МИНИСТЕРСТВО УГОЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ СССР

ИНСТИТУТ ОБОГАЩЕНИЯ ТВЕРДЫХ ГОРЮЧИХ ИСКОПАЕМЫХ

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРИМЕНЕНИЮ ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ ШНЕКОВЫХ СЕПАРАТОРОВ СШ15 ДЛЯ ОБОГАЩЕНИЯ УГЛЕЙ И АНТРАЦИТОВ

Москва
1975

gost.e-ecolog.ru

Министерство угольной промышленности СССР

Научно-исследовательский и проектно-конструкторский институт обогащения твердых горючих ископаемых

Утверждено
зам.начальника Технологического управления по обогащению углей Минуглепрома СССР
И.Е.Черевко
24 июня 1975 г.

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРИМЕНЕНИЮ ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ ШНЕКОВЫХ СЕПАРАТОРОВ СШ15 ДЛЯ ОБОГАЩЕНИЯ УГЛЕЙ И АНТРАЦИТОВ

Москва
1975

УДК 622.771.6

Изложены рекомендации по применению противоточного центробежно-гравитационного метода обогащения углей и антрацитов в горизонтальных шнековых сепараторах СШ15, разработанные на основе обобщения промышленного опыта эксплуатации сепараторов и ряда теоретических исследований

Приведены технологические схемы подготовки и обогащения углей и антрацитов, примеры компоновки оборудования, результаты работы сепараторов в промышленных условиях.

Описаны устройство и принцип действия сепаратора СШ15, регулировка процесса разделения, правила эксплуатации сепаратора и его техническая характеристика.

Приведены методика расчета режимных параметров работы сепаратора при обогащении материалов различного состава, схемы автоматизации процесса обогащения, а также способы повышения надежности работы сепараторов.

Рекомендации предназначены для использования при проектировании и эксплуатации установок по обогащению углей и антрацитов в горизонтальных шнековых сепараторах.

В разработке рекомендаций принимали участие:

Лаборатория углеподготовки и транспорта, лаборатория обезвоживания, лаборатория механизации и автоматизации, технологический отдел, отдел нового оборудования, энергетический отдел, сметно-экономический отдел.

ИСПОЛНИТЕЛИ: ЛОМАНОВА И.А. – ответственный исполнитель, ст.науч.сотр., к.т.н.,
БАЛЬЕВ О.И. – мл.науч.сотр.,
КОРОЛЕВА В.И. – ст.инженер.

1. ВВЕДЕНИЕ

Рекомендации по применению горизонтальных шнековых сепараторов СШ15 разработаны с целью передачи инженерам и техникам проектных институтов и обогатительных фабрик информации, необходимой при составлении технологических схем обогащения углей противоточным центробежно-гравитационным методом в сепараторах СШ15 для обоснования ожидаемых технико-экономических показателей обогащения, при выборе и компоновке оборудования.

В основу разработки рекомендации положен опыт девятилетней эксплуатации сепараторов СШ15 в углеобогатительной промышленности. В настоящее время сепараторы работают на фабриках Ростовского, Гуковского, Карагандинского и Восточносибирского производственных объединений по добыче угля, обогащающих антрациты и энергетические угли крупностью от 6 до 100 мм.

Горизонтальные шнековые сепараторы СШ15 рекомендуется использовать для замены желобных моек, как устройства, позволяющие значительно снизить потери горючей массы в отходах. Противоточное центробежно-гравитационное обогащение в сепараторах СШ15 может быть применено для переработки энергетических углей легкой, средней и трудной обогатимости, разубоженных углей при открытых горных работах, перечистки отвалов фабрик и шахт. Малое время пребывания обогащаемого материала в рабочей зоне и легкость регулировки плотности разделения позволяют с успехом использовать сепараторы СШ15 для обогащения размокаемых углей.

При решении вопроса об установке шнековых сепараторов на том или ином объекте необходимо обосновать целесообразность их применения. В качестве базовых вариантов следует рассматривать обогащение в отсадочных машинах и тяжелых средах.

Поскольку противоточный центробежно-гравитационный метод обогащения материалов в шнековых сепараторах сравнительно новый, разработка рекомендаций для этого процесса имеет особое значение.

Выполненная работа дает рекомендации по основным вопросам технологии обогащения углей в шнековых сепараторах.

П. СХЕМЫ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ПРОТИВОТОЧНОГО ЦЕНТРОБЕЖНО-ГРАВИТАЦИОННОГО ОБОГАЩЕНИЯ УГЛЕЙ И АНТРАЦИТОВ В ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ ШНЕКОВЫХ СЕПАРАТОРОВ СШ15

В сепараторах СШ15, выпускаемых отечественной промышленностью, обогащение углей в водной среде осуществляется разделением на два продукта - всплывший и потонувший

Допускаемая минимальная крупность исходного питания сепараторов - 6 мм, максимальная - 100 мм. На фабриках, перерабатывающих антрациты, рекомендуется производить раздельное обогащение двух машинных классов: 6-25 и 25-100 мм. При обогащении энергетических углей оптимальная крупность исходного питания сепараторов 13-100 (80) мм.

Ниже приведены основные технологические схемы, рекомендуемые для применения на промышленных объектах.

I. Схема подготовки угля. Классификация и дробление

Схема подготовки угля перед обогащением включает операции, в результате которых выделяется машинный класс, поступающий на обогатительные аппараты. Подготовка угля состоит из операций удаления посторонних предметов, предварительной классификации, дробления и подготовительного грохочения. Для этой цели предусматривается установка грохотов предварительной и подготовительной классификации, дробилок, аккумулирующих емкостей, снабженных питателями, а также транспортных и магнитных железоотделительных устройств.

Цель предварительной классификации - отделить от рядового угля наиболее крупные куски размером +100(80) мм для последующего дробления. Рекомендуется применять вибрационные грохоты типа ГИТ-51, ГИТ-71 и цилиндрические типа ГЦЛ-1,

Удаление посторонних примесей из крупного угля необходимо производить на породовыборных лентах.

Степень дробления определяется крупностью рядового угля и машинного класса, а также принятой на предприятии технологией обогащения

Как правило, уголь, предназначенный для обогащения в сепараторе СШ15 , дробится до крупности 100 мм. В случаях, когда это диктуется принятой на фабрике технологией, крупность дробления снижается, например, до 80 мм.

Рекомендуется использовать дробилки, работающие по принципу скалывания и дающие наименьшее переизмельчение угля, преимущественно зубчатые валковые дробилки типа ДДЗ-6, ДДЗ-10. В тех случаях, когда прочность породы по шкале Протодьяконова составляет более 8, необходимо применять щековые дробилки типа СМ-16-Д.

Подготовительное грохочение угля производится с целью получения машинных классов, предназначенных для последующих операций обогащения. Уменьшение шкалы классификации машинного класса повышает эффективность работы сепараторов. При обогащении энергетических углей в сепараторы подается, как правило, машинный класс 13-100(80) мм. Причем, содержание в машинном классе кусков крупнее 100 мм не должно превышать 10%. На антрацитовых фабриках целесообразно производить раздельное обогащение машинных классов 6-25 и 25-100 мм.

Операцию подготовительного грохочения рекомендуется осуществлять на вибрационных грохотах типа ГИЛ (табл.1).

При необходимости получения двух машинных классов устанавливаются двухситные грохоты, при выделении одного машинного класса возможно применение как односитных, так и двухситных грохотов. Включение в схему операции контрольного грохочения позволяет значительно увеличить точность классификации.

Надежность и эффективность операций подготовки угля к обогащению имеют большое значение.

При недостаточной степени дробления и точности классификации ситовый состав машинного класса отклоняется от установленной нормы, что приводит к ухудшению технологических показателей работы сепараторов. Так, при повышенном содержании в исходном мелочи снижается производительность аппарата и ухудшается качество разделения. Попадание в сепаратор кусков, превышающих допустимую крупность (100 мм), интенсифицирует абразивный износ его узлов.

Таблица I

Перечень оборудования, рекомендуемого к применению в схемах подготовки угля перед обогащением в сепараторах СШ5

Нагрузка по рядовому углю, т/ч	Предварительное грохочение		Дробление		Подготовительное грохочение	
	Тип грохота	Количество грохотов	Тип дробилки	Количество дробилок	Тип грохота	Количество грохотов
I00	ГИТ-5I,ГЦЛ-I	I	ДДЗ-6	I	ГИЛ-52	I
200	ГИТ-5I,ГЦЛ-I	I	ДДЗ-6	I	ГИЛ-52	2
300	ГИТ-5I,ГЦЛ-I	I	ДДЗ-I0	I	ГИЛ-52	3
400	ГИТ-5I	I	ДДЗ-I0	I	ГИЛ-52	4
					ГИЛ-72	2
500	ГИТ-5I	I	ДДЗ-I0	I	ГИЛ-52	5
					ГИЛ-72	2

Для механизированного транспорта применяются ленточные и скребковые транспортеры. Вертикальный и близкий к вертикальному транспорт сухого и влажного материала осуществляется ковшевыми элеваторами.

Аккумулирующие бункеры устанавливаются в голове схемы и служат для компенсации колебаний в поставке угля на фабрику. Ритмичность работы узла подготовительного грохочения обеспечивается установкой перед грохотами распределительных бункеров с питателями. Если позволяет компоновка оборудования, перед сепараторами следует установить аккумулирующий бункер, что обеспечит постоянную нагрузку сепаратора.

Подготовка угля перед обогащением в шнековых сепараторах СШ5 осуществляется с помощью типовых аппаратов и устройств. Исходными данными при выборе грохотов являются: размер выделяемых классов, требуемая производительность и эффективность грохочения, влажность и прочность материала, а также конструктивные особенности грохота (табл.I).

Выбор типа дробилки определяется производительностью, крупностью дробленого продукта, твердостью, вязкостью, влажностью и крупностью исходного (табл.I).

При расчете транспортного оборудования следует исходить из свойств материала, производительности, расстояния и угла транспортировки, а также требований к способам разгрузки.

Емкость бункеров определяется организацией работы и производительностью отделения подготовки угля, крупностью аккумулируемого материала, а также общей компоновкой фабрики.

Расчет оборудования и устройства схемы подготовки угля необходимо производить по общепринятым нормам.

На рис. I представлена типовая схема углеподготовки, принятая на обогатительных фабриках МУП СССР. Схема рекомендуется и для подготовки угля перед обогащением в сепараторах СШ5. На рис. 2 приведена примерная схема компоновки оборудования отделения подготовки энергетического угля.

Подготовка угля перед обогащением может производиться по упрощенной схеме, представленной на рис.I при необходимости

схема усложняется: перед грохотом предварительной классификации устанавливается неподвижное сито для отделения крупняка, операция дробления осуществляется в замкнутом цикле, машинный класс подвергается контрольному грохочению.

При установке шнековых сепараторов взамен моечных желобов на действующих фабриках производится привязка сепараторов к существующей схеме цепи аппаратов.

2. Схемы обогащения углей и антрацитов в горизонтальных шнековых сепараторах СШ5

Схемы обогащения углей и антрацитов в сепараторах СШ5 включают следующие операции: подготовку угля перед обогащением, обогащение в СШ5 с получением двух конечных продуктов – концент-

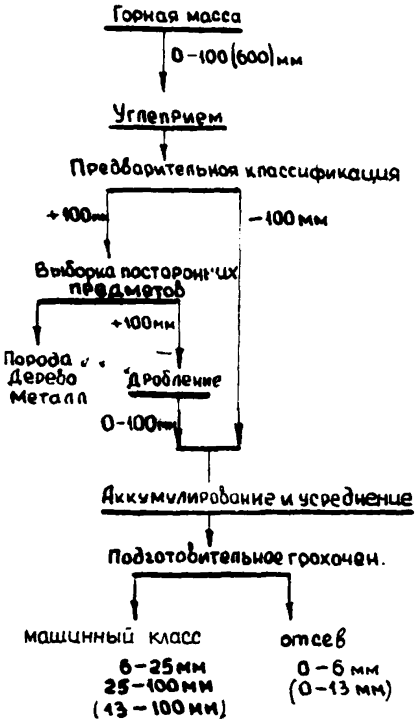


Рис.1. Типовая схема операций углеподготовки перед обогащением.

рата и отходов; обезвоживание полученных продуктов. В схему включается также система автоматического регулирования плотности разделения материала.

Схема обогащения энергетических углей

На рис. 3 представлен один из возможных вариантов схемы обогащения энергетических углей в сепараторах СШ5. На рис. 4 компоновочное решение схемы на ОФ шахты им.50 лет Октября Карагандинского производственного объединения по добыче угля.

Специфическое требование, предъявляемое к подобным схемам, заключается в соблюдении определенной, не менее 7м, разности уровней переливов в концентратной течке сепаратора и в баке оборотной воды. Несоблюдение этого условия, например при отсутствии перелива в баке оборотной воды, приводит к падению напора жидкости в рабочем канале сепаратора и, следовательно, к снижению плотности разделения материала и ухудшению качества продуктов.

Водно-шламовая схема установки должна быть замкнутой, включать наиболее современное оборудование и обеспечивать требуемую степень осветления оборотной воды. Допускаемое содержание твердого в оборотной воде составляет 150 кг/м^3. При увеличении зашламленности оборотной воды показатели обогащения снижаются.

Современная схема узла обезвоживания концентрата и осветления оборотной воды предусматривает установку обезвоживающих грохотов типа ГСЛ, пирамидальных отстойников и осадительно-фильтрующих центрифуг для обработки сгущенных шламов, получаемых в пирамидальных отстойниках.

Схемы обработки шламовых вод и обезвоживания продуктов обогащения должны рассчитываться по нормам и отвечать требованиям, предъявляемым к водно-шламовым и обезвоживающим схемам фабрик с мокрыми методами обогащения.

Схема обогащения антрацитов

На фабриках, перерабатывающих антрациты, отгрузка продукции производится по сортам. В связи с этим рекомендуется раздельно

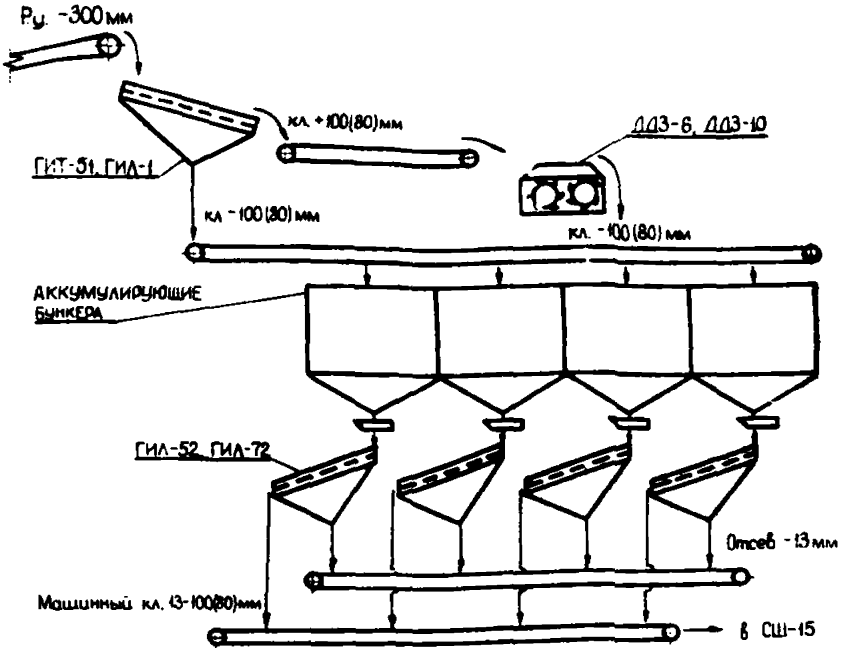


Рис.2. Примерная схема компоновки оборудования отделения углеподготовки.

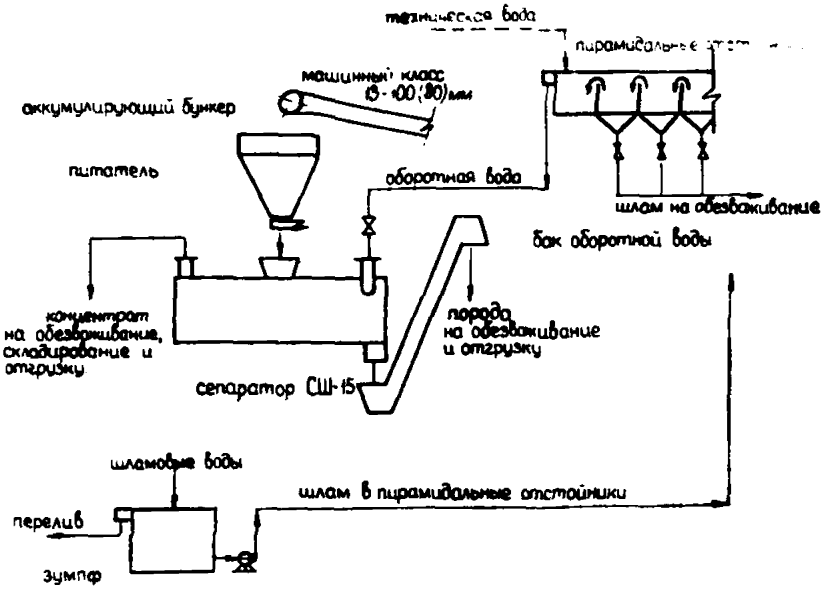


Рис.3. Технологическая схема обогащения энергетических углей в сепараторах СШ5.

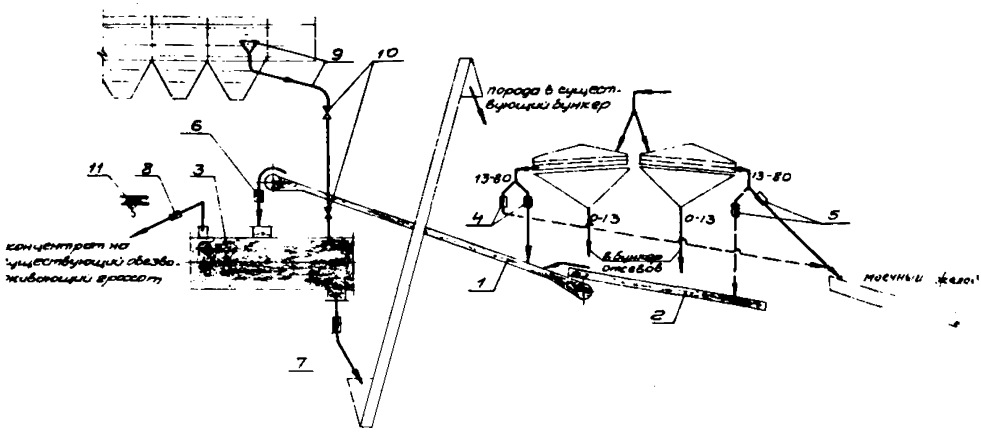


Рис.4. Компоновочное решение схемы установки сепаратора СШ 5 по ОФ шахты им.50 лет Октября.
(Вновь устанавливаемое оборудование затушевано)

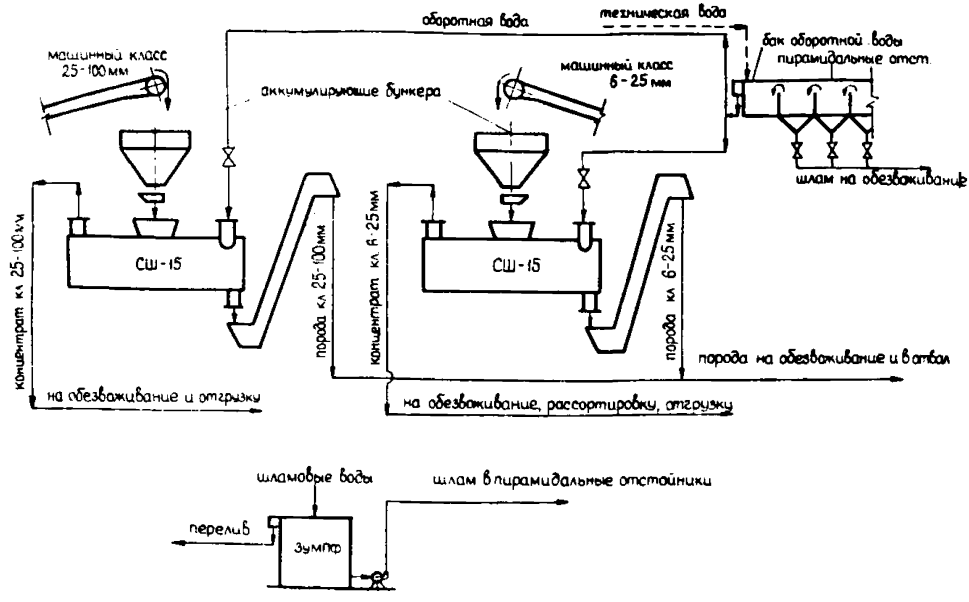


Рис.5. Технологическая схема обогащения антрацитов в сепараторах СШ 5.

обогащать антрациты различных классов крупности, что одновременно позволяет улучшить показатели работы сепараторов.

Схема обогащения антрацитов включает следующие операции: подготовку антрацита перед обогащением, раздельное обогащение антрацита крупностью 6–25 и 25–100 мм с получением двух конечных продуктов концентрата и породы; обезвоживание продуктов обогащения; рассев концентрата по сортам; автоматическое регулирование плотности разделения в СШ5.

На рис. 5 приведен упрощенный вариант технологической схемы, которая при необходимости может быть усложнена. На рис. 6 представлена модернизированная схема цепи аппаратов ОФ ш/у "Алмазное" Гуковского производственного объединения по добыче угля, предусматривающая полную замену моечных желобов шнековыми сепараторами СШ5. В настоящее время схема реализована в части обогащения антрацита машинного класса 6–25 мм.

Требования к компоновке цепи аппаратов установки, водно-шламовой схеме и обезвоживающим устройствам аналогичны требованиям к схеме обогащения энергетических углей.

Результаты промышленной эксплуатации шнековых сепараторов

В настоящее время на ряде обогатительных фабрик установлены горизонтальные шнековые сепараторы СШ5. Сепараторы с успехом применяются для обогащения энергетических углей и антрацитов.

Таблица 2

Результаты опробования сепаратора СШ5 на ОФ шахты им. 50 лет Октября

Плотность фракций, кг/м³	Машинный класс, %		Концентрат, %		Порода, %	
	выход	зольность	выход	зольность	выход	зольность
-1400	46,0	13,7	86,2	13,3	0,9	14,5
1400–1800	16,0	37,5	12,3	37,0	4,1	46,7
+1800	38,0	76,8	1,5	73,4	95,0	84,8
Итого	100,0	41,5	100,0	17,1	100,0	82,6

Ниже представлены результаты опробования сепаратора СШ5 на ОФ шахты им.50 лет Октября Карагандинского производственного объединения по добыче угля, где обогащаются энергетические угли марки К крупностью I3–80мм. Производительность сепаратора – I00 т/час, число оборотов шнека – I8 об/мин.

В табл. 3 приведены результаты обогащения антрацита крупностью 6–25 мм в сепараторе СШ5 на ОФ шахты им. газеты "Комсомольская правда" Ростовского производственного объединения по добыче угля. Производительность сепаратора I00 т/ч . число оборотов шнека – II об/мин.

Таблица 3

Результаты опробования сепаратора СШ5 на ОФ шахты им. газеты "Комсомольская правда"

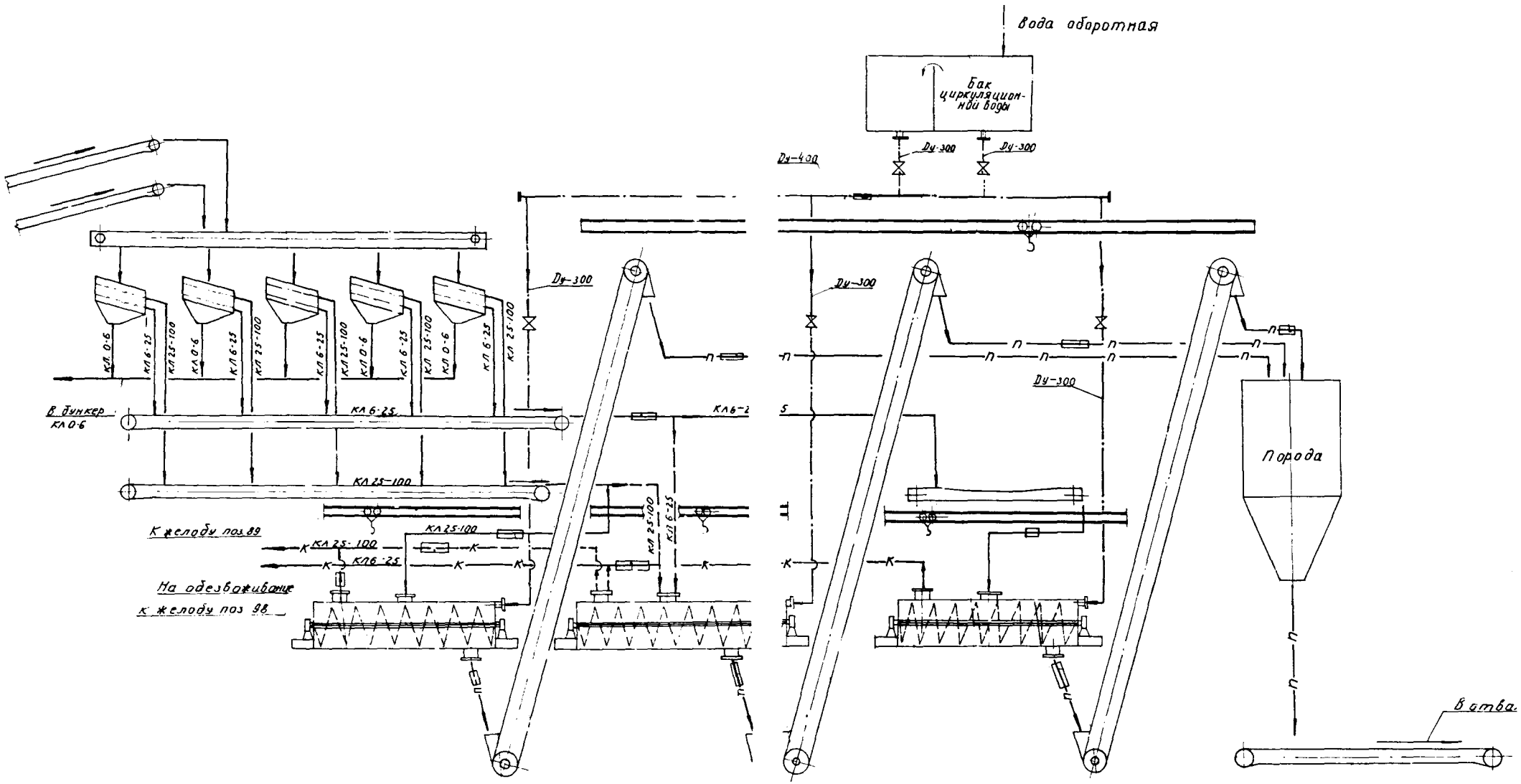
Плотность фракций, кг/м³	Машинный класс, %		Концентрат, %		Порода, %	
	выход	зольность	выход	зольность	выход	зольность
-I800	73,2	6,7	88,9	5,8	0,2	I4,2
I800–2000	5,6	286	4,2	25,8	I,6	30,3
+ 2000	2I,2	79,9	6,9	73,6	98,2	82,7
Итого	I00,0	23,4	I00,0	II,3	I00,0	8I,7

Применение сепараторов СШ5 позволяет осуществить разделение материала с высокой степенью точности.

Как показала практика эксплуатации, потери концентрата в породе составляют менее 2%.

Общая сумма капитальных затрат на сооружение установки одного шнекового сепаратора СШ5 взамен моечного желоба на действующих фабриках составляет в среднем 30 тыс.руб, в т.ч. стоимость сепаратора -I0,5 тыс.руб.

Годовой экономический эффект от установки одного сепаратора СШ5 взамен моечного желоба на ОФ, обогащающей антрациты, достигает 250 тыс.руб, при обогащении энергетических углей – I20тыс.руб.


Вода оборотная
Бак циркуляционной воды
Ду-300
Ду-400
Ду-300
Ду-300
Ду-300
КЛ 0·6
КЛ 6·25
КЛ 25·100
КЛ 0·6
КЛ 6·25
КЛ 25·100
КЛ 0·6
КЛ 6·25
КЛ 25·100
КЛ 0·6
КЛ 6·25
КЛ 25·100
В бункер КЛ 0·6
КЛ 6·25
КЛ 25·100
К желобу поз 89
КЛ 25·100
КЛ 25·100
КЛ 6·25
КЛ 25·100
КЛ 6·25
На обезвоживание к желобу поз 98
Порода
В отва

Ш. СЕПАРАТОР СШ15. ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ, ТЕХНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА, ПАРАМЕТРЫ РЕГУЛИРОВАНИЯ, ПРАВИЛА ЭКСПЛУАТАЦИИ

I. Устройство и принцип действия сепаратора СШ5.

Горизонтальный шнековый сепаратор СШ5 относится к классу противоточных обогатительных аппаратов с водной средой. Как в любом противоточном аппарате, в нем реализована система противодействующих силовых полей, направленных под углом друг к другу и создающих различно направленные транспортные потоки выделенных продуктов. В горизонтальном шнековом сепараторе для осуществления процесса разделения материала по плотности используется суммарный эффект гидродинамического воздействия на твердые частицы винтового водного потока и механического воздействия шнека. Транспорт легких фракций осуществляется водным потоком, тяжелых – шнеком.

Шнековый сепаратор СШ5 (рис.7) представляет собою горизонтально расположенный разъемный цилиндрический корпус I , внутри которого вращается шнек 2 , приводимый в движение посредством электродвигателей 3 , редуктора 4 и клиноременной передачи 5. Корпус сепаратора и привод закреплены на общей раме 6 .

В средней части корпуса установлена питающая воронка 7 , в породной – тангенциальный патрубок для подвода воды 8 и породная течка 9 , в противоположной части – тангенциально расположенная течка для выгрузки концентрата I0 .

В верхней крышке сепаратора предусмотрены люки II., предназначенные для профилактического осмотра и ремонта.

Шнек выполнен в виде однозаходного винта.

Вал шнека установлен в двух опорных подшипниках I2 и полумуфтой I3 соединен с приводом. Кромка лопасти шнека футерована съемными сегментами, а корпус сепаратора – обечайками, изготовленными из износостойкой стали.

Сепаратор работает следующим образом:

Через тангенциальный патрубок 8 в сепаратор подается вода, которая движется по винтовому каналу, образованному внутренней стенкой корпуса и шнеком, вращающимся в направлении движения

водного потока. Вращение шнека существенно перераспределяет профили скоростей водного потока. Скорость движения водного потока и вращения шнека подбираются с таким расчетом, чтобы обеспечить наибольшую эффективность разделения исходного при минимальном расходе воды.

Исходный материал подается через загрузочную воронку в середину рабочей зоны сепаратора. Здесь, на участке канала длиною I-I,5 витка, происходит основное обогащение и формирование двух транспортных потоков, движущихся в противоположных направлениях - к концентратной и породной разгрузочным течкам.

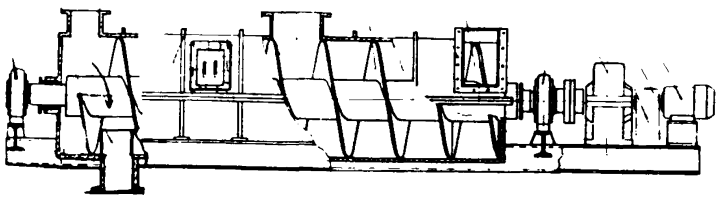


Рис.7. Общий вид сепаратора СШ5.

Значительная часть материала перемещается по сложным винтовым траекториям, причем период обращения частиц вокруг вала определяется их крупностью и плотностью. Зерна, вращающиеся с периодом, близким к периоду вращения водного потока, перемещаются к концентратной разгрузочной течке. Зерна, период обращения которых вокруг вала существенно меньше периода вращения водного потока и шнека, а также материал, выпавший из взвесенесущего потока на дно и придонные участки стенок сепаратора, с различной скоростью транспортируются шнеком к породной разгрузочной течке.

Зоны рабочего канала, расположенные по обе стороны от загрузочной течки, осуществляют функцию перечистных зон. Эффективность перечисток определяется интенсивностью обменного взаимодействия частиц материала в каждом витке рабочего канала. При оптимальном выборе рабочих параметров сепарации происходит максимально возможное изменение концентраций разделяемых продуктов при их движении в перечистных зонах и обеспечивается непрерывное эффективное обновление поверхности раздела материала в поле центробежных сил.

2. Техническая характеристика

Производительность, т/ч	до I20
Крупность обогащаемого угля, мм ...	6-I00
Диаметр шнека, мм	I450-I500
Шаг витков шнека, мм	500,600,750
Скорость вращения шнека,об/мин	9,85; I5,5; I9,8; 24,6;3I,3; 35
Мощность электродвигателя привода, квт	I3 (22)
Габариты,мм:	
длина	8300
ширина	2000
высота	2200
Вес, кг	I5 000

Сепараторы СМI5 серийно изготавливаются филиалом № 2 объединения Каргорман.

3. Регулировка процесса разделения материала

Плотность разделения материала $\rho_р$ в шнековом сепараторе определяется рядом факторов, основными являются расход воды $Q_в$, число оборотов шнека n и производительность по исходному $Q_{тв}$. Между $\rho_р$ и $Q_в$ воды существует линейная прямопропорциональная зависимость. Расход воды составляет 4–6 м^3 на тонну обогащаемого сырья.

Заданная величина $\rho_р$ может быть достигнута при различных значениях $Q_в$ и n. Существует следующая зависимость: при $Q_в = const$ возрастание n до определенного предела $n_{кр}$ приводит к повышению $\rho_р$.

Дальнейшее увеличение n приводит к падению $\rho_р$.

В оптимальном рабочем режиме значение n близко к $n_{кр}$.

Оптимальное число оборотов шнека для конкретных производственных условий устанавливается в процессе проведения пуско-наладочных работ при включении сепаратора в постоянную эксплуатацию и в дальнейшем остается неизменным. Оперативными параметрами регулирования являются расход воды и производительность. В случае, когда изменение $Q_в$ не дает требуемых результатов, например при повышенном содержании угольной мелочи в машинном классе, следует уменьшать производительность сепаратора. Регулировку процесса рекомендуется осуществлять в соответствии с режимными картами, разработанными в период отладки режима работы сепаратора на фабрике.

Режимные карты должны указывать допускаемые нормы засорения продуктов обогащения с учетом требований, предъявляемых к их качеству.

4. Правила эксплуатации сепараторов на действующих фабриках

Эксплуатация сепараторов СШ5 на обогатительных фабриках должна осуществляться в соответствии со специально разработанной инструкцией. Ниже представлен образец инструкции, включающей порядок пуска установки и регулировки рабочего режима, режимную карту и специальные требования.

Порядок пуска установки:

- произвести наружный осмотр сепаратора;
- убедиться в наличии перелива оборотной воды в баке;
- проверить включение электромагнитного железоотделителя;
- запустить породный элеватор;
- открыть задвижку на ... ниток;
- включить привод шнека;
- включить конвейер, подающий исходное в сепаратор;
- убедиться в наличии перелива в концентратной течке сепаратора;
- включить питатель.

Регулировка процесса обогащения:
через 10 минут после включения питателя отобрать пробы концентрата и породы для выполнения экспресс-анализа.

При работе сепаратора опробование производить через каждые 20 мин.

Допустимые засорения продуктов обогащения:

- потери концентратной фракции в породе до ... %;
- потери промпродуктовой фракции в породе до ... %;
- засорение концентрата породной фракцией до ... %;
- засорение концентрата промпродуктовой фракцией до ... %.

При увеличении потерь легких фракций в породе сверх допустимых пределов расход воды увеличить до получения требуемых показателей.

Производительность сепаратора - до 120 т/ч .

При содержании в машинном классе свыше 20% отсева производительность сепаратора снизить до 80-100 т/ч .

Недопустима работа сепаратора при:

производительности свыше 120 т/ч ;

отсутствии перелива в баке оборотной воды;

при содержании в машинном классе свыше 10% угля крупнее 100 мм;

выключенном электромагнитном железоотделителе.

Примечание. Инструкция составлена в расчете на ручное оперативное управление процессом. При автоматическом управлении сепаратора экспресс-анализы производить 1-2 раза в час.

1У. РАСЧЕТЫ РЕЖИМНЫХ ПАРАМЕТРОВ РАБОТЫ СЕПАРАТОРА СШ15

I. Методика расчета

Методика расчета режимных параметров СШ5 разработана, исходя из требования постоянства плотности разделения материала по всей длине сепаратора, с учетом противоточного характера процесса обогащения. Плотность разделения рассматривается как функция нагрузки аппарата, расхода воды, фракционного и гранулометрического состава исходного.

Принятые обозначения:

$Q_{тв}$ - производительность сепаратора по твердому, т/ч ;

$Q_{ц}$ - объемная производительность сепаратора, м^3/ч ;

$Q_{в}$ - объемный расход воды, м^3/ч ;

S - объемное содержание твердого в рабочем потоке;

$S_{л}'$ - объемное содержание концентрата в исходном;

$\varepsilon_{л}$ - весовая концентрация пенной фракции в исходном,%

$\varepsilon_{т}$ - весовая концентрация тяжелой фракции в исходном, %;

$\delta_{р.}$ - плотность разделения, кг/м^3;

$\delta_{л.}$ - плотность концентратных фракций, кг/м^3;

$\delta_{т.}$ - плотность породных фракций, кг/м^3;

$\delta_{ц}$ - средняя плотность исходного, кг/м^3;

$\delta_{ср.}$ - плотность разделительной среды, кг/м^3;

d_{Λ}^{max} – максимальный размер концентратных частиц, м;

$U_{p.}$ – скорость взвесенесущего потока, м/сек;

ω – угловая скорость вращения шнека, I/сек;

n – скорость вращения шнека, об/мин;

t – шаг шнека, м;

r_{c} – радиус корпуса сепаратора, м;

$r_{в}$ – радиус вала шнека, м;

ψ – безразмерный коэффициент сопротивления частиц, зависящий от крупности материала.

Методика расчета режимных параметров СШ15 применительно к конкретному объекту внедрения сводится к определению оптимальных величин оперативных параметров регулирования процесса: производительности, расхода воды и числа оборотов шнека.

Исходными данными для расчета являются:

- крупность исходного,
- фракционный состав исходного;
- требуемая плотность разделения;
- отношение Т:Ж во взвесенесущем потоке;
- радиус корпуса сепаратора и вала шнека, шаг шнека.

Требуемая плотность разделения может быть получена при различном соотношении скоростей движения потока в канале сепаратора и вращения шнека. Оптимальное соотношение рассчитывается из условия равномерного отвода легкой и тяжелой фракций из средней зоны сепаратора к точкам разгрузки. Это требование соблюдается при условии, что средние осевые скорости транспортировки легких ϑ_{Λ} и тяжелых $\vartheta_{т}$ фракций относятся, как объемное содержание этих фракций в исходном:

$$\frac{\vartheta_{\Lambda}}{\vartheta_{т}} = \frac{S_{\Lambda}}{1-S_{\Lambda}} . \qquad (I)$$

Учитывая уравнение (I), условие неразрывности потока, а также влияние изменения расхода воды и числа оборотов шнека на величину тангенциальной скорости потока, рекомендуется следующая схема оптимальных значений параметров регулирования процесса.

Исходя из фракционного состава исходного и требуемой плотности разделения, определяются весовые концентрации (выхода) легкой $\varepsilon_л$ и тяжелой $\varepsilon_т$ фракций. Полученные весовые соотношения переводятся в объемные:

$$S_л = \frac{1}{1 + \frac{\delta_л \varepsilon_т}{\delta_т \varepsilon_л}}, \qquad (2)$$

Объемное содержание твердой фазы (5) в водном потоке при заданном соотношении Т:Ж рассчитывается по формуле:

$$S = \frac{1}{1 + \frac{Ж}{Т} \cdot \frac{\delta_ц}{\delta_{ср.}}} \qquad (3)$$

Для взвешивания и транспортировки кусков концентрата максимальной крупности $d_л^{max}$ потоку разделяющей среды необходимо сообщить следующую минимальную скорость:

$$U_р^{min} = \sqrt{\frac{\pi}{6\psi}(\delta_л - 1) g d_л^{max}} \qquad (4)$$

В соответствии с данными А.Е. Смолдырева величина ψ принимается в пределах 0,3–0,7 ("Рекомендуемые методы расчета гидравлического транспорта", ИГД, 1964г.).

Окончательно, с учетом коэффициента запаса скорости, равного 1,2, принимаем

$$U_р = 1{,}2\, U_р^{min} \qquad (5)$$

Объемный расход воды в сепараторе рассчитывается по формуле

$$Q_в = t(r_2^2 - r_1^2) \cdot U_р \frac{(1-S)\cdot S_л}{1 - S + SS_л} \cdot 3600, \ м^3/ч \qquad (6)$$

Объемная производительность сепаратора находится из следующей зависимости

$$Q_ц = t(r_2^2 - r_1^2) \cdot U_р \frac{S \cdot S_л}{1 - S + S \cdot S_л} \cdot 3600, \ м^3/ч \qquad (7)$$

Весовая производительность сепаратора

$$Q_{тв.} = t(r_2^2 - r_1^2) \cdot U_р \cdot \frac{S \cdot S_л}{1 - S + S \cdot S_л} \cdot 3600 \cdot \rho_ц, \ т/ч \qquad (8)$$

Число оборотов шнека определяется из условия равенства линейных скоростей вращения шнека $v_ш$ и водного потока $u_р$:

$$v = \frac{\pi(r_2 + r_1)n}{60} = u_р \qquad (9)$$

С учетом характера движения материала, распределения скоростей потока в канале сепаратора, а также вводя эмпирический коэффициент, равный I,3, формула (9) приводится к виду

$$v_ш = \frac{\pi r_2 n}{30} = 1{,}3\, u_р \qquad (10)$$

откуда окончательно:

$$n = 40\,\frac{u_р}{\pi r_2}, \quad 1/\text{мин} \qquad (11)$$

2. Пример расчета оптимальных режимных параметров сепаратора СШ5

Пример расчета оптимальных режимных параметров сепаратора СШ5, установленного на ЦОФ "Храмцовская" Восточносибирского производственного объединения по добыче угля.

Исходные данные:

I. Крупность машинного класса – I3–80 мм;

2. Фракционный состав машинного класса (см.табл.4)

3. Требуемая плотность разделения – I800 кг/м^3

4. Отношение Т:Ж = I:5

5. Радиус корпуса сепаратора – 0,75 м.

6. Радиус вала шнека – 0,25 м

7. Шаг шнека – 0,75 м.

Таблица 4

Фракционный состав машинного класса I3–80 мм

Плотность фракций, кг/м³	Выход, %	Зольность, %
–I500	55,0	I5,7
I500–I800	I9,3	38,8
+I800	25,7	63,6
Итого:	I00,0	32,46

Объемное содержание концентрата в машинном классе

$$\delta_л = \frac{I}{I + \frac{I500}{I800} \cdot \frac{35,4}{64,6}} = 0,69$$

При расчете $\delta_л$ сделано допущение, что сростки плотностью I500–I800 кг/м³ перераспределились поровну между концентратом и породой.

Объемное содержание твердого в пульпе при Т:Ж=I:5 будет составлять

$$\delta = \frac{I}{I + \frac{5}{I} \cdot \frac{I600}{I000}} = 0,II$$

$$\left(\gamma_ц = \frac{I500 \cdot 55 + I650 \cdot I9,3 + I800 \cdot 25,7}{I00} = I600 \text{ кг/м}^3 \right)$$

Скорость потока

$$U_р = I,2 \sqrt{\frac{3,I4}{6 \cdot 0,5} (I,5 - I) 9,8 I \cdot 0,08} = 0,77 \text{ м/сек.}$$

Объемный расход воды в сепараторе

$$Q = 0,75 \cdot 0,5 \cdot 0,77 \cdot \frac{(I - 0,II) \cdot 0,69}{I - 0,II + 0,II \cdot 0,69} \cdot 3600 = 660 \text{м}^3/\text{ч}$$

Объемная производительность сепаратора

$$Q_u = 0,75.0,5.0,77.\frac{0,II.0,69}{I-0,II+0,II.0,69}.3600 = 80\ м^3/ч\ .$$

Весовая производительность сепаратора

$$Q_{mб} = 80.I,6 \sim I30\ т/ч\ .$$

Скорость вращения шнека, об/мин;

$$n = \frac{40.0,77}{.\ 0,75} = I3\ об/мин.$$

У. АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ОБОГАЩЕНИЯ УГЛЕЙ В ШНЕКОВЫХ СЕПАРАТОРАХ

Качество обогащения материала в шнековом сепараторе определяется точностью регулировки эффективной плотности разделения материала. Система автоматического регулирования (САР) обеспечивает постоянство эффективной плотности разделения угля путем изменения расхода воды в соответствии с колебаниями нагрузки и качества исходного.

На рис. 8 представлена принципиальная схема САР, включающая:

I. Расходомер с камерной диафрагмой 600 $м^3/г$.

2. Дифманометр мембранный бесшкальный.

3. Автоматический самопишущий дифференциально-трансформаторный прибор с квадратичным кулачком и реостатным устройством на выходе, пределы измерения 0–800 $м^3/ч$.

4. Электронный регулятор РПИБ-Ш.

5. Задатчик ручного управления ЗР-I.

6. Исполнительный механизм МЭО 25/40-68.

На рис. 9 представлена принципиальная электрическая схема САР.

Вторичная аппаратура, пускатели и задатчик устанавливаются на щите управления.

Заданной плотности разделения угля соответствует определенный напор потока в рабочем канале сепаратора. При изменении плотности разделения на диафрагме создается разность давлений и сигнал поступает на первичный прибор ДМ.

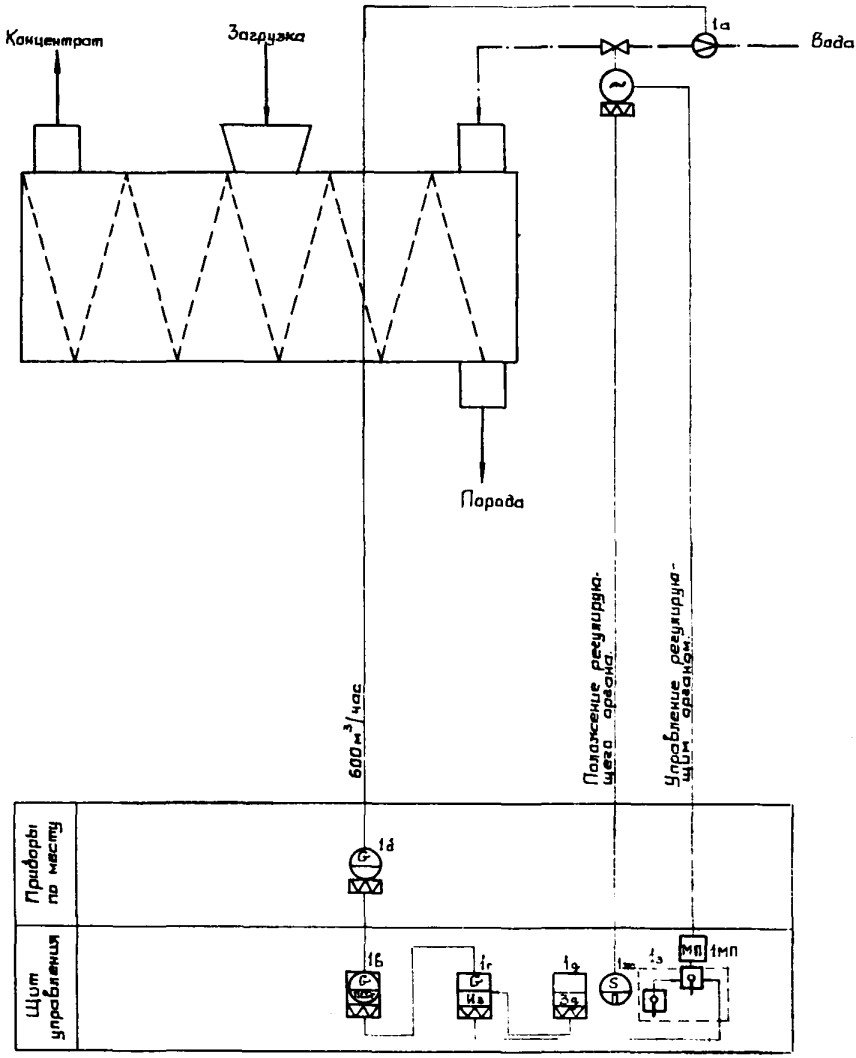


Рис.8. Принципиальная схема системы автоматического регулирования работы шнекового сепаратора.

Рис.9. Принципиальная электрическая схема системы автоматического регулирования работы шнекового сепаратора.

Величина сигнала с помощью дифференциально-трансформаторной катушки преобразуется в ЭДС (рис. 10).

Катушка имеет две обмотки, охватывающие плунжер: первичную (И'х и ИКо), к которой подводится напряжение промышленной частоты, и вторичную, состоящую из двух половин - верхней и нижней.

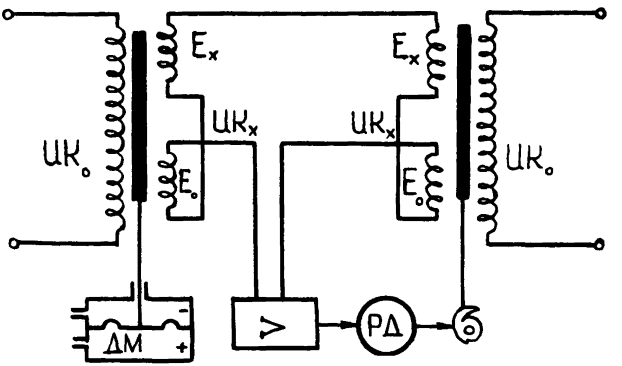


Рис.10. Электрическая схема работы ДМ со вторичным прибором (ЭПИД).

При подаче напряжения на первичную обмотку в обеих половинах вторичной обмотки наводится ЭДС, направленная, благодаря соответствующему включению полуобмоток, навстречу друг другу. Если плунжер катушки находится посредине, строго симметрично по отношению к полуобмоткам, то наводимые в них ЭДС оказываются одинаковыми по величине и их алгебраическая сумма $Ex \approx 0$. Смещение ферромагнитного плунжера вызывает повышение ЭДС в той полуобмотке, к которой переместился плунжер, и понижение ЭДС в другой полуобмотке. Разность ЭДС Ex увеличивается и приобретает фазу наибольшей ЭДС полуобмоток. Такая же индукционно-трансформаторная катушка находится во вторичном приборе.

Первичные обмотки катушек ИКх и ИКо питаются от общего источника тока, а вторичные обмотки включены последовательно, так что результирующие ЭДС Ех и Ео противоположны по фазе. Разность ЭДС вводится в усилительно-преобразующее устройство УПУ, расположенное в щите и выдающее команды на вращение двигателя РД-09.

В установившемся режиме Ех=Ео и двигатель РД-09 неподвижен. Изменение технологического параметра х вызывает смещение плунжера катушки ИКх, в результате чего плунжер занимает новое положение. На входе УПУ появляется разность ЭДС Ех и Ео. Двигатель РД-09 приводится во вращение, поворачивая лекало Л, одновременно перемещая стрелку указателя расхода технической воды (выраженного в $м^3/ч$ на шкале вторичного прибора).

Направление вращения двигателя зависит от фазы вторичного напряжения УПУ, но всегда таково, что напряжение снижается и восстанавливается равновесие Ех=Ео.

В установившемся режиме каждому значению технологического параметра соответствует вполне определенное положение плунжера индукционно-трансформаторной катушки датчика, определенные значения ЭДС Ех и Ео, а поэтому вполне определенно положение кулачков на реостатном устройстве.

Реостат вторичного прибора 16 (рис.9) электрически соединен с электронно регулирующим прибором РПИБ-Ш клеммами 31,32,33.

Измерительное устройство РПИБ-Ш предназначено для сумирования и компенсации сигналов, поступающих от первичных приборов, снабженных дифференциально-трансформаторными, индуктивными и реостатными датчиками. Его схема выполнена таким образом, что при заданном значении регулируемой величины напряжение на выходе измерительного устройства равно нулю.

При отклонении технологического параметра от заданной величины (расход воды), устанавливаемой задатчиком Iд (рис.10), в диагонали моста измерительного блока возникает напряжение переменного тока, фаза которого зависит от направления отклонения, а величина пропорциональна отклонению. При этом сигнал с клемм 7,8-8,9 поступает на магнитный пускатель I МШМ (меньше) или I МШБ (больше), замыкает цепь управления, соответственно, I МПБ-I, I МПБ-2, I МПБ-3 или I МПМ-I, I МПМ-2, I МПМ-3. Двигатель срабатывает, вращая заслонку регулирования технической воды. При

этом вторичный прибор указывает истинное значение расхода воды и при помощи реостатного датчика выводит разбаланс моста к нулю.

Схема обеспечивает автоматическое, дистанционное и ручное управление регулирования расхода технической воды. Основная погрешность от нормируемого значения измеряемой величины составляет ± 0,5%.

У1. ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ РАБОТЫ ШНЕКОВЫХ СЕПАРАТОРОВ СШ15

Одним из средств повышения надежности работы шнековых сепараторов СШ15 в промышленности является применение износостойких материалов для защиты внутренней поверхности корпуса сепаратора и кромки лопасти шнека от абразивного и коррозионного износа. В настоящее время при заводском изготовлении аппаратов футеровка корпуса выполняется в виде съемных обечаек, а кромка шнека футеруется съемными сегментами (сталь СТ3 или сталь 35Г).

Как показала практика эксплуатации сепараторов, наибольшему износу подвергается кромка лопасти шнека в районах загрузочной и породной течек. Одной из основных причин износа является попадание кусков угля и породы в зазор, образованный корпусом сепаратора и кромкой лопасти шнека, что приводит к деформации шнека и, вследствие этого, к резкому возрастанию расхода воды и снижению показателей разделения материала.

На обогатительных фабриках, перерабатывающих антрациты и энергетические угли, срок службы сегментов не превышает соответственно, 600 и 1000 часов.

Институтом ВНИИПТУглемаш совместно с ИОТТ разработаны и опробованы несколько вариантов футеровочных сегментов из износостойких чугунов для защиты кромки лопасти шнека (рис.11).

Предварительными исследованиями было установлено, что срок службы серийных сегментов, изготавливаемых из стали 35Г, составляет 500-800 часов. При этом сегменты изнашиваются на 20-25 мм, что приводит к ухудшению качества продуктов обогащения за счет значительного увеличения зазора между футеровкой корпуса и витками шнека.

Благодаря высокой стойкости сегментов из сплава ИЧ2I0Х30Г4 (ВУ-I0) износ кромки шнека за 2800 часов не превысил 2 мм, что позволило существенно улучшить результаты обогащения. При этом за 9 месяцев эксплуатации новой футеровки зольность концентрата марки АМ уменьшилась на 0,2%, а концентрата марки АС на 0,6%. Выход концентрата увеличился на 0,I%. Зольность породы увеличилась на 0,7% при одновременном увеличении выхода от 8,3 до 9,3%.

Учитывая, что темп износа серийных сегментов составляет I мм за 25 часов, а сегментов из сплава ВУ-I0 - I мм за I400 ч можно рассчитывать на удлинение межремонтного цикла сепаратора на срок до I года.

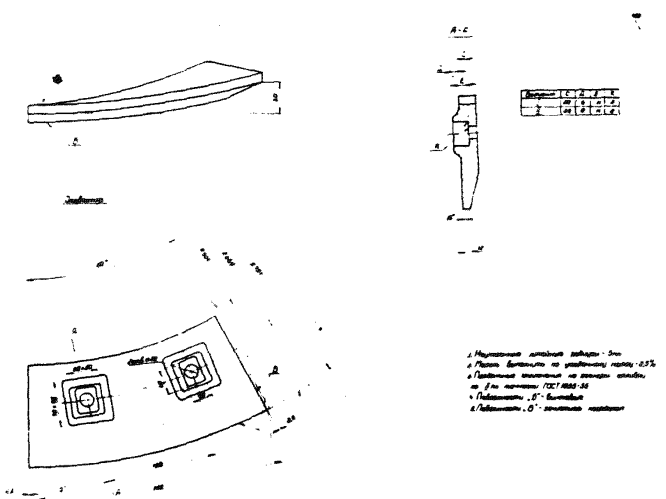


Рис.II. Элемент футеровки кромки лопасти шнека (чугун I3УI2хI0т).

СОДЕРЖАНИЕ

I. Введение 3

II. Схемы технологического процесса противоточного центробежно-гравитационного обогащения углей и антрацитов в горизонтальных шнековых сепараторах СШ15..... 4

I. Схема подготовки угля. Классификация и дробление 4

2. Схемы обогащения углей и антрацитов в горизонтальных шнековых сепараторах СШ15..... 8

Схема обогащения энергетических углей..... 9

Схема обогащения антрацитов..... 9

Результаты промышленной эксплуатации шнековых сепараторов I2

III. Сепаратор СШ15. Принцип действия, техническая характеристика, параметры регулирования, правила эксплуатации..... I6

I. Устройство и принцип действия сепаратора СШ15... I6

2. Техническая характеристика..... I8

3. Регулировка процесса разделения материала..... I9

4. Правила эксплуатации сепараторов на действующих фабриках..... I9

IУ. Расчет режимных параметров работы сепаратора СШ15..... 2I

I. Методика расчета. 2I

2. Пример расчета оптимальных режимных параметров сепаратора СШ15..... 24

У. Автоматизация процесса обогащения углей в шнековых сепараторах..... 26

УI. Повышение надежности работы шнековых сепараторов СШ15..... 3I

Институт обогащения твердых горючих ископаемых

Заказ 186 Л-29561 Объем 2,0 п.л. Тираж 200 экз. 17-IX-75г.

Москва

gost.e-ecolog.ru