для отходов типа ВП-2, 5 - грохот для пр.пр.типа ВП-2, 6 - грохот для концентрата типа ГСЛ-62, 7 - сборник хранения суспензии, 8 - сборник некондиционной суспензии, 9-10 - центробежные насосы типа Ш-270, 11 - электромагнитные сепараторы типа ЭБМ-3, 12 - сборник приготовления суспензии, 13 - аэрозжектор, 14 - плотномер типа АРПС-3А.

Использование трехпродуктовых сепараторов взамен двух двухпродуктовых позволит упростить схемы обогащения труднообогатимых углей, где разделение должно производиться на три продукта. По примерным подсчетам число единиц оборудования может быть сокращено на I/3, на I/4 уменьшен его вес.

5.2. Оборудование для обогащения мелкого угля.

Для обогащения мелкого угля используются двух и трехпродуктовые гидроциклоны [21]. Гипромашуглеобогащением разработаны по одному типоразмеру цилиндроконических двухпродуктовых (рис.5.9.) и каскадных трехпродуктовых (рис.5.10.) гидроциклонов. Гидроциклоны изготовляются в износоустойчивом исполнении. Техническая характеристика гидроциклонов дана в табл.5.7.

Таблица 5.7.

Техническая характеристика гидроциклонов

Наименование показателей	Тип гидроциклона		
	двухпродуктовый КГ	трехпродуктовый ГТ 3/80	
		I секция	II секция
Производительность, т/ч	50	80	50
Внутренний диаметр, мм	500	630	500
Угол конусности, град	20	0	20
Диаметр входного патрубка, мм	100	150	116
Диаметр верхнего разгрузочного патрубка	220	250,320	180,220, 280

Продолжение табл.5.7

Наименование показателей	Тип гидроциклона		
	двухпродуктовый КГ	трехпродуктовый ГТ 3/80	
		I секция	II секция
Диаметр нижнего разгрузочного патрубка, мм	I60,I80	-	90,II0, I40
Пьезометрический напор питания на входе, м	не менее 4,5	не менее 6	—
Нагрузка по суспензии, $м^3/ч$	I45	I80-260	
Масса, кг	I4I6	3000	
Габаритные размеры: мм			
длина	2440	3460	
ширина	700	I600	
высота	I800	2980	

Способ обогащения угля в тяжелой суспензии с получением трех и более продуктов защищен авторским свидетельством № I94678.

Двухпродуктовые гидроциклоны выпускаются с комплектом специального оборудования, позволяющим компоновать гидроциклонные установки производительностью 50 т/ч (комплекс КГ 2/50) и I00 т/ч (комплекс КГ 2/I00).

В гидроциклонной установке с трехпродуктовым гидроциклоном ГТ 3/80 также используется специальное оборудование комплексов КГ 2/50 и КГ 2/I00. Техническая характеристика гидроциклонных установок дана в табл.5.8.

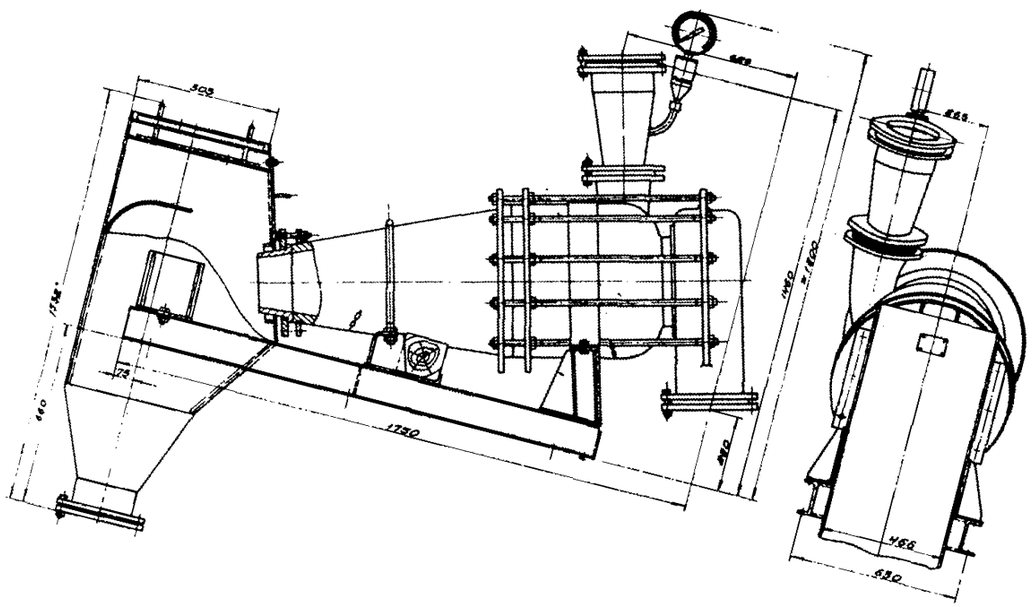


Рис.5.9. Двухпродуктовый гидроциклон

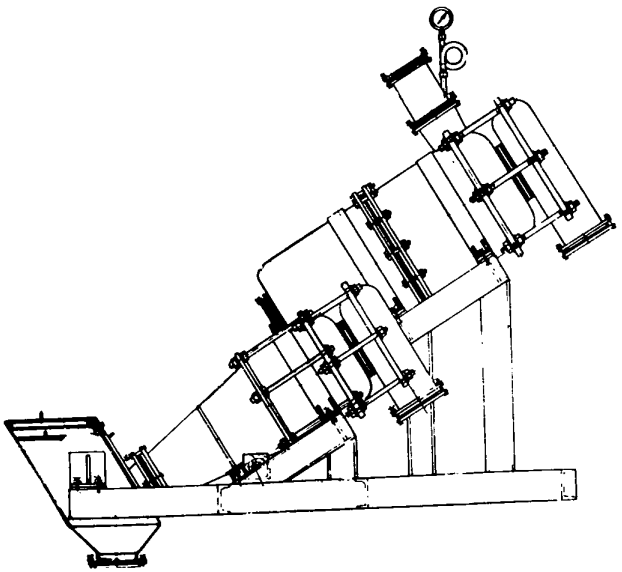


Рис.5.10. Трехпродуктовый гидроциклон ГТ 3/80

Таблица 5.8

Техническая характеристика гидроциклонных установок

Наименование показателей	Тип оборудования		
	КГ2/50	КГ2/I00	гидроциклон ГТ 3/80
Производительность, т/ч	50	I00	80
Крупность обогащаемого материала, мм	от 0,5 до 25	от 0,5 до 25	от 0,5 до 25
Количество гидроциклонов в установке, шт	I	2	I
Нагрузка по суспензии, $м^3/ч$	от I60 до 200	от 320 до 400	от I80 до 260
Масса комплекса спецоборудования, кг	5800	8250	

Специальное оборудование гидроциклонного комплекса состоит из следующих аппаратов: делителя суспензии, смесителя угля и суспензии, дуговых сит, ливневых и веерных брызгал для дешламационных и обезвоживающих грохотов, опорных конструкций для гидроциклонов и приемных воронок для продуктов обогащения [I7, 2I]. Общий вид основных аппаратов специального оборудования показан на рис.5.II.- 5.I5., а их техническая характеристика приведена ниже.

Делитель суспензии (рис.5.II.) предназначен для распределения и равномерной подачи ее в смеситель. Он имеет прямоугольную форму и состоит из 5 камер. Камеры 4,5 и 7 предназначены для приема рабо-

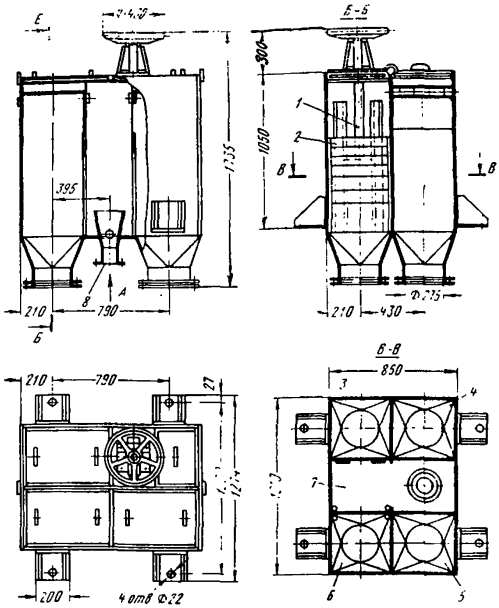


Рис.5.II. Делитель суспензии.

чей суспензии, а камеры 3 и 6 - для распределения ее в смесителе. Количество суспензии, поступающей через камеру 3, регулируется шибером I. Остальная суспензия через камеру 6, высота которой регулируется с помощью планок 2, поступает в камерное отделение смесителя.

Смесители (двухкамерный или однокамерный) соответственно для питания двух или одного гидроциклонов (рис.5.I2а,б) представляют собой сосуд, разделенный на два отделения: смесительное 7 и напорное 2. Оба отделения объединены посредством камеры 9. В верхней части камеры имеется загрузочный желоб с решеткой 6.

В смесителе предусмотрены два люка 8 для осмотра. В верхней части напорного отделения размещен шибер 5 для регулирования высоты напорного столба.

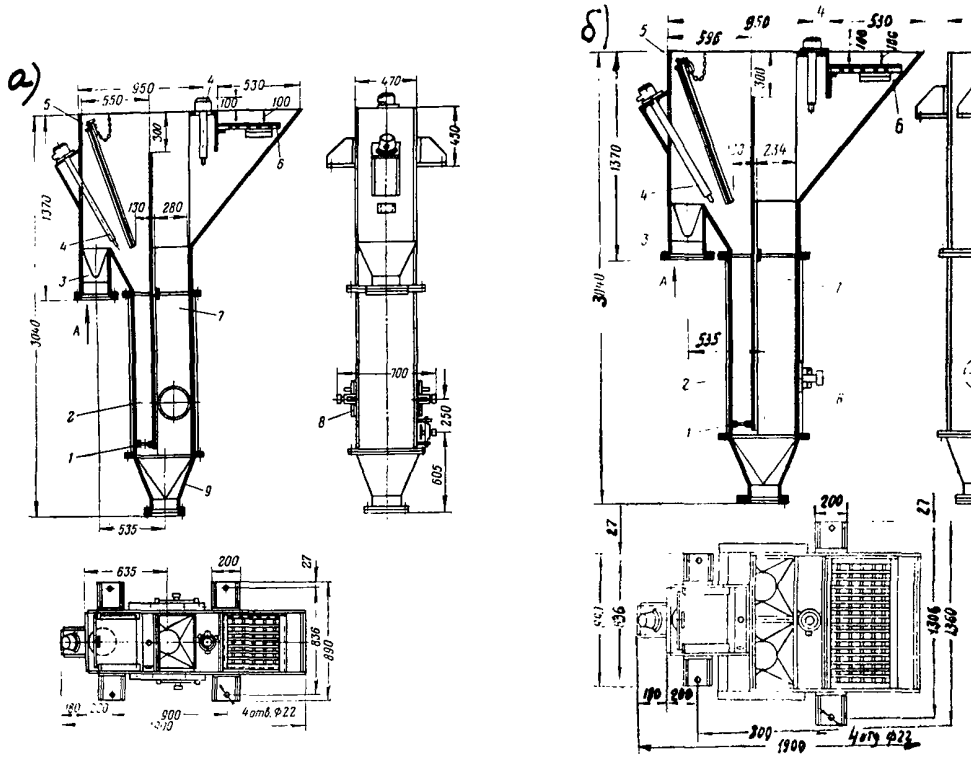


Рис.5.12. Смесители угля;
а) однокамерный;
б) двухкамерный.

В нижней части - заслонка I с отверстием определенного диаметра для выпуска суспензии. Излишки суспензии поступают в смесительную камеру 3 и далее в систему циркуляции суспензии. Датчики 4 сигнализируют о наличии перелива суспензии в напорном отделении.

Сито дуговое 5.I3. состоит из приемной камеры 3, корпуса I и фильтрующих решеток 2. Для осмотра камеры и чистки загрузочной щели сита имеется два съемных люка 4. Выпускается двух типоразмеров. В нижней части корпуса предусмотрены патрубки 5 и 6 для подсоединения датчика или делителя авторегулятора плотности суспензии.

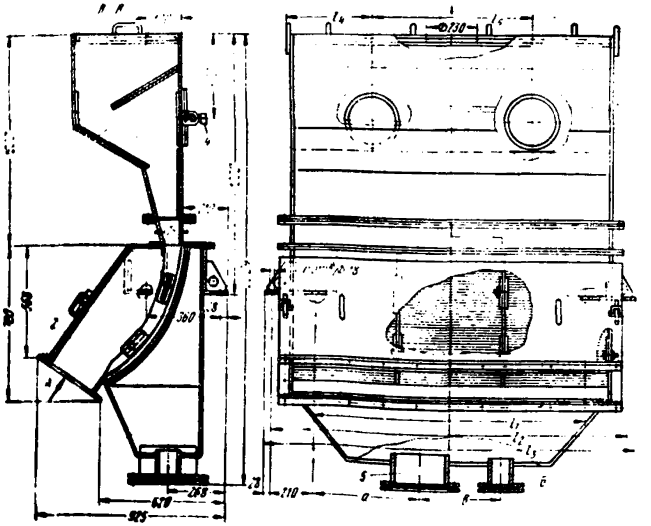
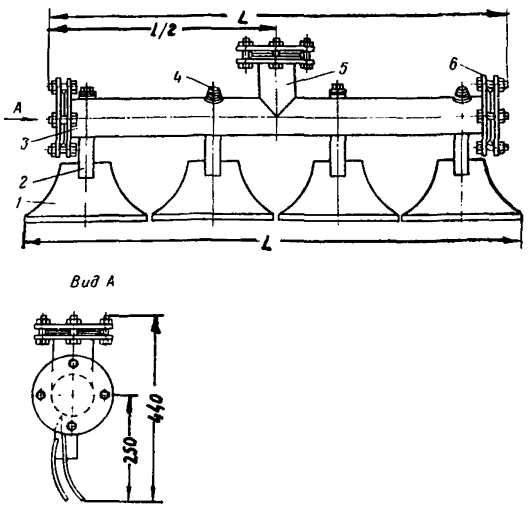


Рис.5.I3. Сито дуговое

Веерное брызгало рис.5.I4. состоит из трубы 3 в которую вварены патрубки 2 с трапециевидными лопатками I. Для чистки брызгал предусмотрены отверстия с пробками 4. Присоединение брызгал производится патрубком 5 и торцевыми фланцами 6.



Ри.5.I4. Брызгало веерное.

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

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. КузНИИуглеобогащением предложена конструкция напорного брызгала [22] с механической его очисткой, применение которого на ЦОФ Беловская позволило значительно снизить потери магнетита с продуктами обогащения.

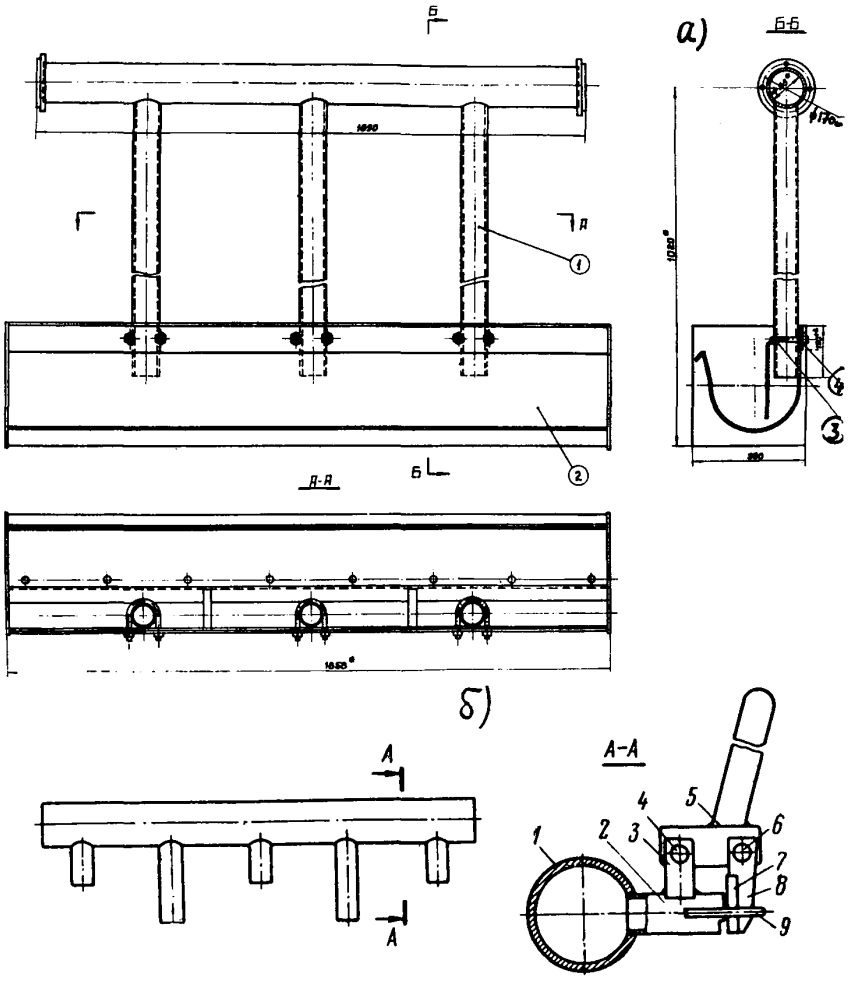


Рис. 5.15. Брызгальные устройства:

а) брызгало ливневого типа;
б) брызгало КузНИИуглеобогащения;
1- труба; 2- корпус форсунки; 3-вилка; 4,6- палец;
5- рычаг; 7- прокладка; 8- клин; 9- скоба.

Техническая характеристика вспомогательного оборудования гидроциклонных комплексов:

Делитель суспензии КГ07

емкость, $м^3$	0,33
габаритные размеры, мм:	
длина	760
ширина	700
высота	210
масса, кг	520

Смеситель угля КГ02

производительность по углю, т/ч	50
производительность по пульпе, $м^3/ч$	250
габаритные размеры, мм:	
длина	1750
ширина	2400
высота	3250
масса, кг	1680

Сито дуговое КГ 05

производительность по пульпе, т/ч	150
производительность по твердому, т/ч	40
площадь фильтрующей части, $м^2$	2,2
габаритные размеры, мм:	
длина	2212
ширина	1150
высота	2265
масса, кг	1260

Брызгало веерное, КГ03:

Габаритные размеры: ширина - 180 мм, высота - 400 мм.
Для грохота с шириной сита 1,5 м:
длина - 1215 мм, масса 37 кг.
Для грохота с шириной сита 2 м: длина - 1825 мм, масса - 47 кг.

5.3. Сепараторы для регенерации магнетитовой суспензии

Для регенерации магнетитовой суспензии рекомендуется использовать сепараторы ЭБМ-80/170 и ЭБМ-80/250, техническая характеристика которых помещена в табл.5.9.

Сепараторы устаревших марок типа ЭБМ-1, ЭБМ-2 и ЭБМ-1/2 повсеместно заменяются на сепараторы ЭБМ-80/170 или ЭБМ-80/250 в зависимости от требуемой производительности. Сепараторы ЭБМ-3, работающие на ряде обогатительных фабрик, по технической характеристике близки к сепараторам ЭБМ-80/170, однако обладают худшими технологическими показателями, особенно при обработке зашламленных суспензий [16, 23] .

Таблица 5.9

Техническая характеристика сепараторов для регенерации суспензии

Наименование показателей	Шифр машин	
	ЭБМ-80/170	ЭБМ-80/250
Производительность по разбавленной суспензии, м³/ч		
при содержании магнетита в твердой фазе разбавленной суспензии, %х)		
70-90	до 180	до 270
35-50	100-130	160-190
Содержание магнетита в хвостах, г/л		
при содержании шлама в разбавленной суспензии, г/л:		
до 150	до 0,5	до 0,5
от 150 до 180	до 1,0	до 1,0
от 180 до 200	до 1,5	до 1,5
от 200 до 250	до 2,0	до 2,0

х) См. акт промышленных испытаний [16].

Продолжение табл.5.9.

Наименование показателей	Шифр машин	
	ЭБМ-80/170	ЭБМ-80/250
Плотность магнетитового концентрата, кг/м^3		
при содержании шлама в разбавленной суспензии, г/л:		
до 150	2000-2300	2000-2300
от 150 до 200	1900-2200	1900-2200
от 200 до 250	1800-2000	1800-2000
Извлечение магнетита (от-до)	99,70-99,97	99,70-99,97
Характеристика магнитного барабана:		
диаметр рабочей части, мм	800	800
длина, мм	1700	2450
частота вращения, об/мин	6,5; 8,4; 10,8	6,5; 8,4; 10,8
частота вращения, об/мин		
Напряженность магнитного поля на поверхности барабана, эрстед	1650	1650
Мощность магнитной системы, квт	7,25	10,9
Мощность электродвигателя привода, квт	3,0	4,0
Напряжение, в	220	220
Габариты, мм:		
длина	3000	3750
ширина	1995	1995
высота	2200	2200
Масса, кг	5030	7140

Сепараторы ЭБМ-80/170 и ЭБМ-80/250 разработаны институтом Гипромашуглеобогащение и изготовляются заводом угольного машиностроения им.Пархоменко (г.Ворошиловград). Общий вид и основные разрезы сепараторов ЭБМ приведены на рис.5.16.

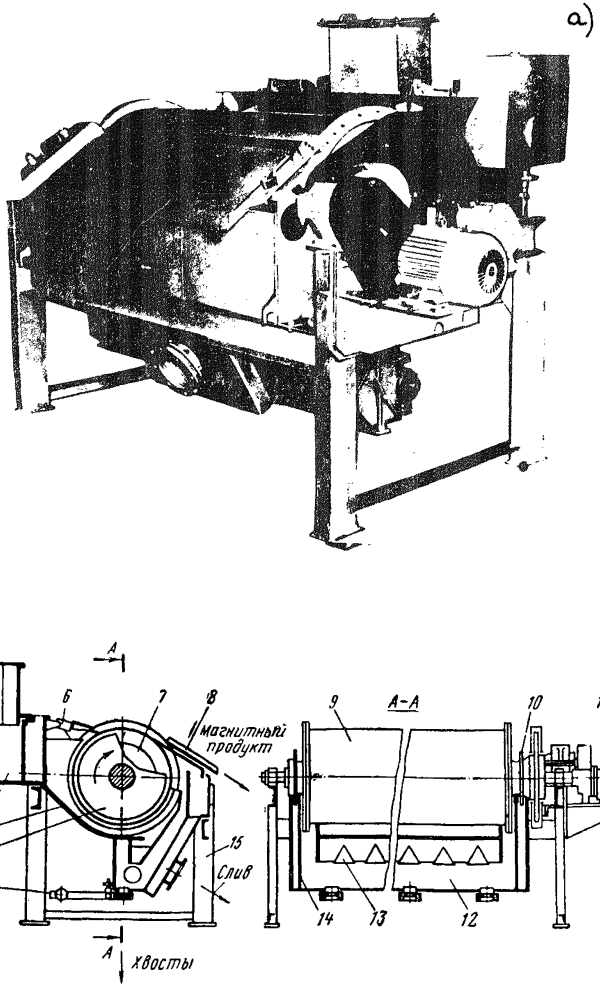


Рис.5.16. Сепараторы ЭБМ:
а) общий вид,
б) основные разрезы;

1 - хвостовой насадок; 2 - магнитные полюса; 3 - направляющий лоток; 4 - приемная камера; 5 - приемник суспензии; 6 - отжимной скребок; 7 - магнитные катушки; 8 - очищающий скребок; 9 - электромагнитный барабан; 10 - отбойный диск; 11 - привод; 12 - ванна; 13 - листы для сопротивления движению пульпы; 14 - уплотнительные щиты, 15-рама.

5.4. Вспомогательное оборудование

5.4.I. Комплекс оборудования для автоматического приготовления и транспортирования суспензии КАПТС

Комплекс оборудования КАПТС, разработанный Гипромашуглеобогащением, предназначен для выгрузки магнетита из вагонов, складирования, последующего автоматического приготовления суспензии необходимой плотности и введения ее в технологическую цепь аппаратов тяжелосредной установки для обогащения угля [I2] .

Комплекс КАПТС (см.рис.3.I4.) состоит из грейферного крана, вибрационного сита для удаления посторонних предметов из поступающего магнетита, бункера емкостью, равной суточному расходу, вибропитателя для выдачи магнетита в аппарат и аппарата для периодического автоматического приготовления и транспортирования суспензии. Аппарат (рис.5.I7.) представляет собой сосуд, в который подается техническая вода и поступает магнетит. Дозировка твердого и жидкого в суспензии производится объемным методом как наиболее простым и надежным. Жидкий и твердый компоненты перемешиваются сжатым воздухом.

Приготовленная суспензия транспортируется по трубопроводу в сборник кондиционной суспензии, где установлены датчики верхнего и нижнего уровней, которые подают сигналы, регулирующие пополнение системы свежей суспензией.

Техническая характеристика аппарата

Плотность суспензии, ρ кг/м^3	-	2I00 (± 5%)
Максимальная высота подъема суспензии при ρ = 2I00 кг/м^3 P = 0,55 мн/м^2,м		24 (± 5%)
Максимальное рабочее давление в сосуде, P мн/м^2	-	0,538
Производительность при автоматическом режиме (не менее), м^3/ч	-	I,2
Производительность при ручном режиме работы, м^3/ч	-	4
Емкость бункера, м^3	-	2 или 4

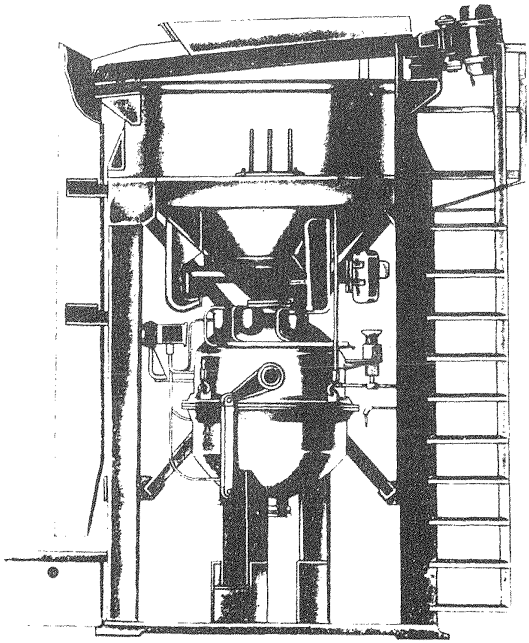


Рис.5.I7. Общий вид аппарата для приготовления суспензии, входящего в КА-ТС (см.рис.3.II.)

Габаритные размеры, мм:

длина	-	4025
ширина	-	2780
высота	-	4650

Масса, кг:

при емкости бункера 4 $м^3$	-	5725
при емкости бункера 2 $м^3$	-	5610

Серийное производство КАПТС начато с 1974 года на Ворошиловградском заводе угольного машиностроения им.Пархоменко по ТУ 24-8-709-63,согласованному с Управлением по обогащению и брикетированию углей Минуглепрома СССР и утвержденному Главгормашем.

5.4.2. Сборники суспензии типа СБ и СБН и другое оборудование.

Сборники суспензии устанавливаются в комплексе оборудования для обогащения угля в тяжелых средах с сепараторами типа СК и СКВ, а также при обогащении мелкого угля в гидроциклонах и служат для приема кондиционной (СБ) и некондиционной (СБН) суспензии во время работы комплексов и ее хранения во время остановок.

Сборник суспензии (рис.5.18.) представляет собой сосуд цилиндроконической формы, сваренный из листовой стали.

Разгрузочная часть сборника снабжена двумя патрубками для присоединения насосов, одним патрубком для аварийного выпуска суспензии и тремя патрубками, по которым подается воздух для размешивания суспензии перед запуском тяжелосредного комплекса.

Таблица 5.10

Техническая характеристика сборников суспензии

Наименование показателей	Типоразмеры сборников:				
	СБ-10	СБ-15	СБ-30	СБН-15	СБН-30
Емкость, $м^3$	10	15	30	15	30
Диаметр, мм		2900	4500	2900	4500
Высота, мм		4600	5070	4600	5070
Давление воздуха,необходимое для размешивания суспензии, ати	5,5-6	5,5-6	5,5-6	5,5-6	5,5-6
Диаметр патрубков (не менее), мм:					
для суспензии	150	175	200	175	200
для воздуха	20	20	20	20	20
Масса, кг		3150	5391	3166	6406

Как видно из табл.5.I3., максимальная емкость выпускаемых сборников ограничивается 30 м^3, что обеспечивает нормальную работу сепараторов СК-32 и СКВ-32. Для сепараторов большей производительности Гипромашуглеобогащение разрабатывает в настоящее время сборники аналогичной конструкции емкостью 45 и 60 м^3.

Характеристика насосов из износостойких материалов для перекачки суспензии дана в табл.5.II., а характеристика оборудования для складов магнетита в табл.5.I2.

Таблица 5.II.

Техническая характеристика насосов из износостойких материалов для перекачки суспензий

Марка насоса	Расход, м^3/ч	Напор, м.вод. столба	Диаметр рабочего колеса, мм	Мощность, квт	Частота вращения об/мин	Завод-изготовитель
5ГРТ-8	I50	35	325	40/55	I450/I450	Бобруйский машзавод
5ГРу-I2	I50	I6,5	254	20/22	I450	-"-
8ГРТ-8	400	38	500	I25/I00	985	-"-
5МШ-I	I50	33	320	50:55	I450	Черемховский машзавод им. К.Маркса
8С8-I	360	42	545	I00/I60	985	-"-
8С8-2	360	36	5I0	I00/I60	985	-"-
8С8-3	338	32	480	I00/I60	985	-"-
I0С8[X)]	6I0	70,3	650	320	985	-"-
ШН-I50	I50	30	360	30	I450	-"-
6Ш8	250	54	5I0	I00	I400	Черемховский завод им. К.Маркса
ШН-I50М	I50	30	385	35	I450	Тульский рудоремонтный завод им.Ленина
ШН-I50	I50	30	360	28	I450	Ленинск-Кузнецкий рудоремонтный завод "Красный Октябрь"
Ш-270М	270	45	355	45	I450	-"-

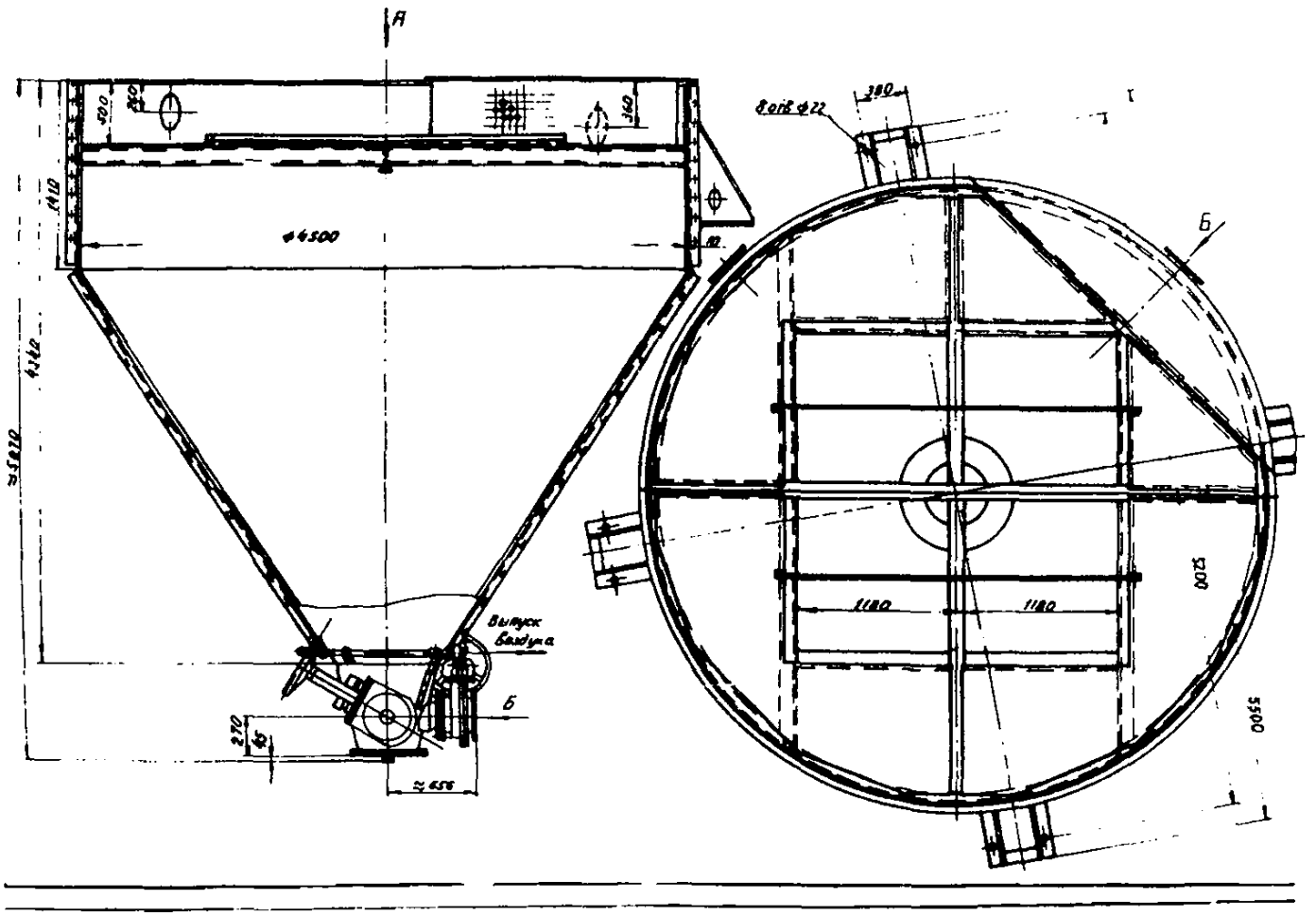


Рис.5.I8. Сборник суспензии

Продолжен.табл.5.II

Марка насоса	Расход, $м^3/ч$	Напор, м.вод. столба	Диаметр рабочего колеса, мм	Мощность, квт	Частота вращения, об/мин	Завод-изготовитель
Углесосы						
I04-5	600	I75	-	630	I485	Ясногорский машзавод
Ш-270М	270	33-35	355	50	I475	Моспинские ЦЭММ
ШН-500	500	50			I475	-"-

x) Насос I0С-8 прошел промышленные испытания в I974г. и рекомендован к серийному производству.

Могут быть использованы также насосы типа ПС, выпускаемые по ГОСТ 8388-64.

Характеристика этих насосов имеется в соответствующих каталогах.

Таблица 5.I2

Характеристика оборудования для складов магнетита

Наименование операции	Наименование оборудования	Техническая характеристика	Завод-изготовитель
Разгрузка магнетита из железнодорожных полувагонов	Кран мостовой электрический грейферный	Грузоподъемность-2 т., пролет крана II м, емкость грейфера 0,43 $м^3$	З-д ПТО, г.Александрия
	Кран мостовой электрический, магнито-грейферный	Грузоподъемность-5-6 т, пролет крана II м, емкость грейфера I,6 $м^3$	З-д "Подъемник" г.Ташкент
	Однорельсовая тележка с грейфером	Грузоподъемность 3 т, емкость грейфера 0,35 $м^3$	-"-
Загрузка магнетита в склад	То же	То же	-"-
Загрузка магнетита в емкость или АПТС	То же	То же	-"-

Продолжение табл.5.I2

Наименование операции	Наименование оборудования	Техническая характеристика	Завод-изготовитель
Очистка полувагонов от остатков магнетита	Вибратор накладной вагонный ВНВ-2	Возмущающая сила 800 кг, масса 5,I2 т, потребляемая мощность I5 квт	Завод им.Пархоменко, г.Ворошиловград

5.5. Средства контроля и регулирования

5.5.I. Комплекс аппаратуры автоматизации тяжелосредных установок РУТА.

Комплекс аппаратуры автоматизации тяжелосредных установок РУТА предназначен для автоматического управления процессами обогащения угля в тяжелосредных колесных сепараторах, двух- и трехпродуктовых гидроциклонах (рис. 5.I9 и 5.20). Комплекс разработан Ворошиловградским филиалом Гипроуглеавтоматизация совместно с институтом Автоматуглерудпром [24].

Комплекс, в зависимости от технологической схемы обогатительной фабрики, может применяться для регулирования плотности и вязкости или только для регулирования плотности.

Варианты исполнения аппаратуры оговариваются заказом.

Комплекс аппаратуры предназначен для эксплуатации в закрытых, отапливаемых помещениях углеобогатительных фабрик.

Комплекс аппаратуры РУТА обеспечивает:

- непрерывный автоматический контроль плотности суспензии; вязкости суспензии; тока нагрузки двигателей суспензионных насосов; положения исполнительных механизмов; дискретный контроль уровней в сборниках суспензии:

Таблица 5.I3

Техническая характеристика комплекса РУТА

Наименование параметров	Станция СПР-I	Датчик ДМП-I	Кускоотделитель КО-I, КО-2	Станция СРВ-I	Датчик ДВК-I
I. Напряжение питания переменного тока частотой 50 Гц, в	220	I2	–	220	I2
2. Диапазон контроля плотности суспензии, кг/м³	–	I000 2300	–	–	–
3. Диапазон контроля вязкости суспензии н.с./м²	–	–	–	–	(I–30),I0⁻³
4. Масса, кг; не более	480	I60	75	360	I45

– непрерывное автоматическое регулирование плотности суспензии; дискретное регулирование уровней в сборниках рабочей и разбавленной суспензии;

– дистанционное управление суспензионными насосами (пуск и остановка) исполнительными механизмами;

– световую сигнализацию отклонения плотности суспензии от заданной; отклонения вязкости суспензии от заданной;
состояние уровней суспензии в сборниках;
выполнение программы запуска и режима работы суспензионных насосов;

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

– выбор режимов управления суспензионными насосами (дистанционное, местное);

– выбор насоса при запуске в работу;

– предупредительная звуковая сигнализация о запуске суспензионных насосов;

– аварийная звуковая и световая сигнализация.

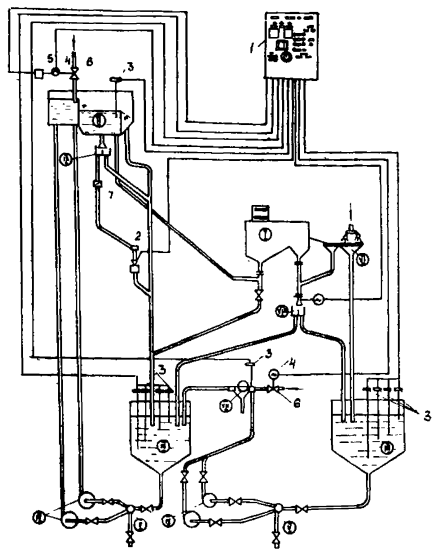


Рис.5.19. Схема автоматизации обогащения угля в тяжелосредных сепараторах с помощью аппаратуры РУТА 10:

Технологическое оборудование:

I–тяжелосредный сепаратор;
II–регулирующий бак;
III–сборники суспензий;
IУ–суспензионные насосы;
У–коллекторы; УI–грохот;
УII–электромагнитный сепаратор;
УIII–делитель потока суспензии;
IX–перебрасыватели потоков суспензии

Аппаратура автоматизации:

I–станция регулирования плотности СПР–I;
2–датчик плотности ДМП–I;
3–датчик уровня ДУ;
4–исполнительные механизмы МЭО;
5–индикаторы угла поворота 2 ИУФ;
6–пробковый кран;
7–кускоотделители КО–I

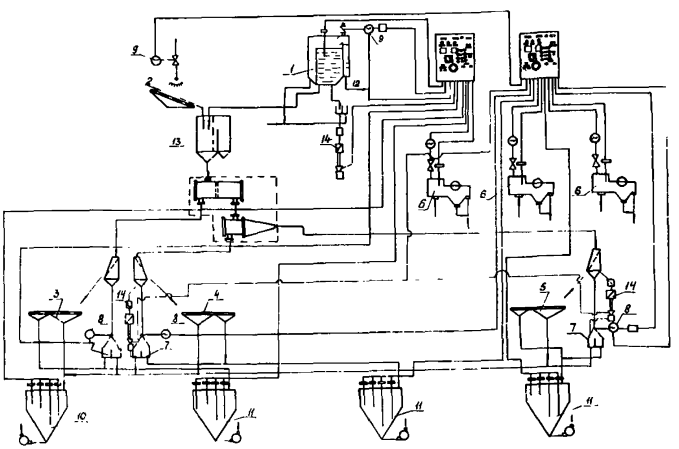


Рис.5.20. Схема автоматизации обогащения угля в трехпродуктовых гидроциклонах с помощью аппаратуры РУТА при раздельной регенерации.

I-регулирующий бак; 2-исходный уголь; 3-концентрат; 4-промпродукт; 5-порода; 6-магнитный сепаратор; 7-делитель потока; 8-исполнительный механизм делителя потока; 9-исполнительный механизм подачи технической воды; I0-сборник рабочей суспензии; II-сборник промывочных вод; I2-рабочая суспензия; I3-смеситель, I4 -датчик ДПМ-I.

Таблица 5.I4

Комплект поставки комплексов РУТА

Наименование	РУТА-I0	РУТА-II	РУТА-I2
Станция регулирования плотности СПР-I	I	2	I
Датчик плотности ДМП-I	I	I	I
Кускоотделитель КО-I	I	I	I
Кускоотделитель КО-2	-	2	2
Станция регулирования вязкости СРВ-I	-	-	I
Датчик вязкости ДВК-I	-	I	I

Комплекс аппаратуры состоит из двух станций: станции регулирования плотности и станции регулирования вязкости.

Станция регулирования плотности выполнена в виде шкафа с задним расположением дверей. Исполнение шкафа пылезащищенное.

Для системы регулирования плотности предусмотрено: вторичный прибор ВФС, регулятор с аналоговым выходом ПРФУ-I, задатчик 2ДЗП, 2 дистанционных указателя ДУП-М, переключатель выбора режима работы кнопки "больше" - "меньше" и 3 сигнальных лампы.

Для системы регулирования уровней:
переключатель выбора режима регулирования уровня в сборнике рабочей суспензии, переключатель выбора режима регулирования уровня в сборнике некондиционной суспензии, кнопки "больше" - "меньше" для дистанционного управления отдельно уровнями в сборниках рабочей и некондиционной суспензии, дистанционный указатель положения ДУП-М исполнительного механизма регулирования уровня в сборнике некондиционной суспензии, 8 сигнальных ламп уровней в сборниках суспензии.

Для дистанционного управления делителями потоков суспензии: переключатель выбора делителя потока, дистанционный указатель положения ДУП-М.

Для системы управления суспензионными насосами предусмотрено: 4 амперметра, переключатель выбора режима управления насосами рабочей суспензии, переключатель выбора режима управления насосами некондиционной суспензии, переключатель выбора насоса некондиционной суспензии, кнопки "пуск" и "стоп" для управления отдельно насосами рабочей и кондиционной суспензии 6 сигнальных ламп.

На лицевой панели шкафа расположены сигнальная лампа наличия напряжения и выключатель подачи напряжения для всего комплекса аппаратуры.

Станция регулирования вязкости СРВ-I выполнена в виде шкафа в пылезащищенном исполнении с задним расположением двери.

Датчик плотности ДМП-I (рис.5.2I) предназначен для преобразования плотности суспензии в перепад давления и в комплекте с дифманометром и вторичным прибором служит для измерения плотности суспензии в системе автоматического измерения и регулирования.

Работа измерительной части датчика плотности основана на принципе измерения статического давления столба контролируемой среды определенной высоты. В измерительной трубе размещен отборник давления, который воспринимает давление столба жидкости и передает его на дифманометр.

Датчик вязкости ДВК-I (рис.5.22) предназначен для непрерывного измерения вязкости суспензии.

Датчик вязкости имеет приемное устройство, внутри которого установлен успокоитель потока. Кольцевой приемник со сливной трубой обеспечивает отвод избытка суспензии из резервуара датчика.

Кускоотделители КО-I и КО-2 (рис.5.23) предназначены для отделения кусков и очистки суспензии, направляемой в датчики плотности и вязкости. Кускоотделитель имеет приемную коробку, дуговое сито с круглыми отверстиями и две нижних камеры с патрубками для отвода очищенной суспензии и кусков материала.

В кускоотделителе КО-I и КО-2 устанавливается дуговое сито с отверстиями диаметром 5 мм.

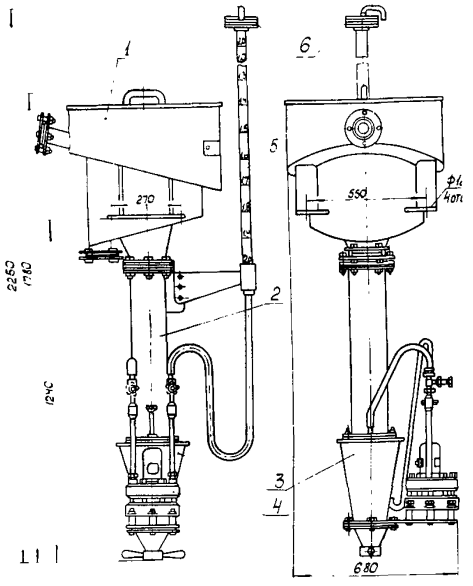


Рис.5.21. Датчик плотности ДМП-1:
1.Приемное устройство; 2.Измерительная труба; 3.Камера отбора давления; 4.Дифманометр; 5.Гидравлический компенсатор; 6.Бачок.

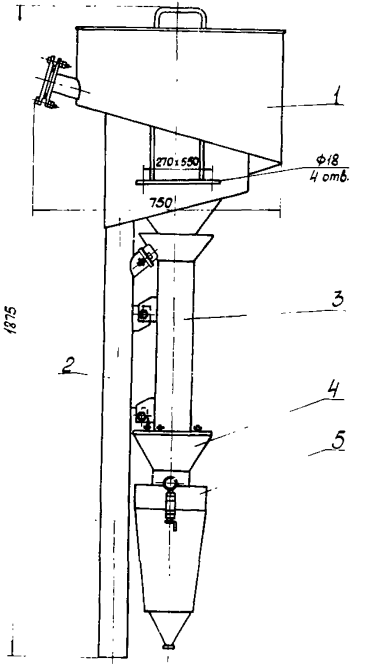


Рис.5.22. Датчик вязкости ДВК-1:
1.Приемное устройство;
2.Сливная труба;
3.Измерительная труба;
4.Камера отбора давления;
5.Компенсационная воронка.

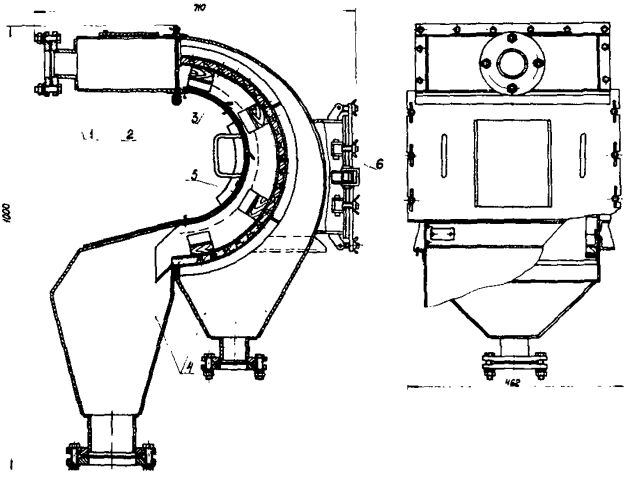


Рис. 5.23. Кускоотделитель КО-I:
I - корпус; 2 - приемная коробка; 3 - дуговое сито;
4 - камеры; 5 - окно; 6 - люк.

Поток суспензии, используемой для измерения, направляется из приемного устройства через калиброванную втулку в измерительную трубу.

Комплекс аппаратуры РУТА рекомендован приемочной комиссией к промышленному производству и применению на тяжелосредных обогатительных фабриках и установках [25]. Исполнение аппаратуры допускает ее установку в помещениях П-Па.

Промышленное производство комплекса РУТА будет производиться Быковским экспериментальным заводом "Гипроуглеавтоматизации".

Гипроуглеавтоматизация рекомендует при привязке комплексов РУТА использовать специальный регулирующий бак, схема компоновки которого показана на рис.5.19 и 5.20.

Регулирующий бак рис.5.24 имеет напорный отсек объемом около I $м^3$, в котором производится регулирование свойств суспензии и отсек перелива или переливную трубу. Уровень суспензии в баке должен быть на 2-2,5 м выше уровня суспензии в обогатительном аппарате. Из регулирующего бака суспензия самотеком поступает в аппарат через специальные трубопроводы, на входе которых в регулирующем баке предусмотрены секторные поворотные заслонки.

Укрниуглеобогащение рекомендует использовать комплекс РУТА для дополнительной цели: измерения содержания шлама в суспензии. Способ основан на зависимости разницы плотности входящей и выходящей из гидроциклона суспензии (авторское свидетельство № 268332). Для его осуществления необходима установка двух комплексов РУТА по схеме, показанной на рис.5.20.

5.5.2. Регулятор плотности суспензии РПСМ

Автоматический регулятор плотности суспензии РПСМ (рис.5.25 предназначен для измерения с записью на диаграмме и поддержания заданной плотности суспензий.

В комплект регулятора входят датчик манометрической плотности ДПМ-I и станция управления регулятора СУР-I. Датчик ДПМ-I является заборным устройством и преобразует величину измерения плотности контролируемой среды в электрический сигнал. Станция управления регулятора СУР-I предназначена для приема и усиления сигнала, поступающего от датчика, и выдачи команды на управление исполни-

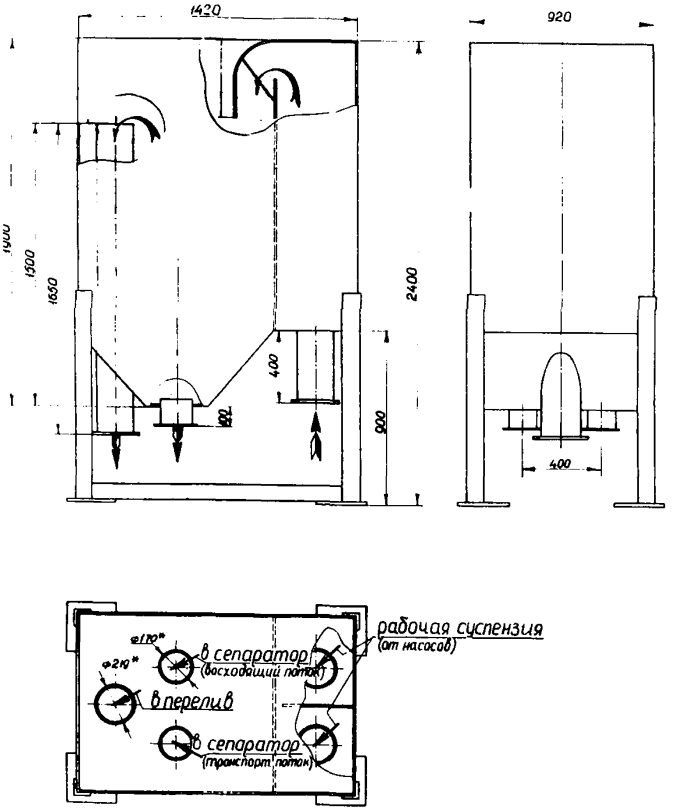


Рис.5.24. Регулирующий бак и схема циркуляции суспензии через него.

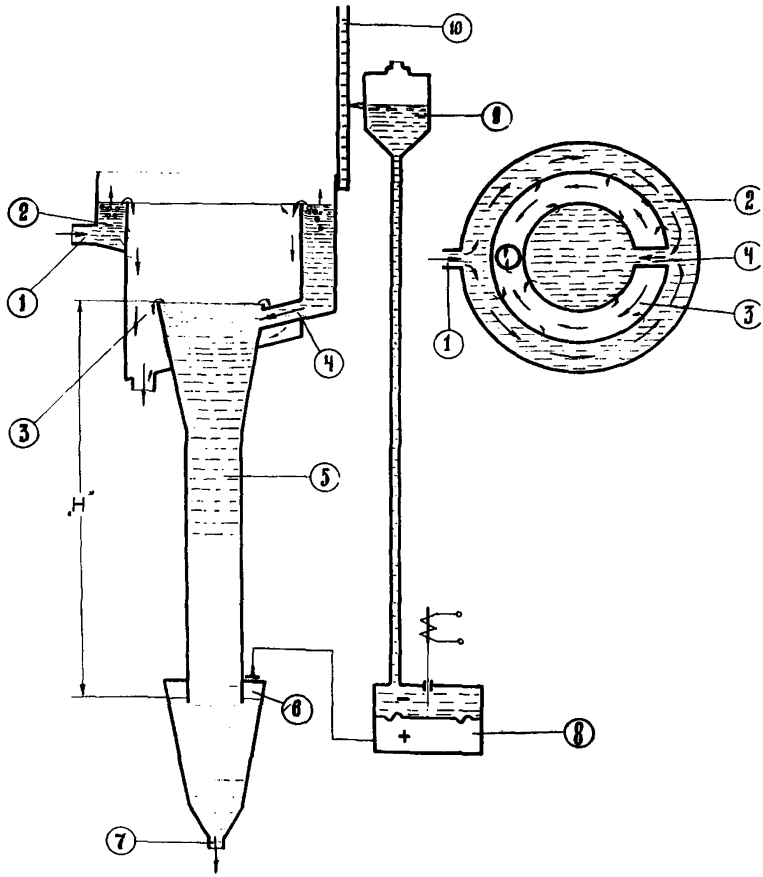


Рис.5.25 Схема регулятора плотности суспензии РПСМ:

1-входной патрубок; 2-внешнее кольцо; 3-внутреннее кольцо; 4-входная насадка; 5-корпус; 6-камера отбора давления; 7-выходная насадка; 8-дифференциальный манометр; 9-компенсационный бачок; 10-мерная линейка.

тельными механизмами, показания и записи величины плотности и сигнализации об отклонении плотности от заданной.

Изготовитель – Конотопский завод "Красный металлист".

Работа измерительной части регулятора основана на принципе измерения статического давления контролируемой среды определенной высоты.

Давление воздуха в объеме внутренней кольцевой камеры равно давлению столба "Н", причем этот объем воздуха остается практически постоянным. Кольцевая камера соединена с плюсовой камерой дифманометра, давление воспринимается мембраной. Для компенсации части давления с целью выбора требуемых интервалов измерения и записи значений плотности, минусовая (верхняя) камера дифманометра соединена с компенсационным устройством. Мембрана минусовой камеры воспринимает давление компенсационного столба воды, поверхность которого сообщается с атмосферой. Разность давления в камерах дифманометра преобразуется в электрический сигнал, напряжение которого пропорционально перепаду, а фаза соответствует знаку.

Техническая характеристика

Тип регулятора	позиционный импульсный
Пределы регулирования плотности, кг/м^3	I000 – 2400
Точность регулирования, кг/м^3	± 5
Чувствительность, кг/м^3	I
Размер твердых частиц в контролируемой среде, мм	не более 3

Погрешность показаний и погрешность записи плотности не превышает 1,5% от разности конечного и начального значений рабочей части шкалы	
Питание от сети переменного тока частотой 50 гц, напряжением 220/380 в,	
Масса, кг	420

5.5.3. Магнитный анализатор.

Для определения содержания магнетита в пробах магнетитовых суспензий и пульп тонкоизмельченных магнетитовых руд институтом Гипромашуглеобогащение (г.Ворошиловград) разработан магнитный анализатор МА.

Техническая характеристика

Вес пробы, г	до 100
Мощность магнитов, вт	130
Напряжение сети, в	127/220
Напряжение в обмотках, в	36
Габариты, мм	480х250х525
Масса, кг	60

Общий вид и схема магнитного анализатора приведены на рис.5. 26, а.б.

Магнитные анализаторы выпускаются Ворошиловградским заводом Углеприбор треста Ворошиловградуглеремонт по отдельным заказам.

Прибор удобен и надежен в работе. Позволяет определять содержание магнитных фракций в жидких пробах или в пробах в виде порошков.

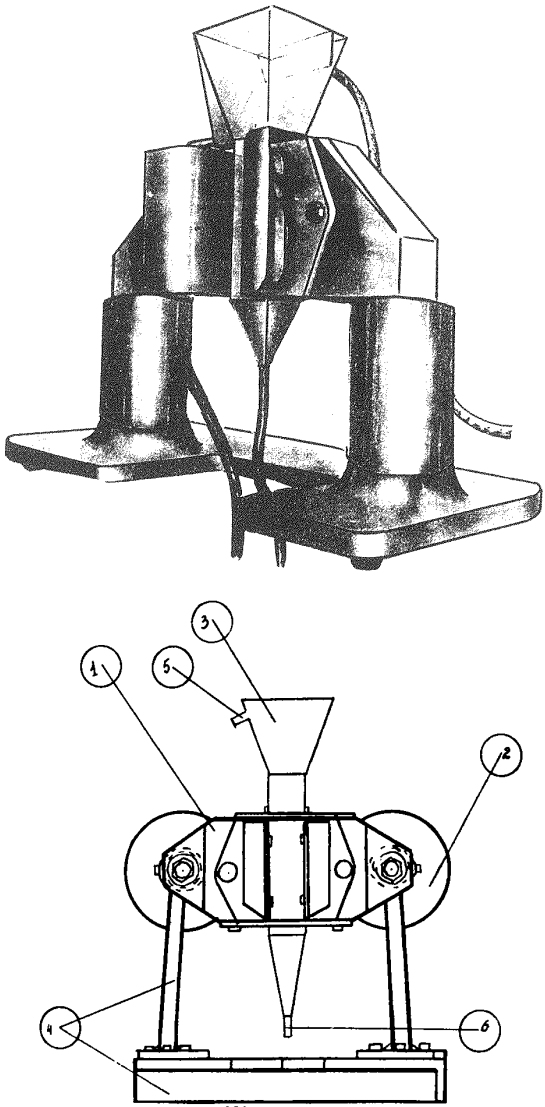


Рис.5.26. Магнитный анализатор МА:

а) общий вид, б) схема,
I,2 - магнитные системы; 3 - воронка; 4 - рама; 5 - патрубок перелива;
6 - выпускной патрубок.

5.6. Опытные образцы тяжелосредного оборудования

5.6.I. Сепаратор СЦ

Для обогащения угля крупностью 6-50 мм в магнетитовой суспензии ИОГТ разработан сепаратор типа СЦ - сепаратор цилиндрический. Опытные образцы сепаратора проходят промышленные испытания.

Конструкция сепаратора СЦ и принцип его действия показаны на рис.5.27.

Сепаратор представляет собой цилиндрический аппарат I с наклонным днищем, связанный с лопастным выгружателем 2. Сепаратор включает в себя съемное приемное устройство 3 с флажком 4 для раздвоения потока исходного материала и магнетитовой суспензии, лотка 5 с дренажным щелевидным ситом и поддона 6 с патрубком 7 для сброса магнетитовой суспензии. Лопастной выгружатель состоит из корпуса с входным и разгрузочным окнами, вращающегося ротора, резервной емкости 8 с воздушником 9. На боковой крышке корпуса укреплен отражатель I0.

Ротор лопастного выгружателя приводится во вращение электродвигателем II через клиноременную передачу и двухступенчатый червячный редуктор I2.

Разделение исходного материала, непрерывно поступающего в сепаратор, осуществляется по плотности в магнетитовой суспензии в кольцевой ванне сепаратора.

Техническая характеристика сепаратора

Производительность по исходному материалу, т/ч	20+25
Крупность исходного материала, мм	6-50
Плотность магнетитовой суспензии, кг/м^3	до 2200
Содержание породных фракций в исходном материале, %	до 40
Диаметры цилиндров:	
наружного, мм	I200
внутреннего, мм	800

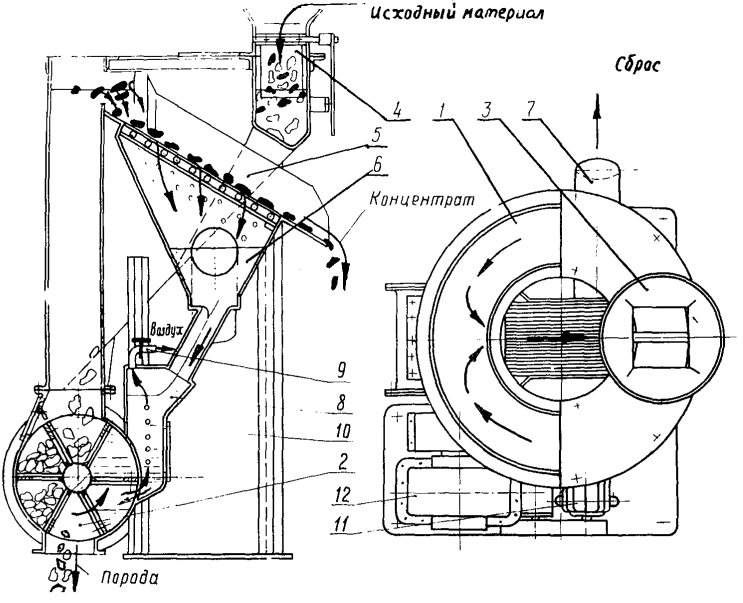


Рис.5.27. Сепаратор цилиндрический СЦ

Ширина сливного окна (по дуге), мм	300+565
Угол наклона кольцевого днища, град	45
Сито сброса магнетитовой суспензии:	
ширина, мм	300
длина, мм	870
размер щели, мм	2
угол наклона, град.	30
Лопастной выгружатель:	
производительность, т/ч	до 7; I0; I4
диаметр ротора, мм	500
число лопастей, шт	6
частота вращения об/мин	I; I,5 и 2:
Редуктор ЧДПМ I00/I80 I-2	i = I406
Электродвигатель А02-II-2	
Мощность, квт	0,8
Синхронное число оборотов об/мин	3000
Габариты, мм:	
длина	I402
ширина	II55
высота	2727
Масса, кг	I04I

Конструкция сепаратора защищена авторским свидетельством № 232I62 с приоритетом от 20.0I.I967.

5.6.2. Гидроциклоны

Для обогащения мелкого угля институтами УкрНИИУглеобогащение и ИОТТ разработаны опытные образцы следующих гидроциклонов:

- двухпродуктовые конические гидроциклоны диаметром 350 и I000 мм - ГЦ-35 и ГЦ-I00 ;

- гидроциклоны с безнапорной подачей питания:

а) двухпродуктовый циклон-сепаратор ГЦ-500;

б) трехпродуктовый гидроциклон ГТБ 3/50.

Техническая характеристика гидроциклонов приведена в таблице 5.15.

Двухпродуктовые конические гидроциклоны ГЦ-35, ГЦ-100 по конструкции аналогичны гидроциклону диаметром 500, используемому в комплексах КГ 2/50 и КГ 2/100 и продолжают размерный ряд конических гидроциклонов.

Гидроциклоны с безнапорной подачей питания (рис.5.28., 5.29.) в отличие от конических аппаратов работают не под гидростатическим, а под динамическим напором суспензии, подаваемой насосом непосредственно в гидроциклон. Обогащаемый уголь подается отдельно от основного потока суспензии самотеком в вакуумную зону аппарата.

Такая система питания позволяет исключить из технологической схемы смеситель и располагать гидроциклон непосредственно под дешламационным грохотом. Высота установки сокращается на 4-6 м.

Гидроциклон ГЦ-500-двухпродуктовый аппарат. Конструктивной особенностью его является наличие улиткообразной приемной камеры (2) для предварительного смачивания поступающего угля и придания ему вращательного движения.

Гидроциклон ГТБ 3/50-трехпродуктовый аппарат, работающий по тому же принципу, что и гидроциклон ГТ 3/80. Вторая ступень аппарата представляет собой обычный конический гидроциклон.

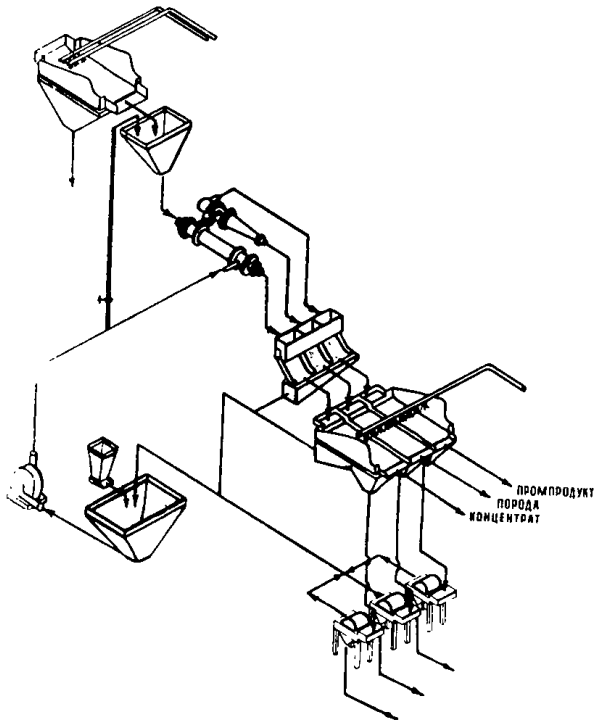
5.6.3. Установка для приготовления и дозировки реагента-пептизатора

Для удобства приготовления и дозировки реагента-пептизатора в ИОТТ разработана специальная установка (рис.5.30.).

Установка состоит из емкости для приготовления и дозировки раствора реагента, бадьи для загрузки реагента в емкость и подъемно-транспортного оборудования - монорельса с электрической передвижной талью.

В зависимости от местных условий электроталь может быть заменена на ручную.

Емкость для приготовления и дозировки реагента устанавливается над сборником рабочей суспензии и имеет объем 0,4 $м^3$,



Технологическая схема обогащения в гидроциклоне ГТБ

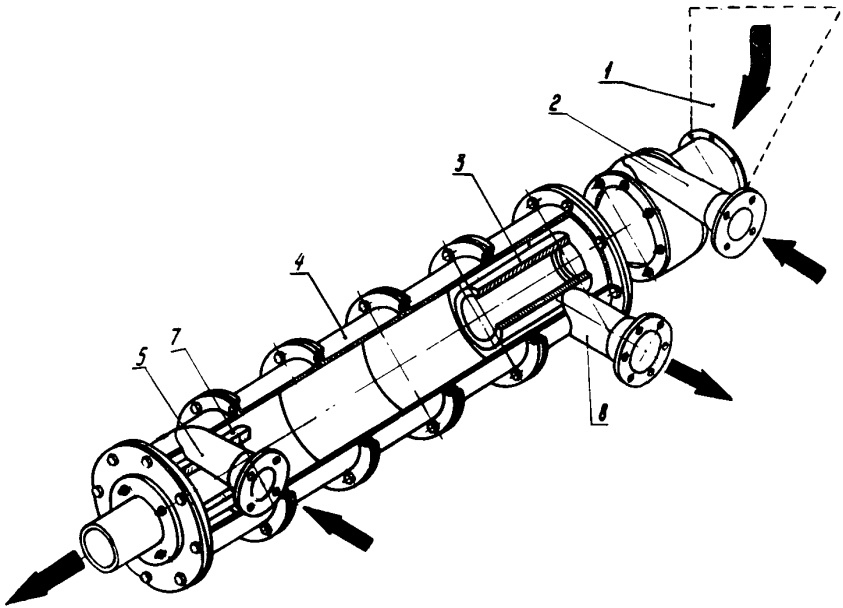


Рис.5.28. Гидроциклон двухпродуктовый с безнапорной подачей питания ГЦ-500 (циклон-сепаратор):

I - подача питания; 2 - приемная камера; 3 - питающий патрубок; 4- корпус аппарата; 5 - патрубок для подачи суспензии; 6 - торцевая крышка; 7 - сливной патрубок; 8 - породный патрубок.

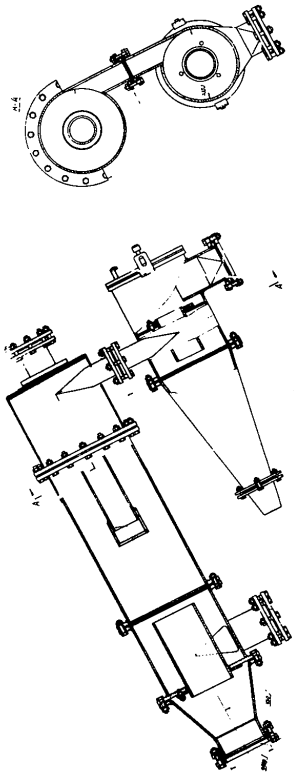


Рис.5.29. Гидроциклон трехпродуктовый с безнапорной подачей питания ГТБ 3/50

Таблица 5.I5

Техническая характеристика опытных образцов гидроциклонов

Наименование показателей	Тип гидроциклона				
	ГЦ-35	ГЦ-I00	ГЦ-500 (циклон-сепаратор)	ГТБ-3/50	
				I ступень	II ступень
Внутренний диаметр гидроциклона, мм	350	I000	500	400	350
Угол конусности, град	20	20	-	-	20
Угол установки гидроциклона к горизонтальной плоскости, град	I5-20	I5-20	I5-30	30	30
Геодезическая высота подачи питания, м	3,3	9	-	-	-
Напор на входе суспензии, ати	-	-	I,0-I,2	I,0-I,5	I,0-I,5
Производительность гидроциклона по пульпе, $м^3/ч$	57	780	200-250	I30-I60	90-I20
Производительность гидроциклона по углю, т/ч	I7	I70	50	40	25
Крупность обогащаемого материала, мм	I3	0,5-25	0,5-25	0,5-25	0,5-25
Габаритные размеры, мм	[446x775x775	3780xI596x xI900	2600x800x800	2400xI500x800	
Вес гидроциклона, кг	302	I482	I560	I000	

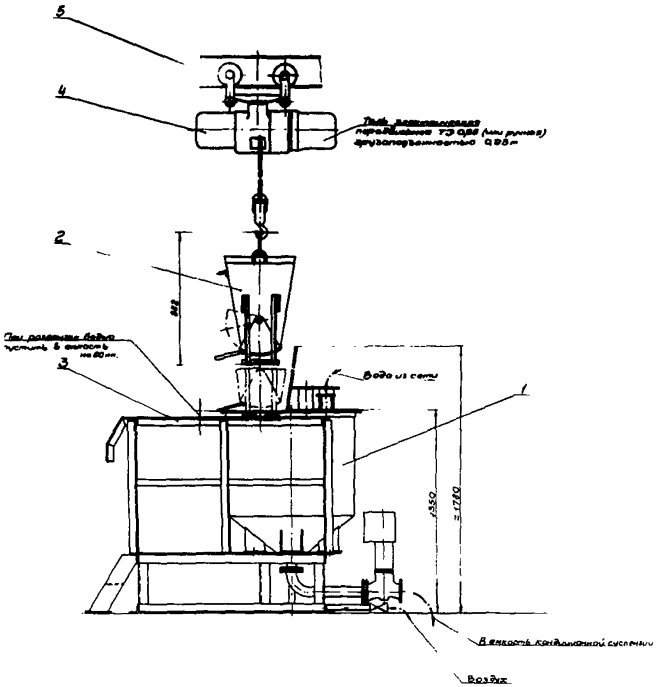


Рис.5.30. Установка для приготовления и дозировки реагента-пептизатора:

I - емкость; 2 - бадья; 3 - площадка для обслуживания; 4 - электроталь; 5 - монорельс.

что должно обеспечить суточную потребность в реагенте на I сепаратор. Заполнение емкости водой производится при помощи вентиля с ручным приводом; уровень контролируется водомерным стеклом.

Температура воды для растворения реагента должна быть около $60^{o}C$. Для подогрева воды на емкости установлены нагревательные элементы.

Загрузка порошкообразного или кристаллического реагента осуществляется при помощи бадьи через люк в емкости. Предварительно открывается подвод сжатого воздуха для предотвращения забивки выпускного отверстия и ускорения процесса 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.

Промышленные испытания установки проводятся на ОФ разреза Кимовский.

6. ОСНОВНЫЕ ПАРАМЕТРЫ РАСЧЕТА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СХЕМ ОБОГАЩЕНИЯ УГЛЯ В МАГНЕТИТОВОЙ СУСПЕНЗИИ

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

- подготовка угля;
- обогащение крупного угля в сепараторах;
- обогащение мелкого угля в гидроциклонах;
- промывка и обезвоживание продуктов обогащения на грохотах;
- регенерация магнетитовой суспензии.

6.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, которые переходят в шлам.

Это требование обосновано тем, что мелкие частицы, содержащиеся в машинном классе, являются наиболее вероятным источником засорения продуктов обогащения, а шламовые частицы, сверх того, ухудшают реологические свойства суспензии. При обогащении крупного угля содержание класса крупностью меньше I мм не должно составлять более I,5-2%. При обогащении мелкого угля содержание класса меньше 0,5 мм не должно превышать 3-5%. Общее содержание частиц меньших, чем нижний предел крупности машинного класса, при расчетах рекомендуется принимать:

нижний предел машинного класса, мм	25	I3	I0	8	6
допустимое содержание мелких частиц, %	I0	7-9	6-8	5-6	4-5
для бурых углей, %	25	-	-	-	-

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

Сухая классификация рекомендуется при нижнем пределе крупности машинного класса не менее 25 мм и влажности исходного угля не выше 7%. При влажности исходного угля ниже 5% сухая классификация может быть применена для машинного класса крупностью + 13 мм.

При обогащении угля до нуля и 0,5 мм следует применять мокрую классификацию.

Во всех остальных случаях рекомендуется сухая классификация исходного угля с последующим обесшламливанием (мокрой классификацией) машинного класса.

Необходимая площадь сит и количество грохотов при сухой классификации для обеспечения заданной производительности рассчитываются по временной методике ИОТТ [26] .

Эффективность грохочения определяется по формулам:

$$E = \frac{100(\alpha-\beta)}{\alpha(100-\beta)} \cdot 100$$ – для плетеных и штампованных сит (6.1.)

$$E = \frac{(\alpha-\beta)(c-\alpha)\cdot 100^2}{(c-\beta)(100-\alpha)\cdot\alpha}$$ – для струнных сит, (6.2.)

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.

Остальные показатели, требуемые для расчета (гранулометрический состав, влажность и насыпной вес исходного угля, характеристика грохотов и просеивающей поверхности), принимаются по данным исследования сырьевой базы обогащения и по технической характеристике грохотов, представляемой заводами-изготовителями.

При мокром грохочении производительность вибрационных грохотов, определенную на методике ИОТТ, следует увеличивать при классификации на ситах с отверстиями 25,I3,I0 и 6 мм, соответственно, в I,5; 2; 2,5 и 2,8 раза.

Таблица 6.I

Удельные нагрузки на классификационные грохоты x)

Марка угля	Размеры отверстий сит			
	6x6	I0xI0	I3xI3	25x25
	при грохочении на резонансных грохотах			
каменный	5,3	7,I	I3,6	I8,0
антрацит	6,3	8,4	I4,6	2I,6
	при грохочении на инерционных грохотах			
каменный	5,5	7,3	I3,3	I7,5
антрацит	6,5	8,8	I4,3	2I,0

x) Данные, помещенные в табл.6.I., взяты из "Методики" [26].

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 тщательного обесшламливания мелкого угля над обезвоживающими грохотами устанавливают одно-два брызгальных устройства, к которым подводят чистую добавочную воду с содержанием твердого не выше 20-30 г/л.

Расход воды на мокрую классификацию исходного угля и обесшламливание крупного машинного класса рекомендуется принимать по данным табл.6.2.

Таблица 6.2.

Нормы расхода воды на мокрую классификацию

Размер отверстий сит, мм	Расход воды, м³/т:	
	мокрая классификация исходного угля	обесшламливание крупного машинного класса
25	0,8 - I,0	0,5 - 0,8
I3	I,2 - I,4	0,8 - I,0
I0	I,4 - I,6	I,0 - I,4
6	I,6 - I,8	I,4 - I,6

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

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

- при совместной регенерации суспензии и выведении на регенерацию I0-I5% объема рабочей суспензии - не более 5%;

- при раздельной регенерации суспензии и выведении на регенерацию 30-40% объема рабочей суспензии - не более I0%.

Производительность дуговых сит по пульпе, сбрасываемой под решето, может быть определена по формуле:

$$Q_ж = 200 F_o \cdot v \quad м^3/ч, \qquad (6.3.)$$

где F_o - суммарная площадь отверстий сита, м²;

v - скорость подачи пульпы, м/сек.

Соотношение твердого материала и воды в питании дуговых сит определяется системой подачи угля на обесшламливание. Количество воды при транспортировании I т твердого материала принимается следующим:

- при гидравлической (насосной) подаче - 3-4 м³;

– при раздельной подаче сухого угля и воды в смесительный желоб – 2–3 м^3.

Отсюда производительность дугового сита по твердому составит:

$$Q_т = (0{,}25 \div 0{,}5)\, Q_ж \text{ , т/ч .} \qquad (6.4.)$$

Унос жидкости с надрешетным продуктом колеблется в пределах I,0 – 0,4 м^3/т. Меньшее значение относится к случаю, когда площадь сита обеспечивает сброс основного потока жидкости до разгрузочного конца. При подаче разбавленного питания и полном сбросе основного потока пульпы под решето, к.п.д. дугового сита может достигать:

$$\eta = 0{,}8 \div 0{,}9 .$$

Крупность граничного зерна классификации на дуговых ситах с поперечными щелями приблизительно в два раза меньше ширины щелей. Поэтому для обесшламливания угля, например, по зерну 0,5мм ширина щели должна быть принята I мм.

Ширина дуговых сит, установленных перед обесшламливающими и обезвоживающими грохотами, должна быть равна ширине грохота ± 0,2 м. Перед одним грохотом могут устанавливаться два сита.

При последовательной компоновке двух дуговых сит, которая рекомендуется для схем с переобогащением перемывочного продукта, удельная нагрузка по отделяемой суспензии составляет 45–50 м^3/ч на I м ширины сита.

В комплексе с гидроциклоном диаметром 500 мм обычно устанавливаются последовательно два дуговых сита шириной 600 мм.

Удельную производительность обесшламливающих грохотов рекомендуется принимать:

– для класса 0–6 мм – 4 т/м^2
– для класса 0–I3(I0 мм) – 6,5 т/м^2
– для класса 0–25 мм – 9 т/м^2.

Влажность обесшламленного материала после грохотов принимать в зависимости от крупности в пределах I8–23%.

При содержании шлама в оборотной воде, не превышающем 100-120 г/л и отсутствии в рядовом угле глинистых, размокающих пород, в схемах гидроциклонных установок могут применяться багер-зумпфы, совмещающие обесшламливание угля и транспортирование его на обогащение.

Размеры элеватора определяются количеством обесшламленного угля, а площадь багер-зумпфа зависит от размера граничного зерна классификации. При обесшламливании по крупности 0,5 мм допустимая нагрузка составляет 15-20 $м^3$/час на $м^2$ площади багер-зумпфа. Содержание класса +0,5 мм в сливе не превышает 5-6%. Содержание класса 0-0,5 мм после обесшламливания в багер-зумпфах составляет 15-17%.

Влажность осадка багер-зумпфа следует принимать в пределах 25-30%

Количество шлама, образующегося при обесшламливании, принимать при самотечной подаче материала 1,5% и при насосной подаче до 10% от поступающего.

6.2. Обогащение крупного угля в сепараторах

6.2.1. 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 200 мм. В отдельных случаях 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 особенности 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.

6.2.2. Нагрузка на 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.6.3. и 6.4. Данные табл.6.4. получены на основании обработки фактических показателей работы сепараторов на отечественных и зарубежных обогатительных фабриках. Предельная нагрузка принята из расчета кратковременной перегрузки (до I/2 часа) с коэффициентом I,25.

Для расчета полной производительности сепаратора по исходному, цифру удельной нагрузки, выбранную для заданной крупности угля по табл.6.3., 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 B м и возможный выход всплывшего продукта через R %, то общая производительность сепаратора:

$$Q = \frac{q \cdot B}{R} \cdot 100, \text{ т/ч}, \qquad (6.5.)$$

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:

$$Q = 0{,}06 \cdot V \cdot n \cdot z \cdot \theta \cdot \gamma \ \text{т/ч}, \qquad (6.6.)$$

где V - емкость одного ковша, $м^3$;

n - число оборотов элеваторного колеса в минуту;

z - число ковшей элеваторного колеса;

θ = 0,5÷0,6 - коэффициент наполнения ковшей;

γ - насыпная масса потонувшей фракции, $кг/м^3$.

Таблица 6.3.

Нагрузка на I м ширины ванны сепаратора по всплывшему продукту

Крупность, мм	Удельная нагрузка, т/ч		Крупность, мм	Удельная нагрузка, т/ч	
	средняя	предельная		средняя	предельная
6-25	35	45	25-50	60	80
6-50	45	55	25-I00	70	9C
I0-25	40	50	25-I25	75	90
I0-50	50	60	25-I50	75	95
I0-I00	55	70	25-200	80	I00
I3-50	50	65	25-300	80	I00
I3-I00	60	75	50-I00	80	I00
I3-I25	65	80	50-I25	80	I00
I3-I50	65	85	50-200	90	I00
I3-200	70	90	50-300	90	II0

Таблица 6.4

Расчетные величины нагрузок колесных сепараторов по потонувшему продукту

Крупность, мм	Сепаратор СКВ 20			Сепаратор СКВ 32		
	Производительность, т/ч при плотности суспензии кг/м^3					
	I500	I800-I900	2000	I500	I800-I900	2000
6-25	I35	I45	I50	I90	2000	205
I0-I00	I50	I60	I65	205	220	230
I3-I00	I50	I60	I65	205	220	230
I3-I50	I55	I65	I70	2I5	230	235
I3-200	I55	I65	I70	2I5	230	235
25-I00	I55	I65	I70	225	240	250
25-200	I65	I75	I80	235	255	260
25-300	I70	I85	I90	250	270	285

6.2.3. Объем рабочей суспензии, необходимой для заполнения емкостей тяжелосредной установки.

Объем рабочей суспензии должен быть достаточным для заполнения ванны сепаратора до перелива, всех коммуникаций, включая циркуляционный насос, нагнетательных трубопроводов и труб на нисходящих линиях. При этом должен остаться некоторый запас суспензии, достаточный для восполнения технологических потерь за определенное время работы, например, за I-2 смены или сутки. 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.

На основании производственного опыта объем резервуара для рабочей суспензии определяется из следующего соотношения:

V - резервуара $\geqslant V$ сепаратора + (7 ; I5) м^3.

Цифры емкости сепараторов и резервуара кондиционной суспензии приведены в табл.6.5.

Таблица 6.5

Емкость сепараторов и резервуаров

Сепараторы		Резервуары		
ширина ванны, м	емкость ванны, $м^3$	диаметр, м	высота, м	емкость, $м^3$
I,2	4,5	2,9	3,94	I5
2,0	8	2,9	3,94	I5
3,2	I8	4,5	4,34	30
4,0	53	5,4	5,30	65

Изготовляемые Ворошиловградским заводом им.Пархоменко типовые сборники СБ-I5 (емкость I5 $м^3$), пригодны для всех сепараторов, емкость ванны которых меньше 8 $м^3$, сборники СБ-30 (емкость 30 $м^3$) - для сепараторов с емкостью ванны от 8 до 20 $м^3$.

Для сепараторов больших типоразмеров (с шириной ванны более 4 м) сборники изготовляются по индивидуальным заказам, как и сами сепараторы.

6.2.4. Расход рабочей суспензии, находящейся в циркуляции.

Циркуляция 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 для двухпродуктовых сепараторов типа СК и СКВ, высота свободного слива суспензии из ванны сепаратора составляет 20-30 мм. На поверхности ванны образуется плавный поток, движущийся со скоростью I,0-I,2 м/сек. при этом создаются достаточно благоприятные условия для расслоения угля. Расход суспензии на сливе сепаратора составляет 60-I00 $м^3/ч$ на I м ширины ванны.

Таким образом, расход суспензии, проходящей через ванну сепаратора, пропорционален ширине ванны и в среднем составляет 80 $м^3/ч$ на I м ширины ванны.

Мощность насосных установок должна быть на I5-25% выше требуемого номинального расхода суспензии.

Суспензия в двухпродуктовые сепараторы с элеваторным колесом обычно подается в двух точках: для создания восходящего потока через нижний ввод около 2/3 общего расхода, для транспортирующего потока через торцевой ввод около I/3 общего расхода.

Диаметры подводящих трубопроводов следует рассчитывать, исходя из допустимых скоростей движения в них суспензии I,0 - I,5 м/сек или принимать по табл.6.6.

Таблица 6.6

Ширина ванны сепаратора, м	Общий расход суспензии, $м^3/ч$	Главный трубопровод	Система труб для подвода транспортирующего потока (I/3 расхода)		Система труб для подвода восходящего потока (2/3 расхода)
		диаметр, мм	количество труб	диаметр, мм	диаметр, мм
I,2	96	I75	I	I00	I50
2,0	I60	200	2	I00	I75
3,2	256	250	2	I00	200
4,0	320	300	2	I25	250

Трехпродуктовые сепараторы типа СТТ отличаются от двухпродуктовых по способу подачи рабочей суспензии и ее расходу.

Гидродинамический режим в проточной части ванн сепаратора СТТ создается горизонтальным потоком суспензии и за счет перемешивающего действия элеваторного колеса.

Циркуляция рабочей суспензии осуществляется за счет регенерированной суспензии, которая из системы авторегулирования подается непосредственно в первую ванну сепаратора. Благодаря

этому, а также наличию в конструкции сепаратора специальных погружателей и перегрузчиков, способствующих смачиванию угля и транспортировке его вдоль ванны, удельный расход суспензии на I м ширины ванны на сливе первого отделения сепаратора составляет 25 $м^3$/ч и на сливе второго отделения - 40 $м^3$/ч.

6.2.5. Количество суспензии, выводимой из сепаратора с продуктами обогащения.

В двухпродуктовых сепараторах типа СК и СКВ суспензия сливается через порог со всплывшим продуктом, часть ее (до 30-35%) уходит через дренажное сито предварительного сброса, установленное на сливе сепаратора, остальная часть поступает на обезвоживающий грохот. В трехпродуктовых сепараторах типа СТТ суспензия, уходящая со всплывшим продуктом через порог второго отделения, поступает непосредственно на обезвоживающий грохот.

Для возврата рабочей суспензии в цикл циркуляции на обезвоживающих грохотах устанавливаются ванны с двумя отсеками: на первой части грохота выделяется рабочая суспензия, на второй производится ополаскивание продуктов обогащения, а промывные воды направляются в цикл регенерации.

6.3. Обогащение мелкого угля в гидроциклонах

6.3.I. Области применения гидроциклонов

Тяжелосредные гидроциклоны рекомендуется применять для обогащения угля, антрацита и сланца крупностью 0,5(0,25)-6(I3,25) мм; 6(I3) - 25 мм и переобогащения промпродукта крупностью 0,5(0,25)-6(I3; 25) мм. В отдельных случаях верхний предел крупности может быть увеличен до 30(40) мм.

Выбор типа гидроциклона определяется конкретными технологическими условиями. Каскадные трехпродуктовые гидроциклоны рекомендуются для обогащения труднообогатимых углей и переобогащения промпродукта, двухпродуктовые - для обогащения энергетичес-

ких углей и антрацитов, а также коксующихся углей в случае, когда выделение промежуточного продукта экономически не оправдано. При обогащении углей с сильно размокаемыми глинистыми породами при разделении на три продукта рекомендуется применять два последовательно установленных двухпродуктовых гидроциклона (см. схему рис.3.22.)

6.3.2. Параметры технологии.

Гидроциклоны устанавливаются в наклонном положении под углом к горизонту: двухпродуктовые, конические - 15^0, трехпродуктовые и двухпродуктовые с безнапорной подачей питания - 30^0.

Высота подачи суспензии в гидроциклоны, работающие под гидростатическим напором, должна быть не меньше девяти диаметров аппарата:

$$H = 9D \quad м, \qquad (6.7.)$$

где D - диаметр гидроциклона, м.

Производительность гидроциклона по обогащаемому углю рассчитывается по формуле,

$$Q = 200 \cdot D^2 \quad ,т/ч . \qquad (6.8.)$$

Или ориентировочно:

для гидроциклона диаметром мм:	300,	500,	600,	700
производительность, т/ч:	20,	50,	70,	100

Приведенные цифры относятся к нагрузке по обесшламленному углю. С учетом эффективности обесшламливания (допустимого засорения машинного класса мелкими зернами и потерь машинного класса в подрешетный продукт обесшламливающих устройств), общая нагрузка на гидроциклонную установку может быть рассчитана по эмпирической формуле:

$$Q_{общ} = \frac{75Q}{80-\alpha} \quad ,т/ч , \qquad (6.9.)$$

где α - содержание зерен меньших, чем нижний предел крупности машинного класса в исходном угле, %;

$Q_{общ}$ - нагрузка на установку;

Q - нагрузка на гидроциклоны обесшламленного материала.

Соответственно нагрузка на гидроциклоны при заданном количестве исходного угля составит:

$$Q = \frac{Q_{общ}(80-\alpha)}{75} \quad т/ч , \qquad (6.10.)$$

Количество шлама, образующегося в процессе обогащения от истирания, составляет 1-2% от машинного класса.

Содержание угля в пульпе, поступающей в гидроциклон составляет 200-400 кг/м^3.

Соотношение плотностей разделения в трехпродуктовых гидроциклонах определяется по характеристике исходного угля, регулируется плотностью исходной суспензии, диаметром насадок, крупностью магнетита и содержанием шлама в суспензии [14] .

При обезвоживании продуктов обогащения в подрешетный продукт дуговых сит и грохотов переходит основная часть шлама, оставшегося в машинном классе и вновь образовавшегося, а также имеются потери зерен, более крупных, чем номинальный размер щели сит.

По эмпирическим данным суммарное количество обезвоженных продуктов обогащения рекомендуется принимать:

$$Q' = (0,93 \div 0,95)\, Q . \qquad (6.11.)$$

Производительность гидроциклона по пульпе может быть определена по эмпирическим формулам:

- для конического двухпродуктового гидроциклона (в т.ч. и второй ступени трехпродуктового гидроциклона):

$$Q = 1,24\, d_{c_{II}}^{0,7} \cdot d_н^{0,25} \cdot d_п^{0,37} \sqrt{H} \ , \ м^3/ч \qquad (6.12.)$$

- для трехпродуктового гидроциклона

$$Q = K_н \sqrt[3]{d_{c_I}^2 \cdot d_{c_{II}} \cdot d_{c_п}} \cdot \sqrt{H} . \qquad (6.13.)$$

где d_{c_I}, $d_{c_{II}}$, $d_н$, d_{c_n}, d_n – соответственно, диаметры сливных патрубков цилиндрической и конической секций, нижней насадки, соединительного и питающего патрубков гидроциклона, см.

$K_п$ – коэффициент производительности, определяемый по формуле:

$$K_п = 0{,}204 + 2{,}143\,\rho_u - 0{,}678\,\rho_u^2, \qquad (6.14.)$$

где ρ_u – плотность исходной суспензии, кг/дм^3.

Для суспензии плотностью 1400–1800 кг/м^3, $K_п$ может быть принят равным 1,87.

Количество суспензии, уходящей с продуктами обогащения (% общего расхода), составляет:

в двухпродуктовых гидроциклонах:

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

в трехпродуктовых гидроциклонах:

с концентратом	–	50–60%
с промпродуктом	–	30–40%
с породой	–	10–30%

Количество суспензии, подаваемой в смеситель, должно на 15–20% превышать объемную производительность гидроциклонов.

Емкость кондиционной суспензии должна превышать по объему емкости гидроциклона и системы коммуникаций на 5–12 м^3. Практически для установки производительностью 80–100 т/ч следует использовать сборник СБ-15 емкостью 15 м^3.

6.4. Эффективность обогащения в магнетитовой суспензии

Засорение продуктов обогащения при разделении угля в тяжелых суспензиях является следствием неточности разделения по заданной плотности за счет действия случайных факторов. К ним могут относиться колебания плотности и вязкости среды, изменение интенсивности потоков материала при загрузке их в сепаратор, колебания нагрузки и уровня суспензии, изменение состава сырья по крупности, фракционному составу и др.

Величину засорения принято оценивать по содержанию тех фракций, плотность которых в концентрате выше заданной контрольной плотности, а в отходах - ниже ее; в промпродукте учитываются те и другие. Наиболее правильно оценивать засорение продуктов по содержанию фракций $\pm\Delta$ где Δ - плотность разделения.

При обогащении в суспензиях нормальной вязкости в гравитационных сепараторах плотность разделения и плотность суспензии обычно близки, разницей между ними можно пренебречь. Поэтому, при оперативном контроле на фабриках, контрольной плотностью является плотность, равная плотности рабочей суспензии. Засорение продуктов обогащения для каждого сепаратора является функцией точности разделения (среднего вероятного отклонения) E_{pm}.

Засорения продуктов посторонними фракциями зависит не только от точности разделения, но являются также функцией фракционного состава сырья.

Засорение продуктов обогащения в тяжелосредных сепараторах определять по среднему вероятному отклонению E_{pm}, определяемому по уравнениям [2, 8] :

$E_{pm} = 0{,}01\Delta + 0{,}02$ - при крупности обогащаемого угля в пределах 25-300 мм (6.15.)

$E_{pm} = 0{,}015\Delta + 0{,}02$ - при крупности обогащаемого угля в пределах 13-150 мм (6.16.)

$E_{pm} = 0{,}025\Delta + 0{,}005$ - при крупности обогащаемого угля в пределах 6-100 мм (6.17.)

где Δ – действительная плотность разделения, кг/дм^3.

Основанием для применения уравнения является нижний предел крупности обогащаемого угля.

Для подсчета эффективности разделения бурых углей крупностью 25-300 мм рекомендуются следующие формулы:

$$E_{pm} = 0{,}01\Delta \underset{1700\ кг/м^3}{+} 0{,}06 \quad \text{при обогащении по плотности} \qquad (6.18.)$$

$$E_{pm} = 0{,}01\Delta + 0{,}09 \quad \text{при обогащении отходов угля по плотности 2100 кг/м}^3 \qquad (6.19.)$$

В каждом конкретном случае устанавливаются нормы засорения продуктов обогащения по результирующей таблице расчета ожидаемых показателей обогащения. Окончательно производственные нормы должны устанавливаться при отработке технологических режимов и заноситься в режимную карту для каждого аппарата.

Показатель эффективности обогащения в гидроциклонах может быть определен по формулам [8, 21] :

- для двухпродуктового гидроциклона:

$$E_{pm} = 0{,}03\Delta - 0{,}015; \qquad (6.20.)$$

- для первой стадии разделения в трехпродуктовом гидроциклоне,

$$E_{pm} = 0{,}04\Delta - 0{,}010; \qquad (6.21.)$$

- для второй стадии разделения в трехпродуктовом гидроциклоне:

$$E_{pm} = 0{,}045\Delta - 0{,}015, \qquad (6.22.)$$

где Δ – плотность разделения, кг/дм^3.

В табл.6.7. приведена величина засорения продуктов обогащения для ряда фабрик и установок. Эти данные могут быть использованы для других установок при сопоставлении потерь угля с отходами обогащения и для оперативного контроля технологического режима.

Методика определения эффективности и расчет ожидаемых результатов обогащения при заданном показателе эффективности $E_{рм}$ описаны в технической литературе [I, 2, 27 и др.].

6.5. Промывка и обезвоживание продуктов обогащения на грохотах

6.5.I. Количество магнетита, отмываемого от продуктов обогащения на грохотах.

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.6.8.

6.5.2. Расход воды на отмывку магнетита от продуктов обогащения.

Для отмывки продуктов обогащения от магнетита, с целью улавливания утяжелителя и возврата его в процесс, применяется оборотная и чистая техническая вода. В качестве оборотной воды на установках для обогащения в тяжелых суспензиях используется слив магнитных сепараторов, который самотеком подводится к брызгальным устройствам, работающим по принципу водослива или дождевания.

Расход воды на отмывку продуктов обогащения крупного угля колеблется в пределах от 0,5 до I,5 $м^3/т$ и зависит от его крупности, плотности суспензии, нагрузки на грохота, равномерности распределения материала и воды по ширине грохота, содержания шлама в промывочной воде и др.причин.

Таблица 6.7

Показатели обогащения крупного и мелкого угля в тяжелосредных сепараторах

Тип обогатительного аппарата, наименование фабрик	Марка обогащаемого угля	Крупность, мм	Плотность разделения, кг/м³	Показатель эффективности разделения E_{pm}, кг/дм³	Продукты обогащения	Содержание фракций, %		
						легкой	промежуточной	тяжелой
I	2	3	4	5	6	7	8	9
Сепаратор СК-20 (средние данные)	А	+I3	I900-2I00	0,020-0,073	концентрат	99,0-99,8	-	I,0-0,2
					отходы	0,I-2,5	-	99,9-97,5
	Ж	+I3	I800	0,0I5-0,047	концентрат	99,8-99,5	-	0,2-0,5
					отходы	0,2-0,4		99,8-99,0
Сепаратор СК-32 (ЦОФ Интинская)	Г	+I3	I850	0,0I5-0,05	концентрат	97,9-98,5		2,I-I,5
					отходы	I,2-I,3		98,8-98,7
Сепаратор "Дробой" (средние данные по отечественным фабрикам)	Г,Ж	+I0 (I3)	I800-I900	0,025-0,070	концентрат	99,9-99,0	-	0,I-I,0
					отходы	0,I-0,5		99,9-99,5
Сепаратор СКВ-20 (средние данные)	А	+6(I3)	I950-2050	0,050-0,080	концентрат	99,5-99,8	-	0,5-I,2
					отходы	0,5-I,0		99,5-99,0
Сепаратор СТТ20 (ЦОФ Краснолиманская)	Г	+I3	I400-I500	0,034-0,050	концентрат	96,0-98,0	4,0-2,0	-
					промпродукт	7,5-I0,0	86,0-80,0	6,5-I0,0
			I800-I860	0,024-0,044	отходы	-	I,0-2,0	99,0-98,0

Продолжение табл.6.7

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Сепараторы СК-32 (первая стадия разделения) и СК-12 (вторая стадия) (ОФ Северная)	Ж	I0-I50	I360-I400 и I900-I950	0,020-0,030	концентрат	99,6-98,8	0,3-I,2	0,I-0
					промпродукт	I8,2-3,9	77,3-90,5	4,5-5,6
				0,050-0,060	отходы	-	I,2-0,5	98,8-99,5
Двухпродуктовый гидроциклон КГ 2/50 (ЦОФ Центральная)	А	6-25	I880-2060	0,034-0,063	концентрат	99,0-99,9	-	I,0-0,I
					отходы	2,8-0,5	-	97,2-99,5
Гидроциклоны КГ 2/50 (ОФ Северная)	Ж	I-I0	I460-I500	0,030-0,035	концентрат	97,4-97,0	-	2,6-3,0
					отходы	I,8-I,3		98,2-98,7
Трехпродуктовый гидроциклон ГТ 3/80 (ЦОФ Ткварчельская)	пром-продукт	0,2-I3	I4I0-I570	0,030-0,040	концентрат	85,9-97,2	I4,I-2,8	-
					промпродукт	8,7-20,3	88,3-78,4	3,0-I,3
			I820 I880		отходы	-	4,8-7,0	95,2-93,0

Таблица 6.8.

Унос магнетита с продуктами обогащения

Крупность, мм	Унос магнетита в кг/т при плотности суспензии в кг/м³:			Влажность (унос воды) %
	1500	1750	2000	
0,5-25	60	100	150	48
0,5-10(13)	80	130	180	45
6-25	20	35	50	18
6-50	15	25	35	13
10-50	12	20	30	11
13-50	10	17	25	9
13-100	8	13	20	7,5
13-150	7	12	18	7,0
25-100	6,5	11	17	6,5
25-150	6	10	15	6,0
25-200(300)	5	8	12	5,0
25-300 (бурый уголь)	10	20	25	

При отмывке продуктов обогащения мелкого угля расход воды возрастает до 1,2-3,0 м³/т.

Основное количество воды на отмывку поступает из перелива магнитных сепараторов системы регенерации. Свежей или осветленной воды следует расходовать не более 0,2-0,3 м³/т продуктов.

Общий расход воды на отмывку продуктов рекомендуется принимать в зависимости от крупности угля по данным табл.6.9.

6.5.3. Параметры обезвоживания продуктов обогащения на грохотах.

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

Таблица 6.9.

Нормы расхода воды на отмывку продуктов обогащения

Крупность, мм	Расход воды, $м^3/т$
0,5-6	2,0-3,0
0,5-10	1,8-2,5
0,5-13	1,5-2,0
0,5-25	1,5-1,7
6-13	1,0-1,5
6-25	1,2-1,4
6-50	1,0-1,2
10-50	0,8-1,1
13-50	0,9-1,1
13-100	0,8-1,0
13-150	0,7-0,9
25-150	0,7-0,8
25-200(300)	0,6-0,7
25-300 (бурые угли)	0,8-1,2

для мелкого угля - 0,5-1,0 мм,
для крупного угля - 0,75-1,5 мм,

или применять тканую сетку типа "Волна", имеющую отверстия 0,7 х 1,4 мм.

Длина грохота на участке отделения суспензии должна быть не менее 1,5 м, на участке отмывки продуктов 1,5-2 м, на участке обезвоживания после отмывки 1,5-2 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, 13, 25 мм. Расчет нагрузки на грохота рекомендуется вести, исходя из удельной нагрузки по обезвоживаемым продуктам на 1 м ширины грохота при его длине не менее 5-6 м.

На основании практических данных установлена допустимая нагрузка на I м ширины грохота, которая является функцией крупности обезвоживаемого продукта (табл.6.I0.)

Таблица 6.I0

Допустимые нагрузки на обезвоживающие грохота

Крупность, мм	Нагрузка, т/ч на I м ширины	Крупность, мм	Нагрузка, т/ч на I м ширины
0,5-6	до 20	I3-50	до 45
0,5-I0	" 22	I3-I00	" 50
0,5-I3	" 25	I3-I50	" 55
0,5-25	" 28	25-I00	" 60
6-25	" 30	25-200	" 65-70
6-50	" 35	25-300	" 75-80

Влажность продуктов обогащения после обезвоживающих грохотов принимать I5-I8% [8] в зависимости от крупности материала.x)

Ширину обезвоживающих грохотов для концентрата рекомендуется принимать примерно равной ширине ванны сепаратора ± 0,2 м.

В комплексе с сепараторами с шириной ванны от 3,2 м и выше обычно устанавливают по два обезвоживающих грохота соответствующей производительности.

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

6.5.4. Шламообразование при обогащении в тяжелых суспензиях.

В процессе обогащения угля в тяжелых суспензиях образуется значительно меньше шлама, чем при отсадке или в моечных желобах.

Величина засорения шламом продуктов обогащения приведена по опыту эксплуатации тяжелосредных установок в табл.6.II.

x). Влажность концентрата, обезвоженного на грохотах в среднем: крупного-6-I2%, мелкого - I0-I2% и шлама -22-28%. [2].

Таблица 6.II

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	I,0-I,5	I,0-2,0
Всего	2,0-3,0	4,0-7,0
Остаток шлама в продуктах обогащения после обезвоживающих грохотов	I,0-I,5	2,0-2,5

6.6. Регенерация магнетитовой суспензии

6.6.I. Технологические задачи регенерации суспензии

Основными задачами регенерации суспензии являются:

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

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

Схемы регенерации описаны в главе 4 настоящей работы. Выбор схемы регенерации определяется особенностями технологии обогащения, главным образом, крупностью машинного класса и размокаемостью обогащаемого угля и сопутствующих пород.

При современном уровне техники регенерация суспензии с извлечением до 99,9% магнетита обеспечивается, как правило, одностадиальной сепарацией разбавленной суспензии в электромагнитных сепараторах при обогащении крупного угля и двухстадиальной при обогащении мелкого угля. Как уже указывалось, использование

слива магнитных сепараторов для отмывки продуктов обогащения является обязательным.

В осветлительные устройства допускается сброс только хвостов регенерации с минимальным содержанием магнетита и в таком объеме, чтобы стабилизировать концентрацию шлама в рабочей суспензии и в технической воде в пределах норм.

Количество суспензии, отводимой на регенерацию, зависит от содержания в рабочей суспензии шлама, содержания твердого в оборотной воде и др. может быть рассчитано по формуле [21] .

$$Q_p = \frac{S_1 + S_2}{S_o - S_{мк}\frac{\rho_c - 1}{\rho_p - 1}} - Q_y \quad , \qquad (6.23.)$$

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

S_1 - количество шлама, поступающее в рабочую суспензию с обогащаемым углем, т/час;

$$S_1 = K_1 \cdot G \quad , \qquad (6.24.)$$

где K_1 - содержание шлама в дешламированном угле, %, обычно 3-5%;

G - производительность по обогащаемому материалу, т/ч;

S_2 - количество шлама, образующегося в процессе обогащения за счет дешламации, т/ч;

$$S_2 = K_2 \cdot G \quad , \qquad (6.25.)$$

где K_2 = 0,01 - 0,02 при самотечной подаче материала;

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

S_o - суммарное количество шлама, поступающее в рабочую суспензию, т/ч;

$$S_0 = S_1 + S_2 + Q_{мк} \cdot S_{мк} \,, \qquad (6.26.)$$

где $S_{мк}$ - содержание шлама в магнетитовом концентрате, т/м^3; обычно в I,2-I,5 раз превышает содержание шлама в питании регенерации;

$Q_{мк}$ - количество магнетитового концентрата, м^3/ч;

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;

$$Q_у \cong (0{,}I5 \div 0{,}20)\, G \qquad (6.27.)$$

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 I500 кг/м^3	- I0%,
-"-	до I800 кг/м^3	- 20%,
-"-	I900 и более	- до 30%.

При обогащении бурых углей:

при плотности	I700 кг/м^3	- до 30%,
-"-	2I00 кг/м^3	- до 50%

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

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

При обогащении в трехпродуктовых сепараторах вся рабочая суспензия направляется на регенерацию.

6.6.2. Расчет количества и состава разбавленной суспензии

Разбавленная суспензия состоит из:

- подрешетных вод обезвоживающих грохотов;
- части рабочей суспензии, выделяемой 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.

В табл.6.I2. представлен примерный расчет количества разбавленной суспензии и содержания в ней твердого остатка и магнетита для случаев обогащения 200 т/ч класса 25-I50 мм и I00 т/ч класса 0,5-I0 мм по граничной плотности I500 кг/м^3.

Таблица 6.I2

Расчет состава разбавленной суспензии

Наименование показателей	Крупность обогащаемого угля, мм	
	25-I50	0,5-I0
Расход воды на отмывку, м^3/т (табл.6.9.)	0,5	2,0
Количество подрешетной воды, поступающей на регенерацию, м^3/т	0,5x200=I000	2,0xI00=200
Содержание шлама в промывной воде (сливе магнитных сепараторов с добавкой свежей воды), г/л	60	60
Количество суспензии в цикле обогащения, м^3/ч (табл.6.6. и 5.8.)	I60	320
Норма вывода суспензии на регенерацию, % (см.6.6.I.)	I0	I0
Количество суспензии, отводимой на регенерацию, м^3/ч	I60x0,I=I6	320x0,I=32
Содержание твердого в рабочей суспензии, отводимой на регенерацию, г/л (табл.2.2.)	825	825
В том числе магнетита, г/л	505	505

Продолжение табл.6.I2.

Наименование показателей	Крупность обогащаемого угля, мм	
	25-I50	0,5-I0
Суммарное количество промывных вод и суспензии, $м^3/ч$	I00+I6=II6	200+32=232
Содержание в ней циркулирующего твердого остатка, г/л (по балансу)	I66	I66
в том числе магнетита, г/л	70	70
Количество магнетита, уносимого из продуктов обогащения с промывной водой, г/т, $м^3/ч$, кг/ч (табл.6.8.)	6 0,25 I200	80 I,75 8000
То же на единицу объема разбавленной суспензии, г/л	I2	34
Количество шлама, выделяющееся из продуктов обогащения, %, $м^3/ч$, кг/ч (табл.6.II.)	I,5 2,0 3000	4,5 3,0 4500
То же на единицу объема разбавленной суспензии, г/л	26	I9
Общее количество разбавленной суспензии, $м^3/ч$	II6+2=II8	232+3=235
Общее содержание твердого в разбавленной суспензии, г/л (по балансу)	204	2I9
в том числе магнетита, г/л	82	I04

При расчете продуктов регенерации рекомендуется принимать:

состав магнетитового концентрата:

плотность, 2I00-2400 $кг/м^3$

содержание магнитных фракций, 90-95 %

состав хвостов регенерации в зависимости от содержания шлама в разбавленной суспензии (см.табл.5.I2.)

содержание магнетита - 0,5-2,0 г/л
общее содержание твердого в хвостах - до I50 г/л;

состав слива магнитных сепараторов:

содержание твердого - 90-I20 г/л
в т.ч. магнетита - 0,5-I,0 г/л .

При расчете должно соблюдаться соответствие между количеством шлама, поступающего в суспензию из обогащаемого угля, (табл.6.II.) и количеством шлама, выделяемого с хвостами регенерации.

Примерный расчет продуктов регенерации разбавленной суспензии, состав которой рассчитан для условий обогащения класса 0,5-I0 мм (см.табл.6.I2.), дается в табл.6.I3.

Таблица 6.I3

Расчет состава продуктов регенерации

Наименование продуктов	Количество суспензии, $м^3/ч$	Содержание твердого г/л	Количество твердого, кг/ч		
			всего	шлама	магнетита
Исходная разбавленная суспензия (табл.6.I2.)	237	2I9	5I900	27250	24650
Магнетитовый концентрат	I7	I5I8	258I0	I290	24520
Слив	I90	II4	2I590	2I490	I00
Хвосты	30[x]	I50	4500	4470	30

[x] Пропускная способность хвостовых патрубков сепаратора ЭБМ 80/250.

При расчете в соответствии с изложенными выше нормами принято:

- содержание твердого в хвостах - 150 г/л
- содержание магнетита в хвостах - 1,0 г/л
- содержание магнетита в сливе - 0,5 г/л
- содержание шлама в магнетитовом концентрате - 5% по весу

6.7. Расход утяжелителя

Общий расход утяжелителя складывается из безвозвратных потерь:

- с продуктами обогащения;
- с хвостами регенерации;
- при приготовлении суспензии;
- с переливами, которые не возвращаются в цикл регенерации;
- при доставке и транспортировании утяжелителя.

Общий расход утяжелителя определяется по отчетной документации фабрики как отношение полученного утяжелителя к количеству переработанного угля.

Потери утяжелителя с продуктами обогащения и хвостами регенерации определяются путем отбора проб и соответствующих расчетов. Пробы продуктов обогащения промываются, а промывные воды пропускаются через магнитный анализатор (см.5.5.3.) для анализа содержания магнетита. Затем содержание магнетита относится к количеству продуктов обогащения. По аналогичной методике определяются потери магнетита с хвостами регенерации.

При этом исходят из содержания магнетита в отобранных пробах и пропускной способности каждой хвостовой насадки магнитного сепаратора.

Прочие потери утяжелителя (при транспортировке, приготовлении суспензии и др.) определяются вычитанием потерь с продуктами обогащения и хвостами регенерации из общего расхода утяжелителя.

Нормы потерь магнетита даны в табл.6.14.

Таблица 6.I4.

Нормы потерь магнетита

Вид потерь	Потери магнетита в кг/т при обогащении	
	крупного угля	мелкого угля
Для каменных углей и антрацитов:		
С продуктами обогащения	0,2-0,4	0,5-0,7
С хвостами 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 хвостами регенерации	0,2-0,3	
Прочие потери	0,I-0,2	
Общие потери	I,I-I,5	

7. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО КОМПОНОВКЕ ТЯЖЕЛОСРЕДНЫХ УСТАНОВОК

Компоновочные решения на установках для обогащения в тяжелых средах, независимо от места размещения на фабриках или шахтах, должны учитывать следующие основные положения: поточность линий, удобство обслуживания и ремонта, компактность.

Поточность линий обеспечивается поступательным продвижением материала от приема сырья до складирования и погрузки продуктов обогащения с максимальным использованием возможности самотека.

Удобство обслуживания и ремонта достигается при наличии свободного доступа к аппаратам и механизмам, площадок для ремонтных операций на месте, проемов для доставки нового оборудования и эвакуации изношенного, переходных мостиков, лестниц и др.

Компактность достигается хорошо продуманным размещением и сопряжением технологического и транспортного оборудования с соблюдением как технологических, так и технических требований.

Технические требования сводятся, в основном, к обеспечению хорошего доступа при уходе и ремонте машин, а также при замене быстроизнашивающихся частей.

Технологические требования могут быть общими для всей технологии и частными, специфическими для одного узла технологической цепи. Например:

во избежание дополнительного измельчения угля перед обогащением и излишнего шламообразования классификационные грохоты необходимо устанавливать непосредственно перед сепаратором с прямой подачей классифицированного угля в сепаратор.
Угол ввода угля в сепаратор должен находиться в пределах 25-35°.

Если в схеме классификации много параллельно-установленных грохотов, надрешетный продукт которых собирается на ленточ-

ном конвейере, то разгрузочний барабан конвейера должен примыкать к ванне сепаратора с минимальным перепадом. Скорость конвейера должна быть менее I м/сек. Для улучшения распределения угля по ширине ванны в загрузочный желоб рекомендуется подавать часть суспензии из горизонтального потока. Суспензия смачивает самые мелкие зерна угля, что улучшает их разделение.

На грохотах для обесшламливания мелкого угля следует размещать брызгала ближе к загрузочной части, чтобы зона обезвоживания составляла около половины длины грохота (2,5-3 м). Целесообразно устанавливать перед грохотами специальные смесители и подавать исходный материал на грохот в виде пульпы (см.рис.7.I.)

Промывную воду на классификационных грохотах желательно распределять по расчету напорной сетки, избегая, по возможности, установки запорной арматуры, применяя калиброванные переходные патрубки.

Компоновка двух или трех сепараторов при обогащении угля в две стадии должна осуществляться без потери высоты и с учетом возможно полной загрузки сепараторов. Для этого на вторую стадию обычно подбирают сепараторы меньшего типоразмера. Грохоты для дренажа суспензии и обезвоживания продуктов обогащения рационально располагать также непосредственно у сепаратора, на одном перекрытии или с небольшими перепадами.

Промывочные грохоты следует оборудовать фартуками для гашения брызг.

Ванны под обезвоживающими грохотами должны быть шире короба грохота на I50-200 мм. Длина отсека ванны для сбора рабочей суспензии должна соответствовать длине дренажной части грохота.

Для лучшего перемешивания и улучшения дренажа при промывке материала на решетах обезвоживающих грохотов рекомендуется устанавливать пороги треугольного сечения высотой I5-30 мм на расстоянии 300-400 мм друг от друга. На дренажной части грохота рационально иметь 2-3 порога, причем один из них на границе с промывочной частью.

В гидроциклонных установках следует обязательно предусматривать передачу сгущенной суспензии, транспортирующей продукты обогащения, а при обогащении в суспензии плотностью 2000 кг/м^3 и выше - всех потоков по вертикальным желобам.

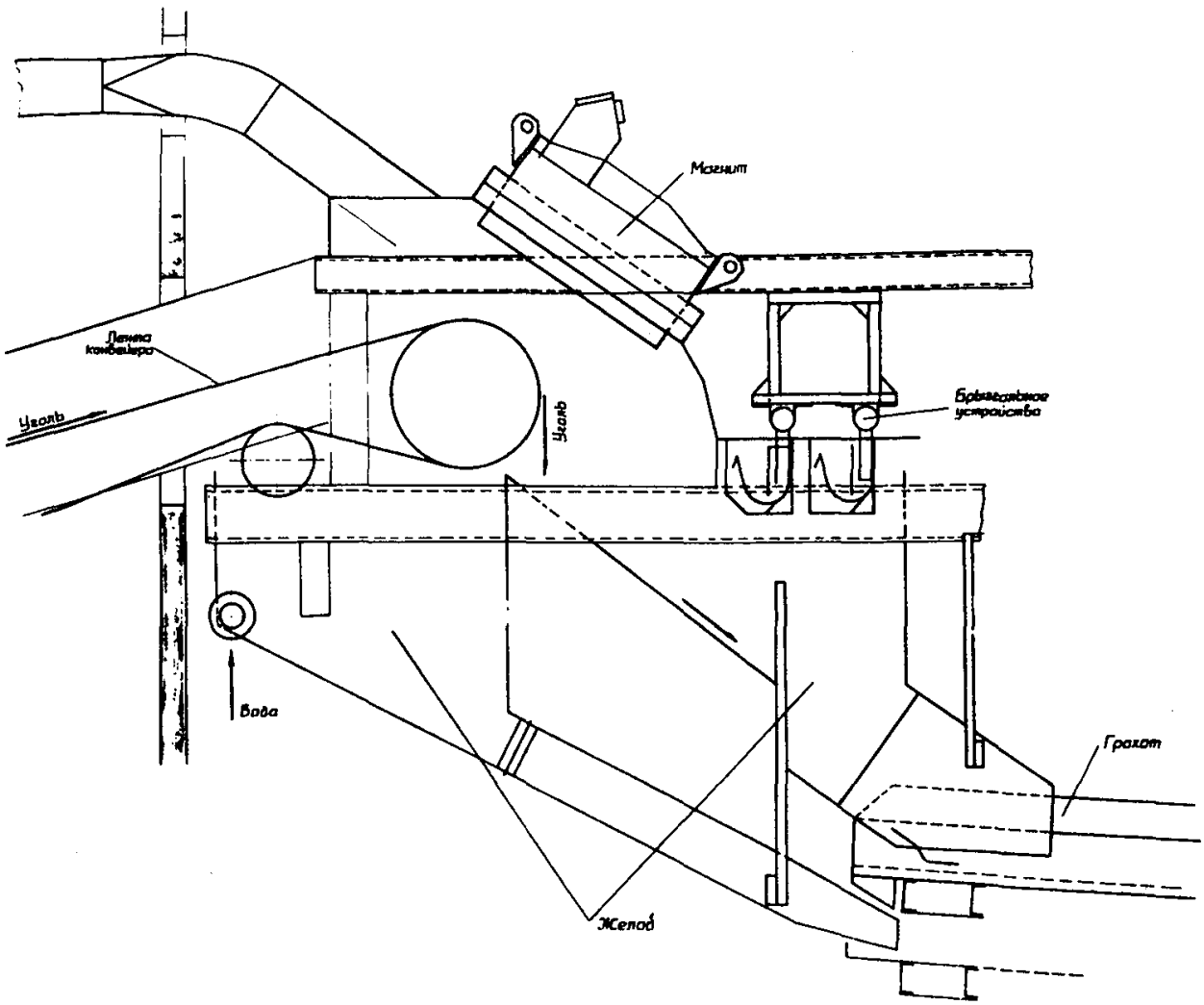


Рис.7.I. Смесительный желоб для смачивания и подачи материала на грохот

Угол наклона трубопровода от смесителя к гидроциклону - не более 30° к вертикали.

Вывод суспензии на регенерацию осуществлять из под дуговых сит перед обезвоживающими грохотами через делительный бачек.

Компоновка установки с трехпродуктовым гидроциклоном на ЦОФ Ткварчельская дана на рис.7.2. и 7.3., с двухпродуктовыми на ОФ шахты Северная на рис. 7.4.

При наличии в схеме сепараторов и гидроциклонов общая система регенерации суспензии может применяться только при автоматизации распределения концентрата магнитных сепараторов между обоими системами обогащения.

Схемы регенерации суспензии на фабриках большой производительности рекомендуется компоновать на каждой секции в один компактный узел с учетом удобств распределения питания и отвода продуктов (каскадно) для обеспечения самотека оборотной воды (слива и хвостов магнитных сепараторов), применяемых для ополаскивания продуктов обогащения, магнитные сепараторы необходимо располагать выше обезвоживающих грохотов.

При подаче некондиционной суспензии одним насосом на два рабочие электромагнитные сепаратора перед каждым из них для регулировки необходимо установить задвижки.

На нагнетательном трубопроводе, подающем кондиционную суспензию в колесный сепаратор, следует предусматривать возможность отвода суспензии при остановке сепаратора непосредственно в сборник кондиционной суспензии (минуя насос кондиционной суспензии).

Торцевую часть воронки для кондиционной суспензии под обезвоживающими грохотами следует делать шире короба грохота не менее чем на 400 мм для доступа в воронку с целью проверки футеровки и осмотра грохота.

Для взмучивания и барботажа суспензии перед пуском установок применяется сжатый воздух. Для этого необходимо предусмотреть установку компрессоров с разводкой трубопроводов по всем перекрытиям, где имеются сборники и аппараты с суспензией. Сжатый воздух обязательно подводить и ко всасам насосов. Давление сжатого воздуха для взмучивания суспензии должно составлять 4-7 ати. Расход

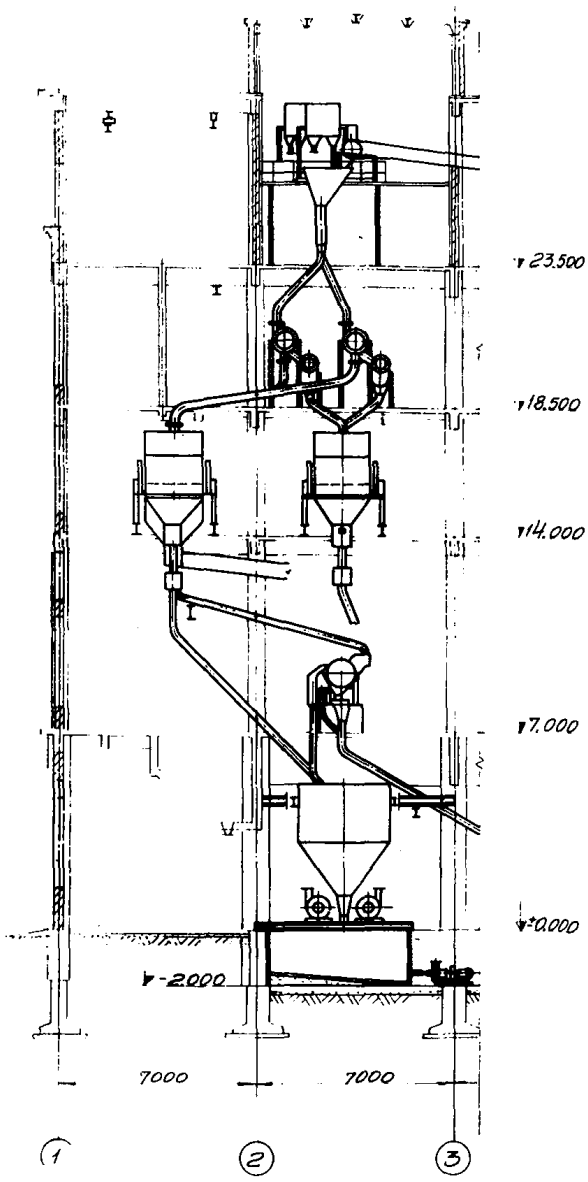


Рис.7.2. Пример компоновки трехпродуктового гидроциклона на ЦОФ Ткварчельская (поперечный разрез)

(проект Южгипрошахта).

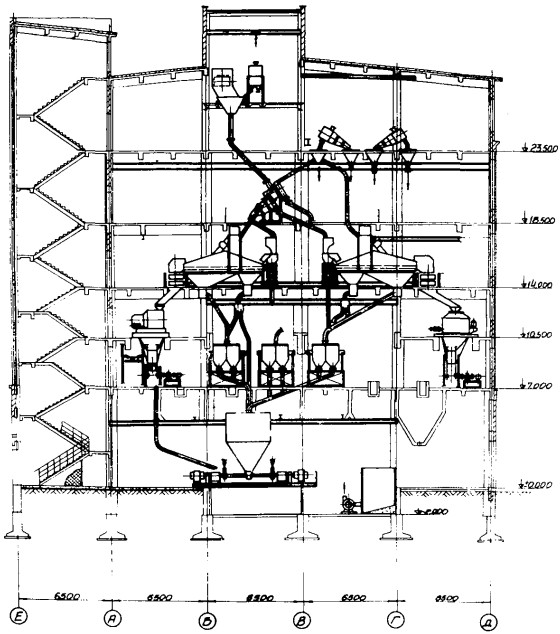


Рис.7.3. Пример компоновки трехпродуктового гидроциклона на ЦОФ Ткварчельская (продольный разрез) (проект Южгипрошахта)

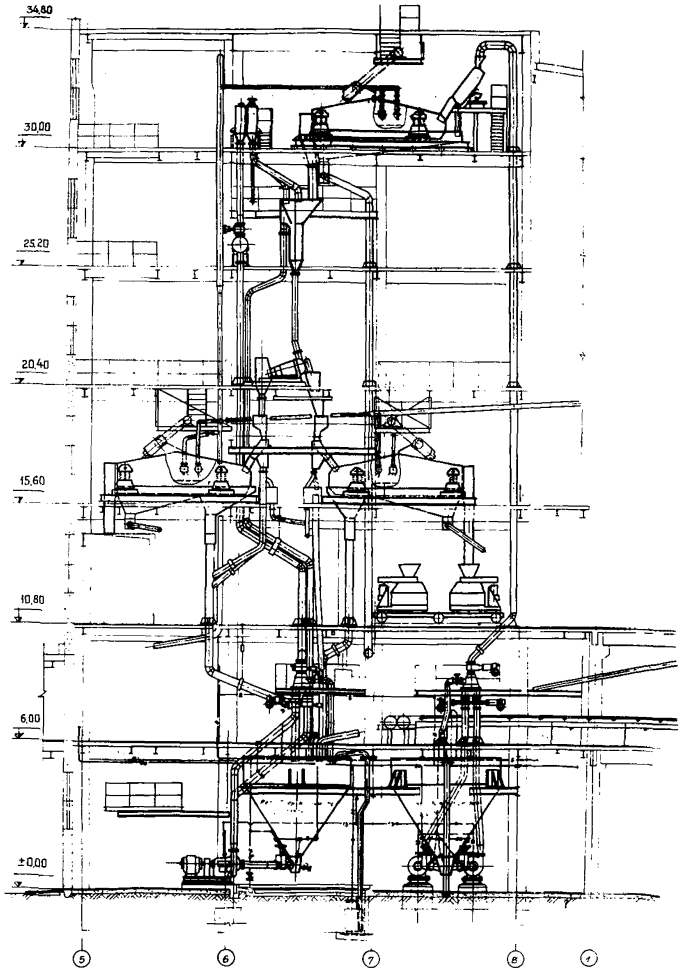


Рис.7.4. Компоновка установки с двухпродуктовыми гидроциклонами на ОФ шахты Северная

воздуха 12-15 $м^3/ч$ на 1 $м^3$ суспензии; во избежание износа трубопроводов на самотечных участках вместо колен и поворотов рекомендуется применять бачки прямоугольного сечения со свободным сливом. Диаметр сливного трубопровода в этом случае должен быть на 40-50 мм больше диаметра трубопровода для суспензии. Все желоба и течки должны быть покрыты износостойкими материалами (каменное литье, шлакоситалл, гуммированное покрытие и др.) [28].

Для безнапорных трубопроводов рекомендуется применять стеклянные трубы Гомельского стекольного завода [29]. Для напорных трубопроводов - стеклянные трубы, армированные металлом, выпускаемые Мосгинскими ЦЭММ. Колена и фасонные детали нагнетательных трубопроводов также желательно изготавливать из износостойких материалов.

Углы наклона самотечных желобов и трубопроводов принимать по данным Южгипрошахта[x] (см.табл.7.1.)

Таблица 7.1.

Наклон самотечных желобов и трубопроводов

Угли	Кондиционная суспензия	Некондиционная суспензия
Коксующиеся	13^0-15^0	10^0-12^0
антрациты	15^0-17^0	13^0-14^0

Во избежание случайных потерь суспензии с переливами, разбрызгиванием и т.д. все перекрытия необходимо делать с уклонами до 4^0, чтобы выплески суспензии было легко смывать и направлять в специальный зумпф для сбора смывных вод. Дренажные воды и смывы с полов обязательно пропускать через регенерационные устройства.

x) "Типовые узлы желобов и трубопроводов для транспортировки магнетитовых суспензий", фонды ЮПШ, Харьков, 1969г.

При проек ировании установок и фабрик с тяжелыми суспензиями необходимо предусматривать помещения под лаборатории для анализов проб механических свойств суспензии, исследования качества утяжелителя и т.д.

Всасы насосов должны быть по возможности короткие, прямые и без колен. Трубопроводы с минимальным количеством запорной арматуры. Рекомендуется применять на насосных установках специальную запорную арматуру на всасывающих трубопроводах, а на нагнетательных - перекидные металлические колена или резиновые шланги с быстроразъемными соединениями.

Для транспортировки разбавленной и рабочей суспензии и других жидких продуктов самотеком на уклонах вместо труб желательно применять закрытые желоба полукруглого сечения в нижней части и со съемными крышками по всей длине.

Склады магнетита нужно проектировать закрытыми, размещать у зданий фабрик и внутри оснащать их полностью механизированным комплексом для доставки магнетита и приготовления суспензии КАПТС (см.3.2. и 5.4.). Применение комплекса КАПТС создает условия для механизации разгрузки вагонов, складирования магнетита, а также для автоматизированного приготовления суспензии.

Установку комплексов следует вести с учетом следующих рекомендаций [12] :

- склады необходимо располагать на нижней отметке здания фабрики или на площадках, примыкающих к фабрике;

- площадки для естественной подсушки магнетита устраивать рядом со складом для удобства обслуживания одним грейферным краном;

- вагон под разгрузку должен устанавливаться под эстакадой единых подкрановых путей линии: разгрузка - подсушка - складирование - загрузка бункера - питателя; вагон может располагаться поперек или вдоль эстакады в зависимости от местных условий.

8. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

"Основные параметры технологии обогащения крупного и мелкого угля в магнетитовой суспензии", разработанные институтами ИОТТ и УкрНИИУглеобогащение в 1967 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 II редакцию "Основных параметров" с учетом замечаний заинтересованных организаций.

ЛИТЕРАТУРА И ИСПОЛЬЗОВАННЫЕ МАТЕРИАЛЫ

I. Основные параметры технологии обогащения крупного и мелкого угля в магнетитовой суспензии. Фонды ИОТТ, УкрНИИУглеобогащение. М., 1967. Удостоверение о регистрации № 37965 с приорететом 3/УП-63г.

2. Справочник по обогащению углей, Изд. "Недра", М., 1974.

3. Жуков И.И. Коллоидная химия, часть I. Изд. ЛГУ им. Жданова, 1949.

4. Классен В.И., Краснов Г.Д., Литовко В.И., Благова З.С. "Методы улучшения физико-механических свойств тяжелых суспензий". Наука. М., 1968.

5. Литовко В.И., Заремба С.А. "Методика и данные определения реологических параметров некоторых суспензий капиллярным вискозиметром с давлением". Сб. Обогащение тонких классов полезных ископаемых. М., 1964.

6. Рекомендации для промышленного внедрения реагентов-пептизаторов на углеобогатительных фабриках с обогащением в магнетитовой суспензии. Фонды ИОТТ., М., 1967.

7. Классен В.И., Литовко В.И., Белых З.П., Мясников Н.Ф. "Реологические свойства ферросилициевых суспензий и методы их измерения", Недра, 1972.

8. Указания по технологическому проектированию фабрик для обогащения в минеральных суспензиях. Центрогипрошахт, М., 1971.

9. Музылев Г.А. "Способы определения основных зависимостей между объемными и весовыми показателями суспензии". Журнал "Уголь", № 9, 1952.

I0. Майер Ф. "Свойства и поведение тяжелой среды и ее контроль при помощи коэффициентов." Глюкауф № 33/38, т.9I, I955.

II. Dell C.C. The composition of suspensions. Colliery Enginiering, September, I96I .

I2. Тихонов В.С., Смирнов А.И. "Внедрение комплекса автоматического приготовления и транспортирования суспензии КАПТС". Сб.Автоматизация технологических процессов на углеобогатительных фабриках, ЭИ ЦНИИЭУголь, М., I974.

I3. Чирков В.М., Цыркун А.Н., Алешина В.И. "Повышение производительности труда на ЦОФ "Кураховская". В сб."Обогащение и брикетирование угля, ЦНИЭИУголь, № I, I975.

I4. Иофа М.Б., Коробко Ю.В., Хайдакин В.И. и др. „Сепарация мелкого угля в каскадном трехпродуктовом гидроциклоне", Уголь, № 7, I967.

I5. Хайдакин В.И. „Испытания автоматизированного комплекса с трехпродуктовыми гидроциклонами на ЦОФ "Ткварчельская". Сб.Обогащение и брикетирование угля, ЦНИЭИУголь, № I2,I974.

I6. Акт промышленных испытаний головного образца сепаратора электромагнитного барабанного ЭБМ 80/I70, ГОСТ I05I2-70, на ГОФ Партизанская, комбината Донбассантрацит, IX, I973.

I7. Эксплуатация и ремонт углеобогатительного оборудования (справочное пособие), Недра, М.,I973.

I8. Симонов А.А., Жорник В.И., Маркович С.И., Колендо В.В. "Повышение эффективности разделения мелких классов угля в колесных сепараторах". Сб."Обогащение и брикетирование угля", № 7, ЦНИИЭУголь, М., I974.

I9. Промышленное внедрение агрегата тяжелосредного трехпродуктового АТТ20 на ЦОФ "Краснолиманская" треста "Донецкуглеобогащение". Межотраслевой информационный листок № 0I00-74, серия 08-II. ЦНИИЭУголь,I974.

20. Обогащение крупного угля в трехпродуктовом сепараторе СТТ20, ЭИ ЦНИИЭуголь, М., 1974.

21. Рекомендации по применению гидроциклонных установок для обогащения мелкого угля в магнетитовой суспензии и параметры проектирования. УкрНИИУглеобогащение, ИГИ, Гипромашуглеобогащение, М., 1967.

22. Струков В.Б., Кириченко Д.И., Лубов В.М., Богомольный М.Г. Снижение потерь утяжелителя на ЦОФ "Беловская". Сб."Обогащение и брикетирование угля", ЦНИЭИУголь, № 2,1974.

23. Улубабов Р.С., Маевский Ю.Р. Эффективность работы и дальнейшее совершенствование промышленных сепараторов для регенерации магнетитовых суспензий", Уголь, № 9, 1974.

24. Сердюк Н.С., Михайлов Л.М., Денисов В.Ф., Пиндиченко Г.А. „Внедрение аппаратуры автоматизации комплекса обогащения в тяжелосредных сепараторах на ЦОФ "Украина". Сб.Автоматизация технологических процессов на углеобогатительных фабриках, ЭИ ЦНИИЭУголь, М., 1974.

25. Акт и протокол приемочных испытаний опытно-промышленных образцов комплекса аппаратуры РУТА, ХП,1974.

26. Методика (временная). Определение производительности резонансных и инерционных грохотов при грохочении каменных углей, антрацитов и горючих сланцев. ИОТТ, М., 1970.

27. Циперович М.В., Курбатов В.П., Хворов В.В.,"Обогащение углей в тяжелых суспензиях", М., 1974.

28. "Рекомендации по применению шлакоситаллов на углеобогатительных фабриках", УкрНИИУглеобогащение, Луганск, 1969.

29. "Применение на углеобогатительных фабриках труб из термостойкого стекла, шлакоситалла и футерованных полиэтиленом" УкрНИИУглеобогащение, Луганск,1969.

СОДЕРЖАНИЕ

Стр.

I. ВВЕДЕНИЕ 3

2. ТРЕБОВАНИЯ, ПРЕДЪЯВЛЯЕМЫЕ К МАГНЕТИТОВОМУ УТЯЖЕЛИТЕЛЮ, И РАСЧЁТ КОМПОНЕНТОВ СУСПЕНЗИИ 5

2.I. Характеристика магнетита 5

2.2. Реологические параметры суспензии и нормы содержания в ней шлама 8

2.3. Основные формулы для расчета параметров суспензии I4

2.4. Расчет компонентов суспензий, загрязненных шламом I6

2.5. Улучшение свойств суспензий I8

3. СХЕМЫ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ОБОГАЩЕНИЯ УГЛЯ В МАГНЕТИТОВОЙ СУСПЕНЗИИ 2I

3.I. Схемы подготовки угля. Классификация и обесшламливание 2I

3.2. Приготовление магнетитовой суспензии 32

3.3. Схемы обогащения угля в сепараторах 38

3.4. Схемы обогащения мелкого угля и переобогащения промпродукта в гидроциклонах 48

4. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СХЕМЫ РЕГЕНЕРАЦИИ СУСПЕНЗИИ 55

4.I. Схема регенерации суспензии в одну стадию .. 56

4.2. Двухстадиальная схема регенерации суспензии ... 56

4.3. Комбинированная схема регенерации суспензии ... 59

4.4. Схема раздельной регенерации суспензии 59

4.5. Схема полной регенерации суспензии 62

5. ОБОРУДОВАНИЕ, ПРИМЕНЯЕМОЕ ДЛЯ ОБОГАЩЕНИЯ В ТЯЖЕЛЫХ СРЕДАХ 64

5.I. Сепараторы для обогащения крупного угля 64

5.2. Оборудование для обогащения мелкого угля 82

5.3. Сепараторы для регенерации магнетитовой суспензии 98

5.4. Вспомогательное оборудование 96

5.5. Средства контроля и регулирования I02

5.6. Опытные образцы тяжелосредного оборудования II6

6. ОСНОВНЫЕ ПАРАМЕТРЫ РАСЧЕТА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СХЕМ ОБОГАЩЕНИЯ УГЛЯ В МАГНЕТИТОВОЙ СУСПЕНЗИИ I26

6.I. Подготовка угля I26

6.2. Обогащение крупного угля в сепараторах I3I

6.3. Обогащение мелкого угля в гидроциклонах I37

6.4. Эффективность обогащения в магнетитовой суспензии I4I

6.5. Промывка и обезвоживание продуктов обогащения на грохотах I43

6.6. Регенерация магнетитовой суспензии I49

6.7. Расход утяжелителя I55

7. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО КОМПОНОВКЕ ТЯЖЕЛОСРЕДНЫХ УСТАНОВОК I57

8. ЗАКЛЮЧЕНИЕ I66

ЛИТЕРАТУРА И ИСПОЛЬЗОВАННЫЕ МАТЕРИАЛЫ I67

Институт обогащения твердых горючих ископаемых

Заказ 82. Л-60933. Объем 10,0 п.л. Тираж 400 экз. 26-1У-76г.

Москва

gost.e-ecolog.ru