

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

**Кафедра горных машин и комплексов**

Составители Г. Д. Буялич, Л. Е. Маметьев, А. М. Цехин, А. Ю. Борисов, Н. В. Ерофеева

**ИЗУЧЕНИЕ КОНСТРУКЦИЙ ОБОГАТИТЕЛЬНЫХ МАШИН  
ДЛЯ ОБОГАЩЕНИЯ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ**

**Методические материалы к лабораторным работам**

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

Кемерово 2022

**Рецензенты:**

**Ананьев К.А.** – доцент, зав. кафедрой горных машин и комплексов

**Селюков А.В.** – доцент, зав. кафедрой открытых горных работ

**Буялич Геннадий Даниилович, Маметьев Леонид Евгеньевич,  
Цехин Александр Михайлович, Борисов Андрей Юрьевич, Ерофеева  
Наталья Валерьевна**

**Изучение конструкций обогатительных машин для обогащения  
полезных ископаемых** : методические материалы к лабораторным рабо-  
там для обучающихся специальности 21.05.04 Горное дело всех форм обу-  
чения / сост. Г. Д. Буялич, Л. Е. Маметьев, А. М. Цехин, А. Ю. Борисов,  
Н. В. Ерофеева; Кузбасский государственный технический университет  
имени Т. Ф. Горбачева. – Кемерово, 2022. – Текст : электронный.

Приведено содержание лабораторной работы, материал, необходи-  
мый для успешного изучения дисциплины.

Назначение издания – помощь обучающимся в получении знаний по  
дисциплине «Горные машины и оборудование открытых горных работ» и  
организация лабораторной работы.

© Кузбасский государственный  
технический университет имени  
Т. Ф. Горбачева, 2022

© Буялич Г. Д., Маметьев Л. Е.,  
Цехин А. М., Борисов А. Ю.,  
Ерофеева Н. В.  
составление, 2022

## Введение

На обогатительных предприятиях применяют разные типы отсадочных, флотационных, обезвоживающих машин и сепараторов для тяжелосреднего обогащения.

Классификация отсадочных машин по способу колебания среды в них может быть представлена в основном машинами четырех типов: машин с подвижным решетом, машин с подвижными коническими днищами или диафрагмами, машин беспоршневых с пульсирующей подачей воздуха, машин пневматических с пульсирующей подачей воздуха. К тому же отсадочные машины отличаются по способу удаления продуктов обогащения, что осуществляется разгрузочными устройствами, через искусственную постель или решето.

Перспективно применения сепараторов для тяжелосреднего обогащения, как одного из основных способов обогащения полезных ископаемых, представляющих собой типовые машины, адаптированные к существующим условиям производства.

В настоящее время широкое промышленное применение получила пенная флотация, которая осуществляется на механических, пневмомеханических и пневматических флотационных машинах. В машинах механического типа, или с самоаэрацией, воздух засасывается из атмосферы вследствие механического воздействия на пульпу импеллера, который перемешивает пульпу и эжектирует воздух в нее через межлопаточные каналы аэратора. В пневмомеханических машинах воздух подводится от внешнего источника под низким давлением. В пневматических машинах аэрация и перемешивание пульпы осуществляется воздухом под давлением.

На обогатительных фабриках применяются: обезвоживание в элеваторах; центрифугирование – обезвоживание в центробежном поле, осуществляемое в фильтрующих и осадительных центрифугах; фильтрование через пористую перегородку под действием перепада давлений по обеим сторонам фильтровальной перегородки, создаваемого с помощью вакуума (вакуум-фильтры) или избыточного давления (фильтр-прессы); термическая сушка.

## Цель работы

Цель выполнения работы – приобретение студентами знаний по устройству и принципу действия, современных конструкций обогатительных машин для обогащения полезных ископаемых.

### 1. Конструкции и принцип действия отсадочных машин

#### 1.1. Отсадочные машины с подвижным решетом

Отсадочная машина с подвижным решетом и верхним приводом (рис. 1.1) состоит из ванны с четырьмя пирамидальными камерами 1, подвижного короба 2 с решетом 11, подвешенного на пружинах-амортизаторах 3, и приводного механизма.

Решето приводится в действие от привода с кривошипно-шатунным механизмом 4, сообщающего решетку 11, посредством шатунов 5 и тяги 7, дугообразное движение с горизонтальным перемещением продукта в сторону разгрузки. Вследствие этого достигается одновременно разрыхление постели и продвижение отсаживаемого материала вдоль решета.

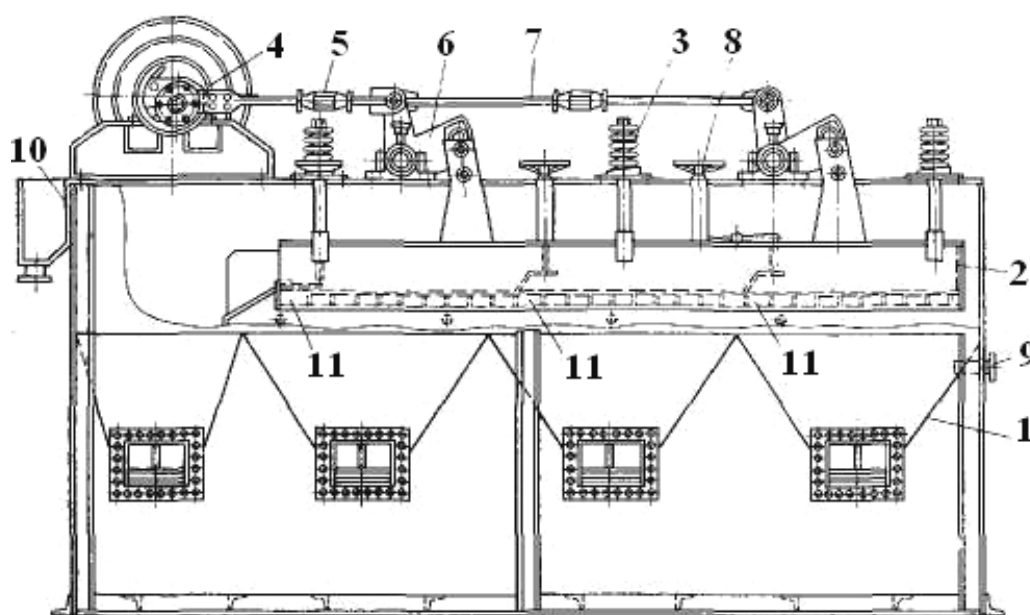


Рис. 1.1. Отсадочная машина с подвижным решетом

Движению материала в сторону разгрузки хвостов в хвостовом пороге 10 способствует также небольшой уклон (около  $5^\circ$ ) короба 2 и ступенчатое расположение секций решета. Регулирование хода решета производится перестановкой плит с кривошипами на приводных дисках. Водная среда в машине остается от-

носительно неподвижной и поддерживается на заданном уровне путем подачи по трубе 9 подрешетной воды.

По мере движения слоя материала вдоль машины осуществляется его расслоение по плотностям. Тяжелый продукт уходит вниз через щели решета в конце каждой секции и далее посредством элеватора выгружается из устройства. Щели в решете регулируются при помощи маховичков 8.

### 1.2. Диафрагмовые отсадочные машины

Отсадочная машина типа МОД состоит из двух камер расположенных в корпусе 1 (рис. 1.2) с нижними подвижными коническими днищами 5. Эти днища соединены с рабочими камерами с помощью резиновых манжет 3 и цилиндрической обечайки 4. Конические днища, соединенные между собой пружиной 7, получают качательное движение от электропривода через кривошипно-шатунный механизм 8 и раму-коромысло 6. В рабочих камерах установлены решетки и сита 2.

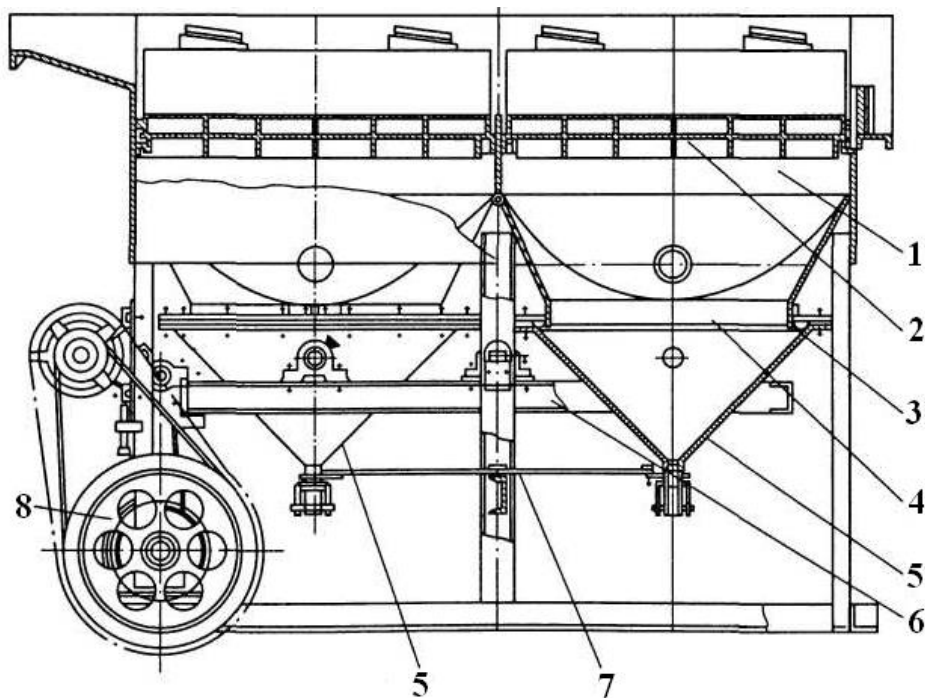


Рис. 1.2. Диафрагмовая отсадочная машина типа МОД

Подрешетная вода подается в камеры через коллектор. При включении электродвигателя крутящий момент электропривода передается на кривошипно-шатунный механизм 8 и от него приводится в движение рама-коромысло 6, которая качается относительно шарнира в средней ее части. При этом рама-коромысло 6

поочередно поднимает и опускает цилиндрические обечайки 4, за счет чего создаются пульсирующие восходяще-нисходящие потоки жидкости на решетках и ситах 2. За счет этих пульсаций процесс отсадки происходит на неподвижном решетке.

### 1.3. Беспоршневые отсадочные машины с боковым расположением воздушных камер

Отсадочная машина типа ОМ (рис. 1.3) состоит из воздухо-сборника 1, пульсаторов 2, загрузочной точки 3, поплавков 4, разгрузочной воронки 5, корпуса 6, разгрузочного устройства 7, решета для искусственной постели 8, привода пульсатора 9, шибберного устройства 10. На воздушных отделениях блоков в сборе расположены пульсаторы роторного типа (по одному на каждый блок) и привод, состоящий из коробки скоростей и электродвигателя. Над пульсатором расположен воздушный ресивер, а сбоку – водяной коллектор для подрешетной воды.

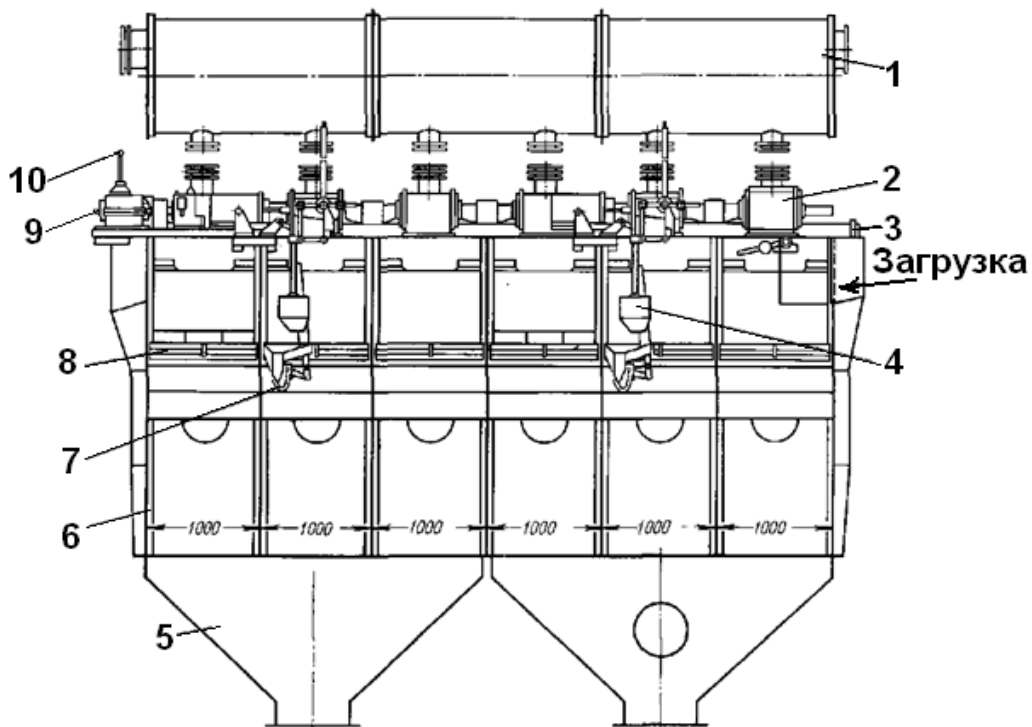


Рис. 1.3. Отсадочная машина типа ОМ

Автоматический регулятор выпуска тяжелых продуктов отсадочной машины ОМ (рис. 1.4) состоит из золотникового устройства 1, контргруза 2, пневматического цилиндра 3, заслонки 4, разгрузочного устройства 5, тяги 6, поплавка 7, вала с рычагами 8, муфты регулирования 9, тяги обратной связи 10 и канала по-

дачи сжатого воздуха 11 для питания пневмопривода регулятора. Автоматический регулятор выпуска тяжелых продуктов отсадочной машины ОМК работает циклически. В период накопления тяжелого продукта в заглубленном кармане заслонки 4 разгрузочного устройства 5 закрыта. По мере накопления тяжелого продукта в заглубленном кармане перед промежуточными порогам уровень его постели поднимается до величины  $h$ , поплавков 7 всплывает и воздействует на золотниковое устройство 1, которое переключается и производит подачу сжатого воздуха из канала 11, в поршневую полость пневматического цилиндра 3.

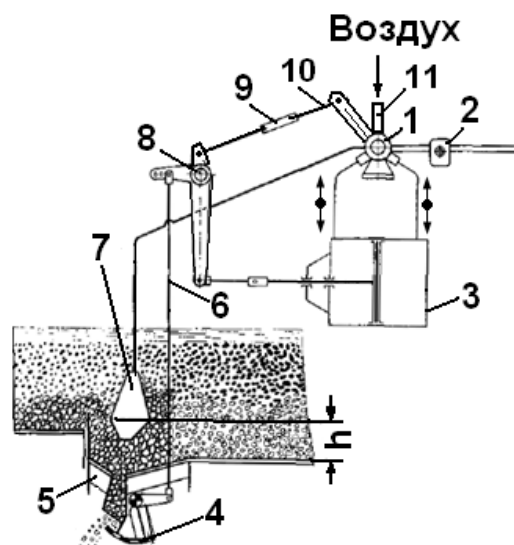


Рис. 1.4. Автоматический регулятор выпуска тяжелых продуктов отсадочной машины циклического действия

При этом поршень пневматического цилиндра 3 поворачивает вал с рычагами 8 и перемещает тягу 6 вверх, что приводит к открыванию заслонки 4. При этом муфта регулирования 9 и тяга обратной связи 10, воздействует на золотниковое устройство 1, которое прекращает подачу воздуха в пневматический цилиндр 3, обеспечивая циклический выпуск тяжелого продукта. После выпуска тяжелого продукта толщина его слоя уменьшается, поплавок 7 опускается и переключает золотниковое устройство 1, что приводит к подаче сжатого воздуха из канала 11, в штоковую полость пневматического цилиндра 3. При этом поршень пневматического цилиндра 3 поворачивает вал с рычагами 8, перемещая тягу 6 вниз, обеспечивая этим закрытие заслонки 4. После этого через муфту регулирования 9 и тягу

обратной связи 10, происходит воздействие на золотниковое устройства 1, которое прекращает подачу воздуха в пневматический цилиндр 3, обеспечивая этим закрытое положение заслонки 4 разгрузочного устройства 5.

Роторный пульсатор типа ОМ (рис. 1.5) состоит из корпуса 2, в котором помещен закрепленный на валу 1 ротор, состоящий из двух отдельных стаканов – впускного 3 и выпускного 4, каждый из которых можно самостоятельно сменять.

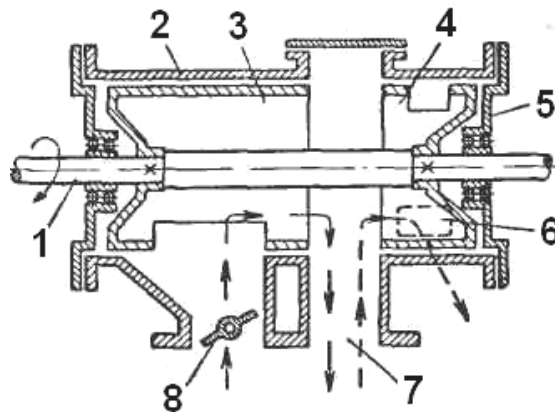


Рис. 1.5. Пульсатор отсадочных машин типа ОМ

Корпус 2 в торцевой части закрыт фланцами 5 и имеет выпускное окно 6. Корпус пульсатора 2 имеет совмещенный канал 7 для впуска воздуха в машину и его выпуска. Поступление сжатого воздуха от ресивера регулируется изменением положения дроссельной заслонки 8.

В процессе работы пульсатора сначала открывается впускное окно, и воздух подается под давлением из ресивера в воздушную камеру, при закрытом ее выхлопном окне. Затем перекрывается окно, обеспечивающее ввод сжатого воздуха в воздушные камеры, и открывается выхлопное окно воздушных камер, что ведет к выхлопу из нее воздуха в атмосферу. Периодически этот процесс повторяется в каждой воздушной камере.

В разгрузочном устройстве машин типа ОМ (рис. 1.6) перемещающийся по сити 1 тяжелый продукт попадает в горизонтальную щель и далее глубокий аккумулялирующий карман 3, выгрузка из которого производится автоматически посредством вращающегося роторного разгрузчика 6, приводимого в движение от электродвигателя 4 через редуктор 5.



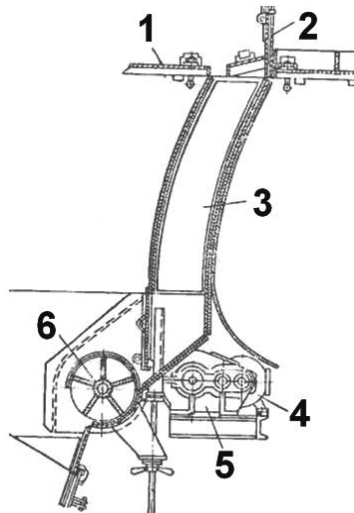


Рис. 1.6. Разгрузочное устройство машин типа ОМ

Частота вращения разгрузчика 7 изменяется также автоматически – в зависимости от толщины слоя тяжелых фракций на решете. При увеличении толщины слоя тяжелых фракций на решете поплавковый датчик, поднимаясь, воздействует на реостатный датчик, включенный в цепь управления электродвигателя, прибавляет в оборотах. С повышением частоты вращения роторного разгрузчика увеличивается скорости удаления материала из кармана 3, а при понижении толщины контролируемого слоя тяжелых фракций на решете поплавковый датчик опускается вниз и скорость удаления материала из кармана 3 уменьшается. Первоначальная регулировка системы автоматической разгрузки осуществляется вручную шиббером 2, установленным в конце горизонтальной щели. На базе отсадочных машин ОМ разработаны отсадочные машины типа МО для обогащения всех видов полезных ископаемых: каменных углей, антрацитов, сланцев, руд черных и цветных металлов и нерудного сырья, с аналогичными показателям.

#### 1.4. Отсадочная машина ВАТАС

Отсадочная машина ВАТАС (рис. 1.7) фирмы “Humboldt Wedag”, состоит из загрузочного устройства 1, разгрузочной камеры для породы 2 и расположенной внизу воронки для сбора породы 3, а так же из разгрузочной камеры промпродукта 4 и расположенной внизу воронки 5 для сбора промпродукта.

Для выпуска породы в камеру 2 и промпродукта в камеру 4 используются выпускные устройства 6, оснащенные гидроприво-

дом, которые управляются микропроцессорной автоматизированной системой управления.

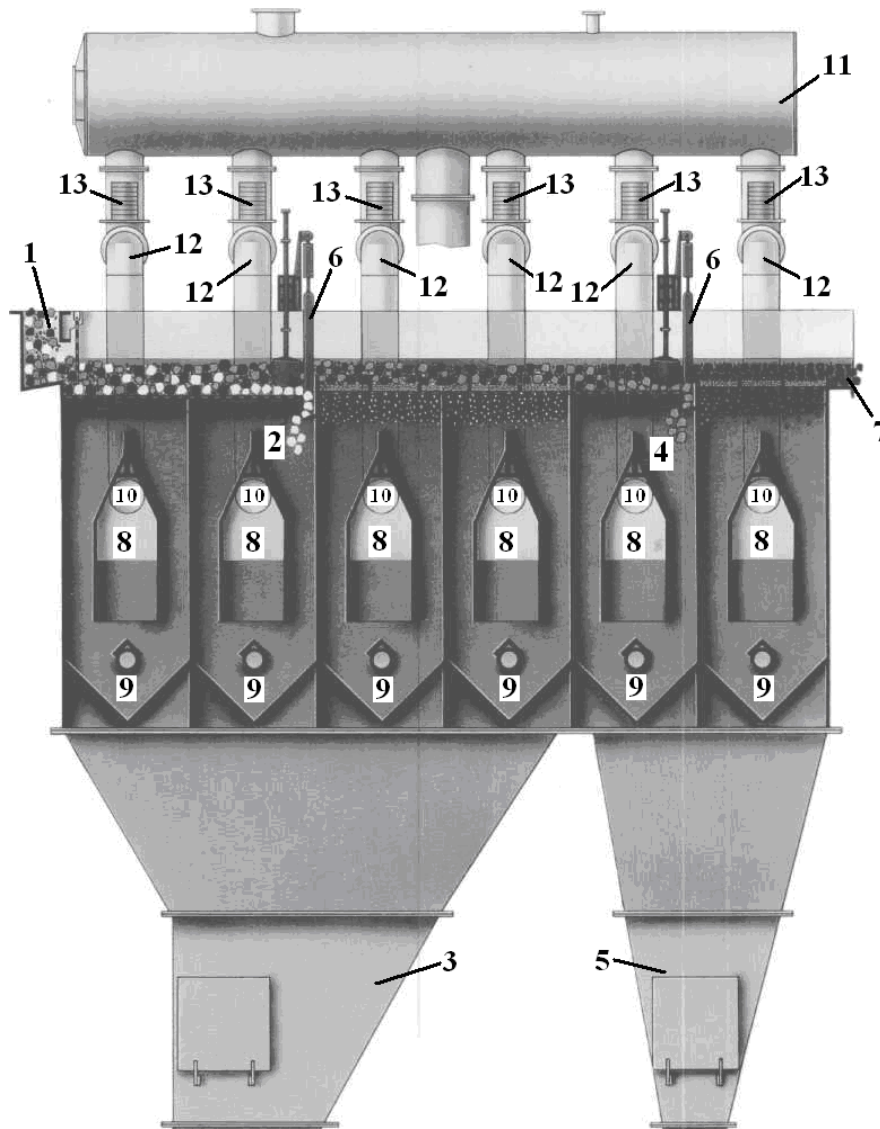


Рис. 1.7. Отсадочная машина ВАТАС

Выпуск концентрата из машины производится через порог 7. В зависимости от заданного изменения давления в воздушной камере 8 вода в отсадочной машине совершает колебательное движение.

Дополнительно в донную часть каждой отсадочной камеры через водопроводные трубы 9 подается вода, которая усиливает восходящий и ослабляет нисходящий поток воды.

В эти воздушные камеры 8 из воздухоборника 11 по воздухопроводным трубам 12 с помощью управляемых электроникой поворотных клапанов 13 периодически подается сжатый воздух, ко-

торый, расширяясь, поднимает уровень воды, а затем отводится из камеры.

Выпуск тяжелого продукта производится согласно схемы (рис. 1.8) постоянно контролирует высоту его слоя поплавок 2 связанный с направляющей штангой 3, движущейся между направляющими роликами 4, закрепленными на шасси 1. Там же на шасси 1 закреплено табло индикации высоты слоя 8, буфер нуля 5, тарелка индикатора 6. На направляющей штанге 3 закрепляются дисковые гири 7 и отражатель ультразвука 11. На регуляторе положения измерительного преобразователя перемещения 9 установлен ультразвуковой регистратор уровня отсадочной постели 10, который передает сигнал на аналоговую систему измерения перемещения, куда также поступают сигналы от конвертера 12, регулятора 13, внешнего устройства задания установочных параметров 14, ультразвукового контролера разгрузочного отверстия 15 отражателя 16. С помощью электрогидравлической системы 17 производится подъем шибера 19 вдоль перегородки 20, препятствующей переливанию тяжелого продукта на соседнее решето, что обеспечивает разгрузку с производительностью пропорциональной величине слоя тяжелого продукта 18.

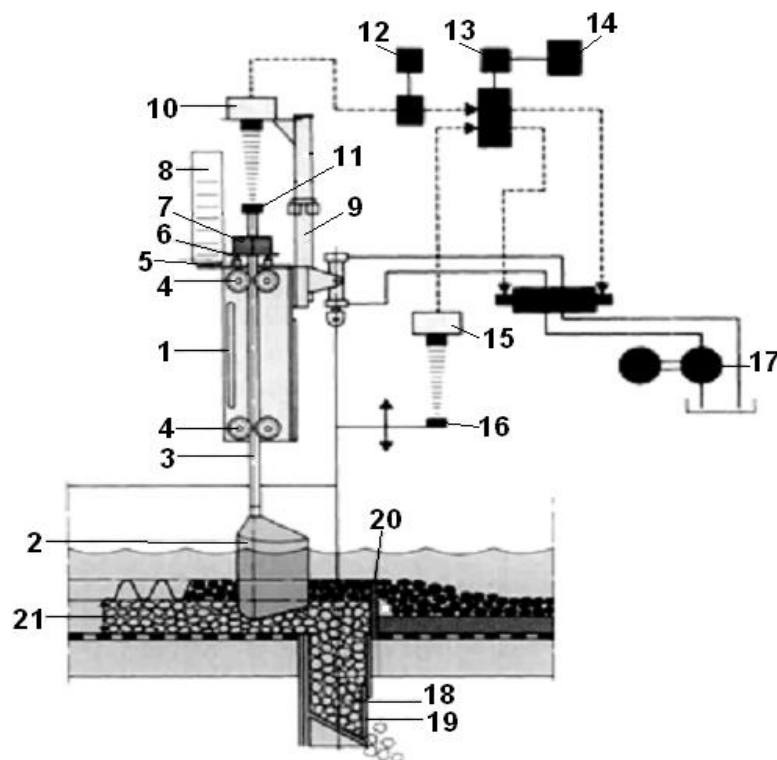


Рис. 1.8. Схеме выпуска тяжелого продукта

В состав технологического комплекса отсадки, кроме самой отсадочной машины, входит вспомогательное оборудование. К нему относятся: загрузочно-обесшламливающее устройство, обезвоживающие элеваторы для удаления и обезвоживания тяжелых продуктов отсадки и воздуходувки, обеспечивающие воздухообеспечение отсадочных машин.

## 2. Конструкция и принцип действия сепараторов для тяжелосреднего обогащения

Сепаратор СКВП32 с удлиненной ванной (рис. 2.1), состоит из корпуса с рабочей ванной 1, выполненного из отдельных разъемных частей – днища, двух боковым секций, загрузочного лотка и разгрузочного желоба. В корпусе смонтированы отдельные узлы и механизмы сепаратора: загрузочно-распределительное устройство, состоящее из загрузочного желоба 12, патрубка 11 для подвода суспензии, жалюзийной решетки 10 для равномерной распределения транспортного потока суспензии, лопастного погружателя исходного материала 9, кармана 8 для подачи восходящего потока суспензии; элеваторного колеса 6 с приводом 18 для выгрузки потонувшего продукта; разгрузочного гребкового механизма 14 с лопастями 15, размещенного в желобе 13, для выгрузки всплывшего продукта; опорных катков 20 элеваторного колеса.

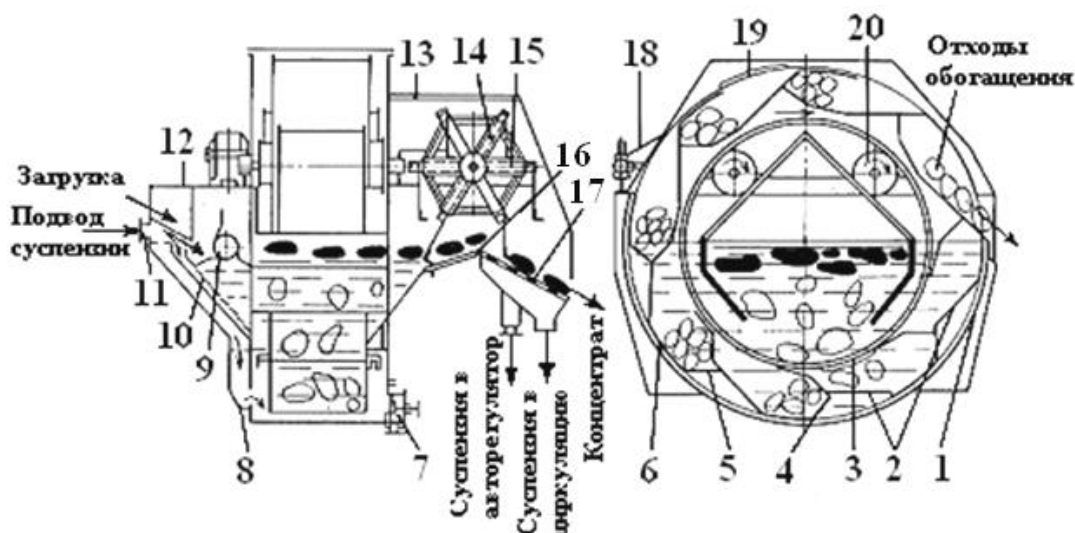


Рис. 2.1. Сепаратор СКВП32 с удлиненной ванной

Кроме перечисленных узлов и деталей на корпусе крепятся общий привод качаний жалюзийной решетки и вращения разгру-

зочного гребкового устройства.

Вертикальное элеваторное колесо оснащено съемными ковшами 4, 5, которые при вращении колеса периодически загружаются потонувшим продуктом через загрузочные окна 3 и выгружаются через разгрузочные окна 19. Для этой цели ковши снабжены решетчатыми лопастями 2, которые при вращении элеваторного колеса под действием силы тяжести поворачиваются, открывая загрузочные и разгрузочные окна ковшей.

Всплывший продукт транспортируется лопастями 15 через порог 16, сито сброса суспензии 17 и выгружается из сепаратора.

Освобождение ванны сепаратора от суспензии в случае остановки на профилактический осмотр или ремонт осуществляется посредством выпускного устройства 7.

При работе сепаратора в его ванну насосом непрерывно подается поток рабочей суспензии определенной плотности. При этом необходимо обеспечить постоянный перелив рабочей суспензии через порог концентратной точки. Одновременно с насосом осуществляется пуск элеваторного колеса сепаратора. При установившемся режиме циркуляции суспензии автоматический регулятор плотности должен обеспечивать стабильное поддержание заданной плотности. Затем включается привод гребкового механизма и дается нагрузка на сепаратор, которая должна поступать равномерно по всей ширине ванны.

Исходный материал подается в ванну сепаратора по всей ширине ванны, сюда же подается транспортирующий поток суспензии. Расслоившийся по плотности материал разгружается: всплывшая фракция – гребковым механизмом, утонувшая – ковшами элеваторного колеса.

### **3. Конструкции и принцип действия флотационных машин**

#### **3.1. Механические флотационные машины**

Флотационная машина типа МФУ (рис. 3.1) состоит из последовательно расположенных секций выполненных из двух камер 2, соединенных между собой переливным карманом с отверстием 6 для перетекания пульпы в следующую камеру. Двусторонний пеногон 11 с шарнирно подвешенными лопатками приводится в движение приводом 1. На блоки-аэраторы 3 и его индивидуальные приводы, вращающий момент передается от электро-

двигателя 5, который закрыт ограждением 4. При этом от индивидуального привода блоков-аэраторов 3 по валу с кожухом 12 крутящий момент передается на центральный импеллер 13 и осевой импеллер 15. В донной части двух камер 2 размещена пробка 7 и успокоитель 8. Пульпа из приемного кармана 10 через отверстие для прохода пульпы 9 поступает в камеру 2.

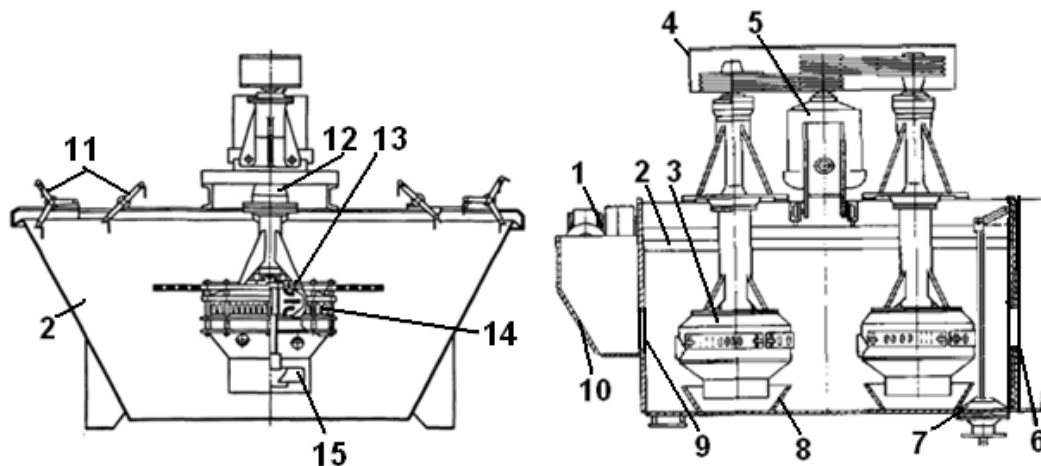


Рис. 3.1. Флотационная машина типа МФУ

В каждой камере машины имеется по два блока-аэратора (рис. 3.2. а), состоящих из центробежного 8 и осевого 6 импеллеров, расположенных на общем валу 10, центральной трубы 9 с отверстием для воздуха 11. Импеллеры помещены в аэрационную камеру 5, изолирующую зону агитации и аэрации во флотационной камере и создающую этим более благоприятные условия для всплывания флотационных комплексов. Верхняя часть аэрационной камеры представляет собой крышку с лопатками, выполняющую роль статора 3.

В машине осуществляется послойный принцип аэрации пульпы на уровне центробежного и осевого импеллеров благодаря конструкции центробежного импеллера (рис. 3.2. б), который состоит из лопатки 1, верхнего диска 2, кольцевой щели для поступления воздуха 3, кольцевой щели для поступления пульпы из камеры 4, отверстия 5 для поступления пульпы и нижнего диска 6.

Принцип действия машины заключается в следующем. Пульпа из приемного кармана (см. рис. 3.1) через отверстие поступает в камеру и подвергается аэрации двумя блоками-аэраторами.

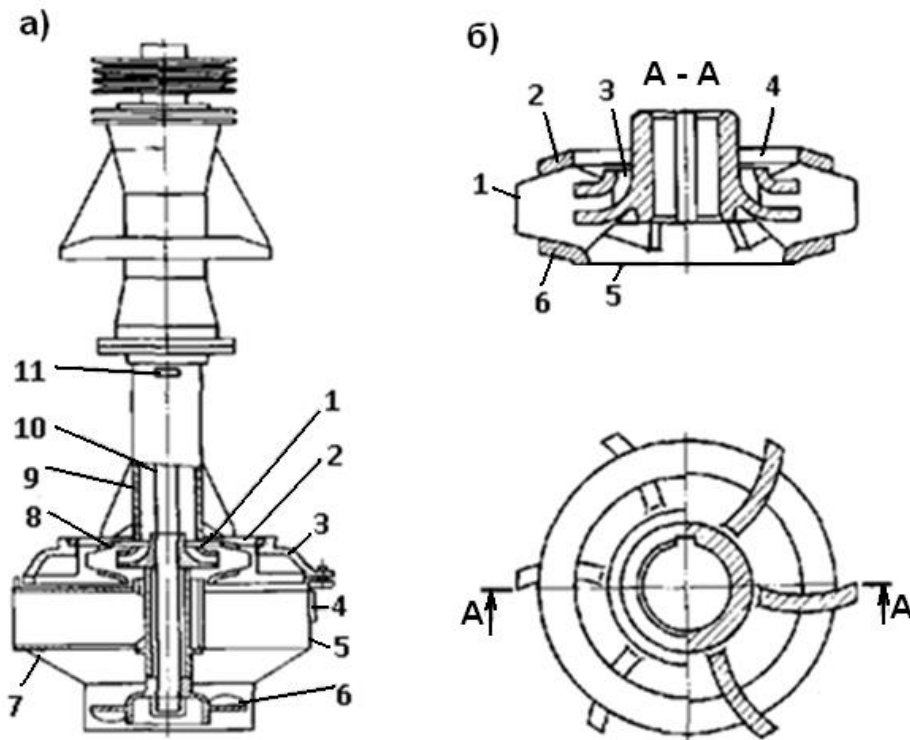


Рис. 3.2. Блок-аэратор:

а – центробежный импеллер; б – машины типа МФУ

К нижней части центробежного импеллера (см. рис. 3.2) с помощью пульповода 7 и к верхней через кольцевые отверстия между диском импеллера и статора 2, а так же между диском импеллера 1 и центральной трубой 9. Здесь она аэрируется и затем поступает на осевой импеллер.

В осевом импеллере пульповоздушная смесь равномерно смешивается с частью неаэрированной пульпы и выбрасывается во флотационную камеру через успокоитель (см. рис. 3.1) с перфорированной поверхностью, обеспечивающий более спокойный отвод пульповоздушного потока.

Последний поступает в камеру в виде восходящего веера с небольшой скоростью, благодаря чему минерализованные комплексы всплывают в подпенный слой.

Для аэрации верхнего слоя пульпы в камере и стабилизации работы осевого импеллера часть высоко насыщенной воздухом пульпы выбрасывается через щели в перфорированном листе 4 (см. рис. 3.2) аэрационной камеры непосредственно во флотационную камеру.

Пенные продукты удаляются из машин с обеих сторон двух-

рядным пеногоном. Пульпа из камеры в камеру поступает через отверстие 6 в стенке камеры (см. рис. 3.1), а выпускается перед ремонтом и осмотром из камеры через отверстие с пробкой 7.

Машина типа МФУ выпускается в четырех-, шести - и восьмикамерном исполнении.

В машинах с длинным фронтом предусматривается установка двух карманов с шиберными устройствами для поддержания заданного уровня пульпы в камерах.

### 3.2. Пневмомеханические флотационные машины

Пневмомеханическая машина типа ФПР (рис. 3.3, а) состоит из импеллера 1, диспергатор-статора 2, камеры 3, коллектора воздуха 4, затвора 5, корпуса подшипников 6, пеногона 8.

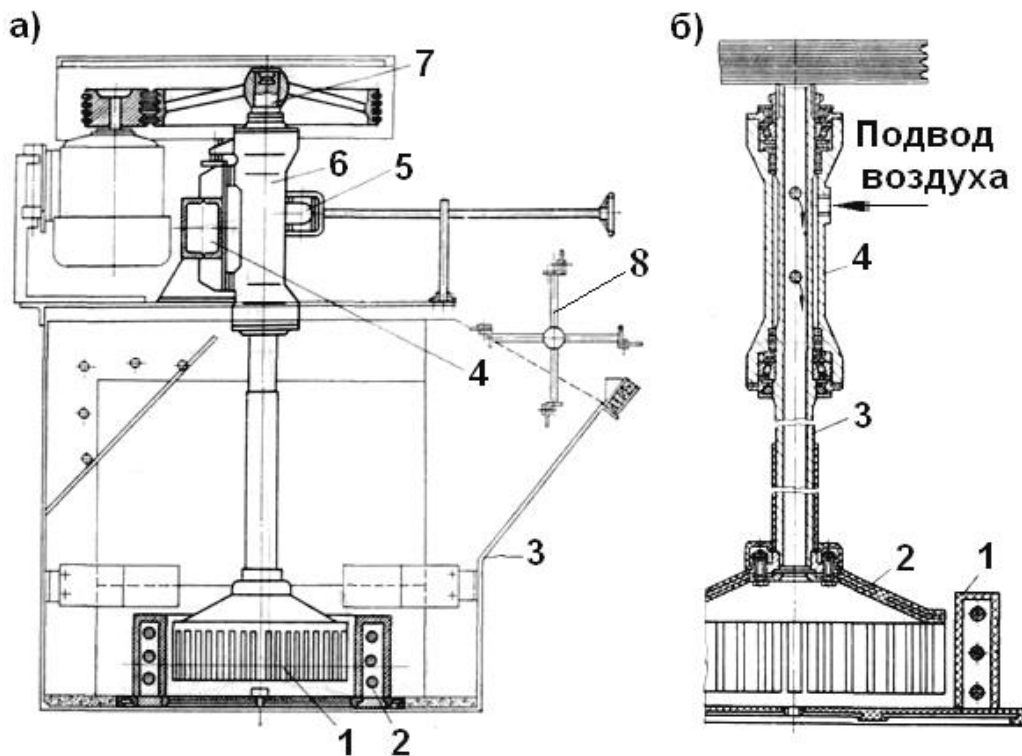


Рис. 3.3. Блок-камера: а – импеллер; б – пневмомеханической флотационной машины ФПР-40

Вал ротора 7, вращается электродвигателем через клиноременную передачу. Импеллер пневмомеханической флотационной машины ФПР-40Б (рис. 3.3, б) состоит из диспергатора 1, импеллера 2, вала импеллера 3 и корпуса подшипника 4. В пневмомеханических машинах (см. рис. 3.3, б) сжатый воздух подается через радиальные отверстия полого вала 3 в подимпеллерную зону



пальчикового импеллера 2. Пневмомеханические блоки не приспособлены для приема циркулирующих продуктов.

Подшипники (роликовые конические) вала импеллера имеют двойное – дублированное манжетное уплотнение.

Минерализованная пена удаляется пеногонном 8. Сечение переливного окна изменяется шибером. Машины с односторонним съемом пены изготавливаются в правом и левом исполнении.

### **3.3. Пневмомеханическая флотационная машина ФПМУ-6**

Машина ФПМУ-6,3 прямоточная. Главное отличие этой машины, как и других пневмомеханических машин, заключается в принципе подачи воздуха и конструкции блока-аэратора.

Исходная пульпа через приемный карман поступает в первую камеру машины, подвергается аэрации и далее через переливные окна в поперечных стенках подается в следующую камеру, в которой процесс повторяется.

Образовавшаяся в ней минерализованная пена удаляется пеноснимателем, а уровень пульпы регулируется шиберным устройством. Сечение переливного окна изменяется фиксацией шибера в нужном положении.

Машина ФПМУ-6 (рис. 3.4, а) состоит из приемного кармана 1, привода пеносъема 2, камеры 3, патрубка для подвода воздуха 4, электродвигателя 5, пробки 6, блока-аэратора 7 и конуса 8.

Исходная пульпа поступает в приемный карман 1 и через него в камеру 3 под конус 8, а затем подается в аэратор 7, в который под давлением подается воздух от патрубка 4. Для отделения зоны транспортирования пульпы от зоны агитации и создания восходящих потоков в машине установлены конусы 8.

Крутящий момент к аэратору передается по клиноременной передаче от электродвигателя 5.

Блок-аэратор (рис. 3.4. б) состоит из корпуса 4, в котором расположен полый вал 3. На вал насажен приводной шкив 1. Внутренняя полость корпуса является воздушной коробкой, из которой через отверстия 11, центральный канал полого вала и радиальные отверстия 10 воздух поступает в ступицу осевого импеллера 8, заключенного в трубу 9.

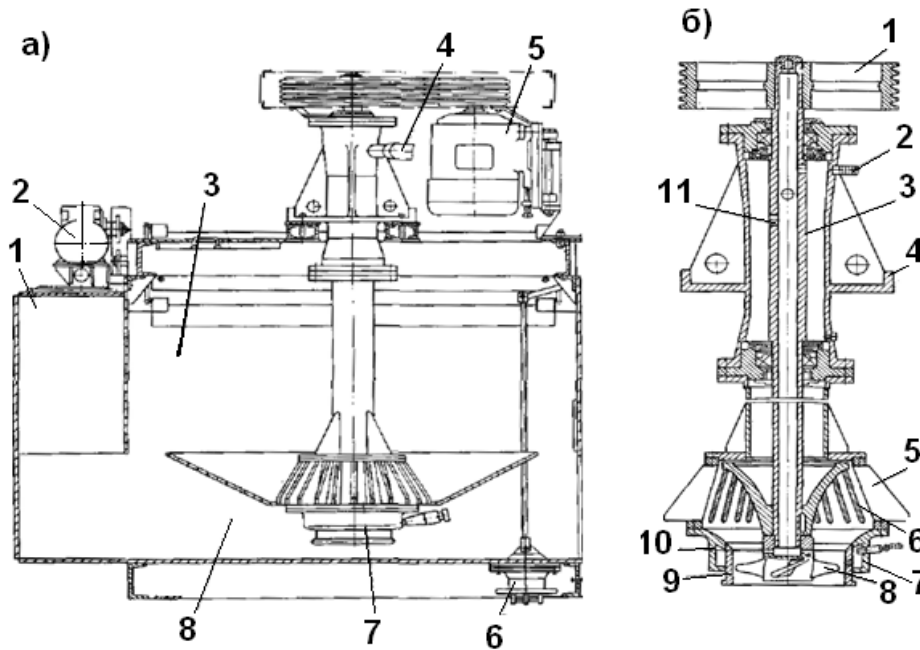


Рис. 3.4. Пневмомеханическая флотационная машина:  
а – блок-аэратор; б – машины ФПМУ-6

Отверстия осевого импеллера служат для равномерного распределения воздуха в полости конического пальцевого импеллера 6. Воздух в корпус подводится через патрубок 2. Кроме того, предусмотрена возможность подачи воздуха через патрубок фурмы 7 непосредственно на лопатки осевого импеллера. Вокруг пальцевого импеллера установлен статор 5 с укороченными лопатками, улучшающими диспергирование воздуха и способствующими снижению турбулентности пульпы в камере.

### 3.4. Пневматическая колонная флотационная машина CoalPro

Пневматическая колонная флотационная машина CoalPro (рис. 3.5) состоит из колонны 1, собранной из труб, где ее нижней части расположены барботеры 2 с форсунками 3 и линия слива нижнего продукта 4, где хвосты сливаются через сливной трубопровод 5.

Преимуществом флотационных колонн является возможность подачи в верхней части колонны промывочной воды от оросителя 9. Таким образом, колонна при высоком извлечении концентрата дает возможность эффективного снижения засорения пенного продукта.

Подача питания в колонну 2 производится по трубопроводу 11 и от него в центральную часть колонны через коллектор 10. При

загрузке во флотационную машину весь поток частиц опускается навстречу поднимающемуся потоку пузырьков воздуха, исходящих из форсунок 3 водовоздушной барботажной системы.

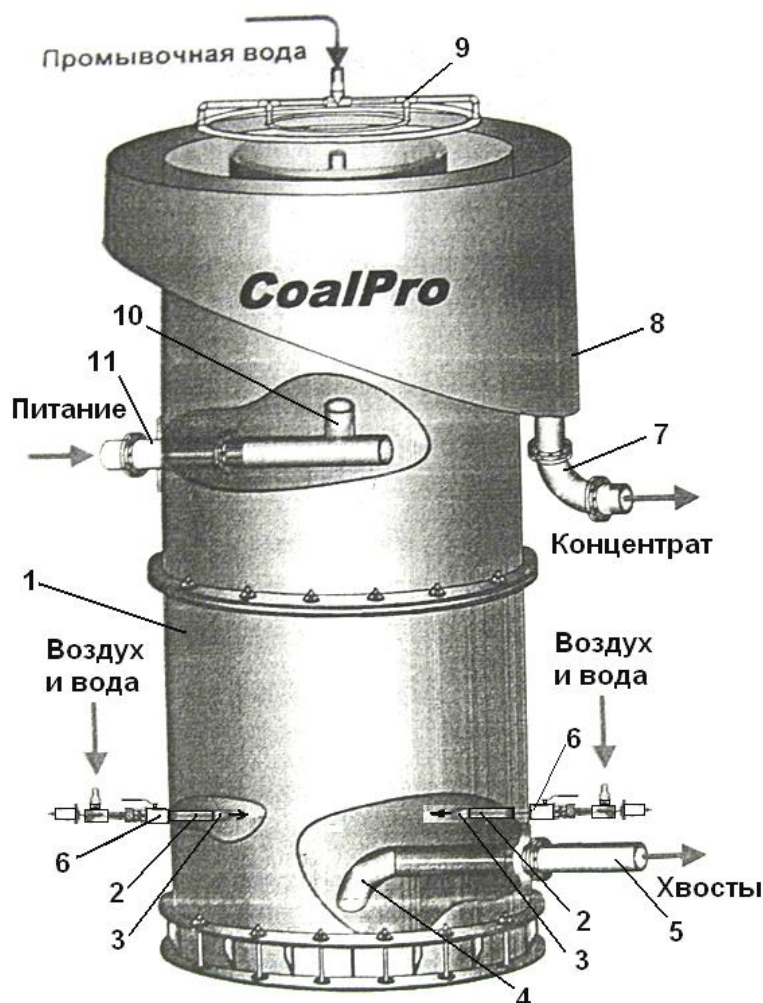


Рис. 3.5. Пневматическая колонная флотационная машина CoalPro

Угольные частицы прилипают к пузырькам воздуха, стремясь подняться вверх, где они разгружаются в виде концентрата. В тоже время гидрофильные (породные) частицы уносятся вниз вместе с водой, а затем по линии слива нижнего продукта колонны.

#### **4. Конструкции и принцип действия машин для обезвоживания продуктов обогащения**

##### **4.1. Центрифуги фильтрующие со шнековой выгрузкой осадка**

Вертикальные фильтрующие центрифуги со шнековой выгрузкой осадка типа ФВШ снабжены коническим фильтрующим ротором и применяется для обезвоживания мелкого каменного угля и других мелкозернистых материалов класса 0...13 мм.

Центрифуга типа ФВШ (рис. 4.1) состоит из рамы 1, дифференциального редуктора 2, полой гильзы 3, конуса 4, крестовины 5, центрального вала 6, фильтрующего ротора 7, лопастей шнека 8, разбрасывающей крышки 9, шкива 10, шкива ротора электродвигателя 11, кронштейна лопастей 12, кожуха с резиновой футеровкой 13, приводного электродвигателя 14 и маслососа 15.

Электродвигатель 14 посредством шкива 11, клиноременной передачи и шкива 10 вращает разбрасывающую крышку 9 и корпус шнека с кронштейна 12 и лопасти шнека 8. При этом вращается и центральный вал 6 с ведущей шестерней в дифференциальном редукторе 2.

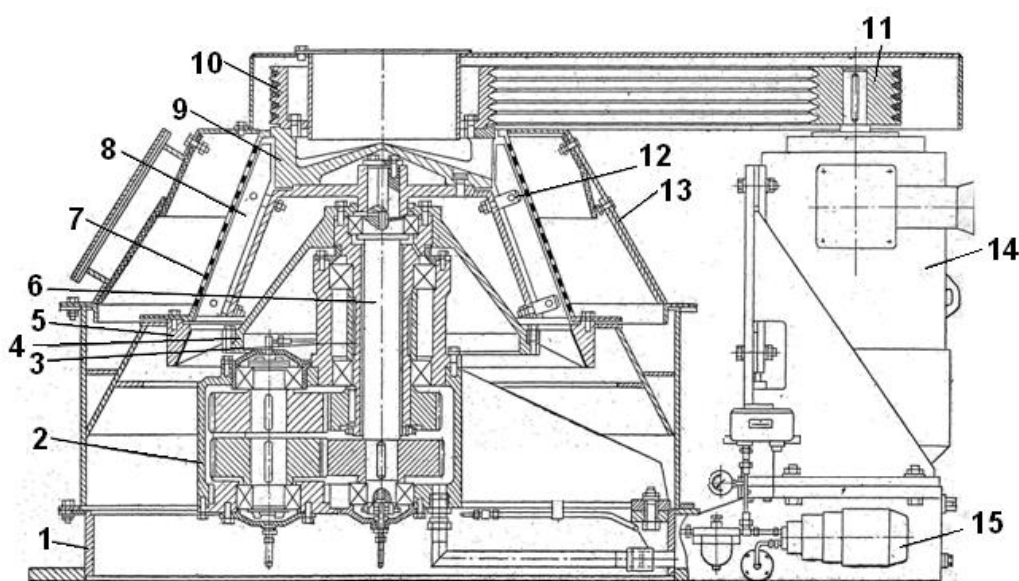


Рис. 4.1 Центрифуга типа ФВШ

При помощи простой дифференциальной передачи вращение передается фильтрующему ротору 7 центрифуги.

Исходный продукт подается в питающий патрубок и на распределительную крышку 9, где центробежной силой отбрасывается на фильтрующую поверхность ротора 7. Осадок удаляется шнеком в пространстве, где движутся лопасти шнека 8, а фугат выбрасывается центробежными силами на кожух с резиновой футеровкой 13, и далее за пределы центрифуги по кольцевому сборнику.

Влажность углей мелких классов со шламом – от 6 до 9% в зависимости от производительности и содержания шламов в исходном продукте. Выход твердого в фугате достигает 10%.

#### 4.2. Центрифуги фильтрующие с вибрационной выгрузкой продукта

Центрифуга ФВВ-1000 (рис. 4.2) состоит из загрузочного устройства 1, вибрирующего ротора 2, электродвигателей 3 и 7, шкива 4, шатуна 5, коленчатого вала 6, резиновых амортизаторов 8 и 9, наружного кожуха 10, внутреннего кожуха 11, головки возбуждателя вибраций 12 и корпуса головки 13.

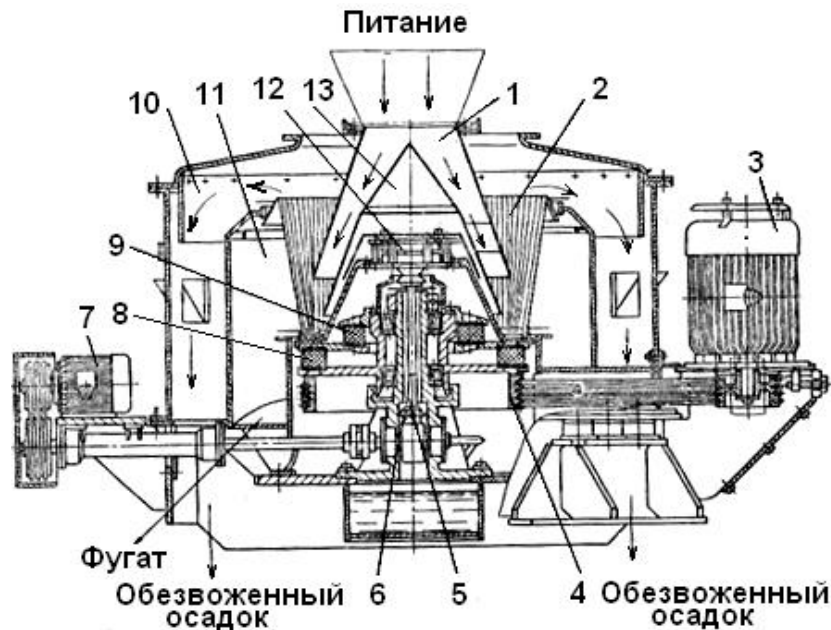


Рис. 4.2. Вертикальная вибрационная фильтрующая центрифуга ФВВ-1000

Вибрирующий ротор 2 центрифуги опирающегося на диск, в гнездах которого помещены цилиндрические резинометаллические амортизаторы 8 и 9 расположенные в два кольцевых ряда (по одну и другую сторону поверхности диска). Нижний ряд амортизаторов 8 расположен между плоскостями диска, с которым соединен вибрирующий ротор 2, и шкивом 4, а верхний ряд амортизаторов 9 связан с головкой возбуждателя вибраций 12 и корпусом головки 13. От электродвигателя 3 вращение ротору передается при помощи клиноременной передачи на шкив 4 и далее через амортизаторы 8 к вибрирующему ротору 2. Одновременно с вращением ротор получает осевые вибрации от электродвигателя 7 через коленчатый вал 6, шатун 5, головку возбуждателя вибраций 12 к вибрирующему ротору 2.

Материал поступает в приемную воронку и движется по корпусу головки 13, где сбрасывается в нижнюю часть вибриру-

ющего ротора 2. Фугат, пройдя фильтрующее сито ротора, сливается в пространство внутри внутреннего кожуха 11, далее за пределы центрифуги. Обезвоженный осадок, выйдя с вибрирующего ротора 2, удаляется в пространство между наружным 10 и внутренним 11 кожухами, а далее за пределы центрифуги.

Центрифугу устанавливают на резинометаллические амортизаторы, вследствие чего уменьшаются действия динамических сил на перекрытие.

Процесс центробежного фильтрования разделяется на три периода: образование осадка, уплотнение осадка и его механическая сушка.

Первый период представляет собой обычное фильтрование под давлением (напором), создаваемым центробежной силой.

В течение второго периода осадок, находящийся на внутренней перфорированной поверхности ротора и являющийся двухфазной системой постепенно уплотняется. Структура осадка в этот период характеризуется более плотным расположением твердых частиц. Сближение частиц связано с уменьшением объема пор осадка и, следовательно, с удалением из них жидкой фазы.

К началу третьего периода осадок становится трехфазной системой, так как его поры частично заполняются воздухом, а жидкость остается главным образом в местах контактов частиц.

Повышенная влажность продуктов обезвоживания заставила увеличить фактор разделения и время пребывания осадка в центрифуге ФВП-1120 (рис. 4.3), которая отличается от центрифуги ФВВ-1000 расположением конического ротора, обращенного широкой стороной вниз, что упрощает разгрузку продуктов обезвоживания и фугата.

Центрифуга ФВП-1120 состоит из ротора 1, направленного широкой стороной вниз, вибратора 2, рамы 3, защитного кожуха 4, привода вибратора 5, основного привода 6, загрузочной воронки 7 и маслосистемы 8. Исходный продукт поступает в воронку 7, попадает на разбрасывающую крышку 9 и отбрасывается на ротор 1, который одновременно вращается от привода и вибрирует, получая колебательное движение от вибратора 2. Осадок скатывается по ротору вниз, а фугат фильтруется через сито и отводится за пределы центрифуги.

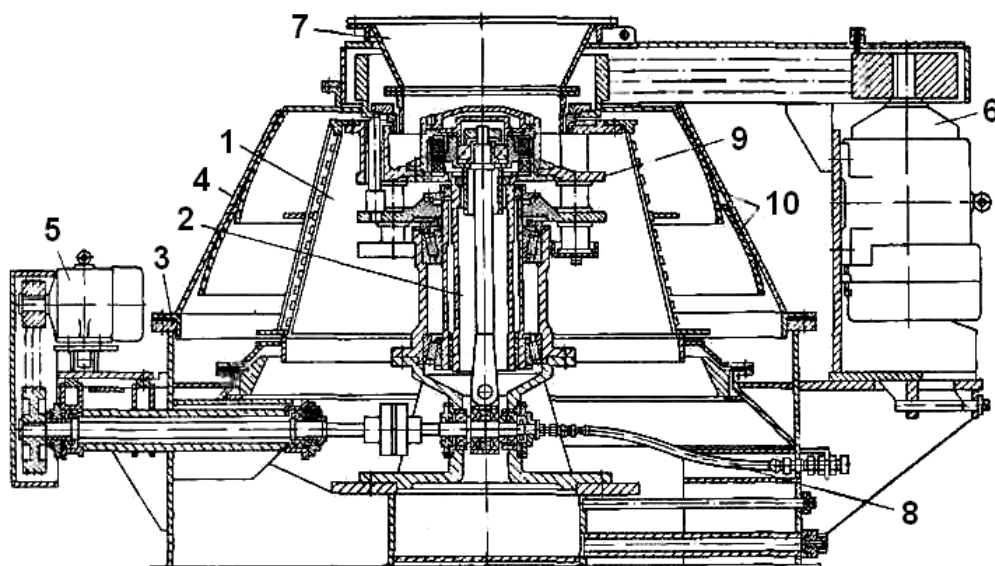


Рис. 4.3. Центрифуга ФВП-1120

Во избежание износа кожуха установлена футеровка из стальных листов 10.

Эксцентриковый вал передает колебательное движение штоку, который эти движения передает ротору; последний одновременно получает вращательное движение от электродвигателя через клиноременную передачу.

#### **4.3. Центрифуги осадительные горизонтальные со шнековой выгрузкой осадка**

Шнековая осадительная центрифуга со шнекой выгрузкой осадка типа ОГШ (рис. 4.4) состоит из шкива клиноременной передачи 1, левого 2 и правого 8 подшипников, на которых вращается барабан 4, оборудованный окнами выгрузки осадка 3.

Внутри барабана 4 вращается шнековый ротор 6, оборудованный загрузочными отверстиями 5. При этом барабан 4 и шнековый ротор 6 связаны планетарным редуктором 7, что обеспечивает частоту вращения транспортирующего шнекового ротора 6 отличной от частоты вращения барабана 4.

В торцевой части барабана 4 имеются окна 9 для слива фугата, сам барабан 4 заключен в кожух центрифуги 10. Шнек 11 предназначен для транспортирования обезвоженного осадка.

Тонко измельченные продукты и шлам для обезвоживания подаются в центрифугу через входной патрубок 15 и питающую трубу 12. Центрифуга крепится станиной 14 через резиновые



амортизаторы 13 к фундаменту, что снижает передаваемую на него вибрацию.

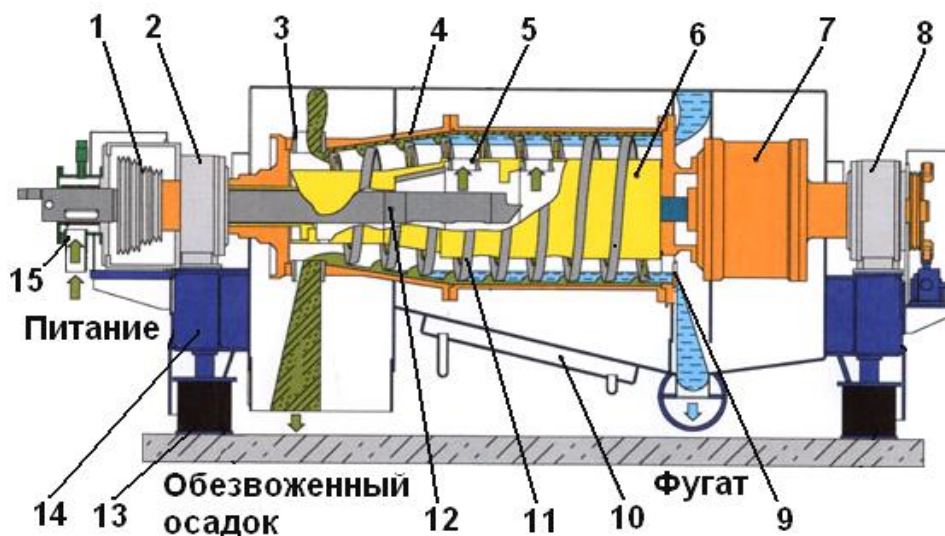


Рис. 4.4. Принципиальная схема шнековой осадительной центрифуги типа ОГШ

Суспензия вводится во вращающийся барабан 4 вначале по входному патрубку 15 и питающую трубу 12, а затем через отверстие 5 в шнековом барабане 6. Под действием центробежной силы суспензия образует в роторе жидкостной цилиндр, геометрические размеры которого определяются конфигурацией ротора и уровнем сливных окон. Твердые частицы, которые под действием центробежной силы оседают на внутренней поверхности барабана 4 и транспортируются к его сужающемуся концу.

Частота вращения транспортирующего шнека отличается от частоты вращения ротора, что обеспечивает перемещение обезвоженного осадка в сторону окон 3, где происходит выгрузка осадка из барабана в приемную камеру. Отделенная от твердой фазы жидкость с небольшим содержанием тонких твердых частиц сбрасывается из ротора через сливные окна 9 в камеру для приема фугата.

Привод центрифуги осуществляется посредством клиновых ремней от электродвигателя, установленного на станине. Натяжение ремней регулируется натяжным устройством, которым снабжен двигатель.

Для обеспечения свободы колебаний центрифуги, установленной на резиновых амортизаторах, и исключения передачи



вибраций центрифуги питательной магистрали последняя соединена с трубой загрузки гибкой связью – резиновым шлангом.

Кожух 10 центрифуги выполнен сварным из листовой стали, с горизонтальным разъемом вдоль оси машины. Он внутри разделен перегородками, образующими зоны выгрузки осадка и приема фугата. Кожух соединен гибкой связью с магистралями отвода фугата и осадка.

#### 4.4. Центрифуги горизонтальные шнековые осадительно-фильтрующие

Центрифуга осадительно-фильтрующая тип ОГШ-1350Ф (рис. 4.5) имеет цилиндроконический ротор 1, в цилиндрической части которого находится шнек, выполненный в виде ленточной спирали, навитой на «белчье колесо» 13. Редуктор 7 расположен во внутренней полости шнека 2, а в его конусной части размещены отверстия с насадками 12 для подачи пульпы в ротор 1. На правом 10 и левом 11 подшипниках, опираясь на них левым фланцем 5 и правой цапфой 4, вращается ротор 1.

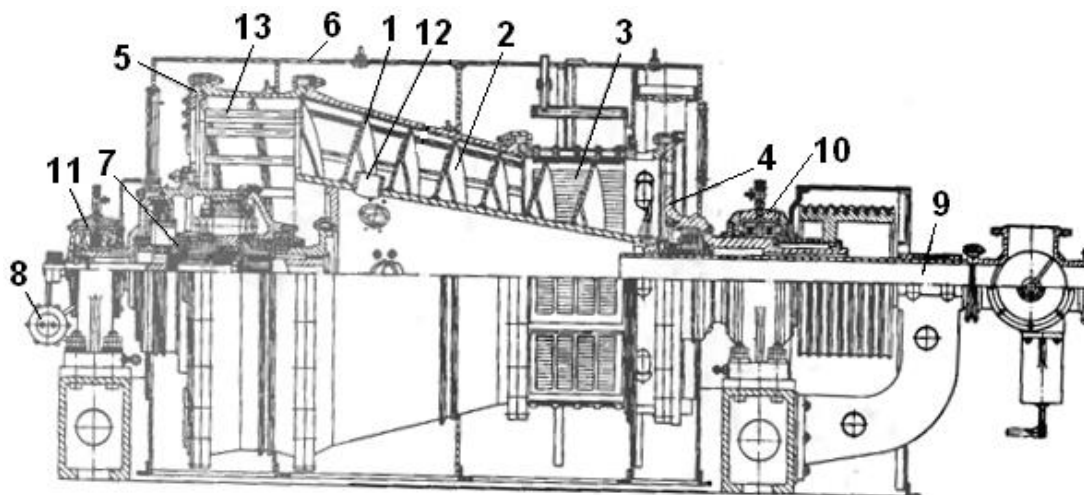


Рис. 4.5. Осадительно-фильтрующая горизонтальная центрифуга ОГШ-1320Ф

Подача влажного продукта и шлама для обезвоживания осуществляется в центрифугу через загрузочную трубу 9, а поток пульпы отслеживается авторегулятором подачи пульпы 8. Кожух 6 закрывает ротор 1, где в правой конусной его части соосно ему размещена фильтрующая вставка 3. В этой части машины размещены все рабочие органы фильтрующей вставки 3, загрузочные и разгрузочные окна для входа и выхода обрабатываемого продукта.

Привод центрифуги осуществляется посредством клиноременной передачи от электродвигателя на шкив ротора. Планетарный редуктор передает вращение шнеку с некоторым уменьшением скорости последнего по сравнению со скоростью ротора. Вследствие этой разницы обеспечивается принудительное перемещение осадка вдоль внутренней поверхности ротора. Ротор этой машины состоит из двух ступеней: конической части осадительной ступени и фильтрующей ступени, выполненная в виде шпальтового сита с зазором между колосниками 0,2–0,3 мм, которая охватывает коническую часть осадительной ступени. Такая компоновка сохраняет необходимую длину и объем осадительной ступени ротора, а также облегчает конструкцию фильтрующей ступени за счет снятия нагрузки с подшипниковых опор осадительной ступени.

#### **4.5. Вакуум-фильтры**

Вакуум-фильтр ДУ80-2,7 (рис. 4.6) состоит из ячеякового вала 3, с закрепленными на нем фильтрующими дисками 4, частично погруженными в ванну 7. Вал опирается на разъемные подшипники скольжения 1. Фильтрующие диски состоят из отдельных секторов 12, прикрепляемых к валу шпильками 14 и бугелями 13. С обоих торцов к валу примыкают распределительные головки 5 с патрубками 15 для подключения вакуума к зоне фильтрования, патрубками 16 зоны просушки и патрубками 11 зоны отдувки осадка.

Все основные узлы фильтра установлены на общей раме 6, на которой крепятся также подставки 19 подшипников 1, редуктор 18 и электродвигатель 17 привода вакуум-фильтра. Фильтр снабжен системой мгновенной отдувки обезвоженного осадка с секторов 12, которая состоит из двух воздухохборников 25, воздухохраспределителей 23 и клапанов 24. Для более полного съема обезвоженного осадка служат ножи 2.

Для выпуска суспензии из ванны предусмотрены отверстия 9 с пробками 10, положение которых регулируется системой рычагов 8.

Вакуум-фильтр снабжен также системой промывки фильтрующих дисков, включающей коллектор 20, перфорированные трубки 21 и полуавтоматической системой смазки 22 трущихся поверхностей.

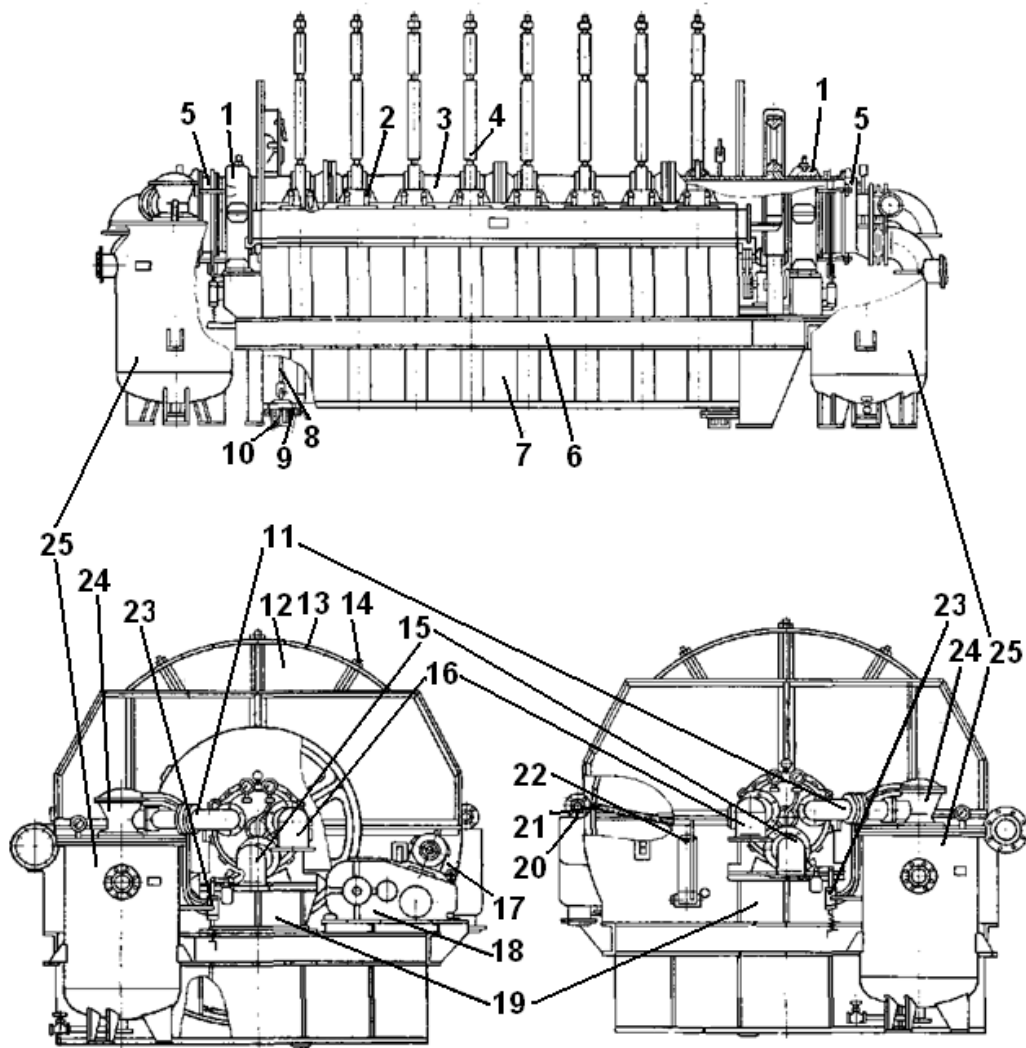


Рис. 4.6. Вакуум-фильтр ДУ80-2,7

Вал фильтра состоит из четырех секций: двух концевых и двух промежуточных, которые соединяются между собой болтами. Вал полый, двухстенный, между наружной и внутренней стенками имеются двенадцать каналов – по числу секторов в каждом диске. Диски на валу расположены таким образом, что полость каждого сектора сообщается с одним из каналов вала. Каналы выходят на торцевые поверхности вала, к которым примыкают распределительные головки.

Распределительная головка снабжена патрубками для отвода фильтрата из зон фильтрования и просушки и подвода сжатого воздуха для отдувки. При вращении вала фильтра его каналы последовательно совмещаются с соответствующими камерами распределительной головки, поэтому за один оборот в каждом канале вала, с закрепленным на нем рядом секторов, осуществ-

ляются соответствующие процессы фильтрации и обезвоживания. Вал фильтра посередине разделен сплошной перегородкой, предотвращающей переток воздуха от одной распределительной головки к другой, что способствует повышению эффективности фильтрации, просушки и отдувки осадка.

Секторы дисков (рис. 4.7) металлические или пластмассовые, коробчатой формы, образованные обечайкой 1 и перфорированными стенками 2.

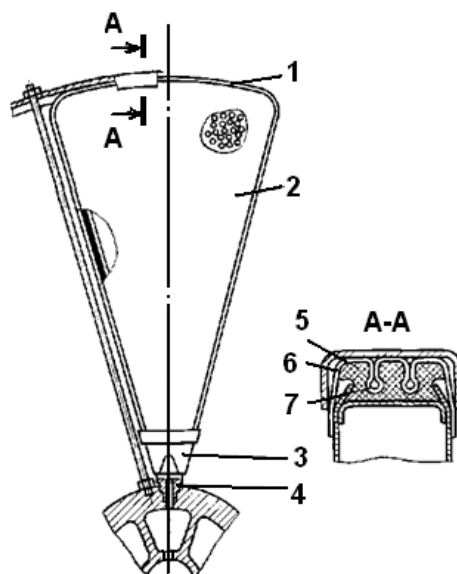


Рис. 4.7. Сектор вакуум-фильтра ДУ80-2,7

В нижней части сектора имеется горловина 3 со штуцером 4, с помощью которого сектор соединяется с каналом вала. На обечайку сектора надевается полихлорвиниловый ремень 5 с фигурным сечением, служащий для крепления фильтровальной ткани 6. Для интенсивной отдувки обезвоженного осадка необходимо хорошее натяжение фильтровальной ткани на перфорированных стенках сектора. В секторах вакуум-фильтра это обеспечивается зачеканкой краев сетки и резиновых шнуров 7 в пазы ремня 5.

Распределительная головка вакуум-фильтра, обеспечивающая отдельный отвод фильтрата из зон фильтрации и просушки, представляет собой литую деталь с тремя камерами: отвода фильтрата из зоны фильтрации, отвода фильтрата и воздуха из зоны просушки, сжатого воздуха. Последовательность операций для фильтра показана на рис. 4.8.

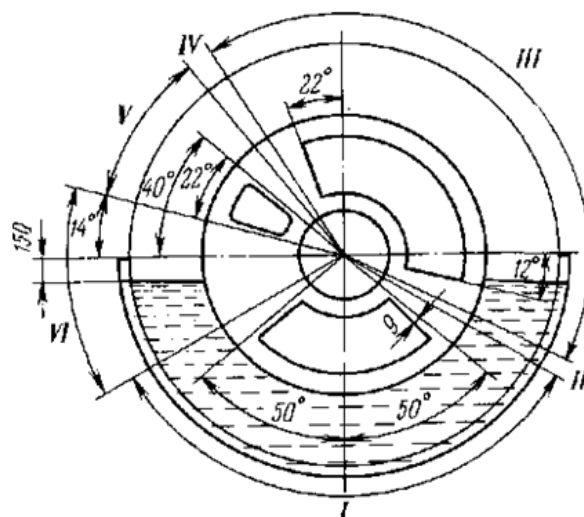


Рис. 4.8. Характеристика работы распределительной головки вакуум-фильтра ДУ80-2,7

В зоне фильтрования I секторы дисков погружены в ванну с суспензией и находятся под вакуумом. Под действием перепада давлений фильтрат отсасывается во внутреннюю полость секторов, а твердые частицы задерживаются на фильтровальной перегородке, образуя нарастающий по толщине осадок.

Мертвая зона II разделяет зоны фильтрования и просушки. В зоне просушки III секторы дисков выходят из ванны, фильтрат из них интенсивно сливается в каналы вала. Через осадок под действием перепада давлений просасывается атмосферный воздух, вытесняя из пор оставшуюся влагу. В мертвой зоне IV прекращается отсос воздуха. Она служит для разделения зон просушки и отдувки, предотвращения утечки сжатого воздуха в зону просушки. В зоне отдувки V каналы вала и сектора соединяются с линией подачи сжатого воздуха, происходит отдувка обезвоженного осадка. Назначение мертвой зоны VI то же, что и зоны IV.

Суспензия подается в переднюю часть ванны со стороны разгрузки обезвоженного осадка.

В вакуум-фильтре ДУ80-2,7 применена мгновенная отдувка осадка (рис. 4.9). Отдувка осадка осуществляется с помощью мембранного клапана с пневмомеханическим приводом.

Сжатый воздух от воздухоподготовки поступает в зону отдувки распределительной головки через воздухохранилище 7 и клапан 6, корпус которого закреплен на воздухохранилище. Клапан жестко соединен с эластичной диафрагмой 5, которая прогибается под

действием сжатого воздуха, поступающего из воздухораспределителя 4. Воздухораспределитель состоит из металлического цилиндра с тремя отверстиями А, Б, В и штока 3 с клапанами 10, которые периодически перекрывают отверстия А, Б, В.

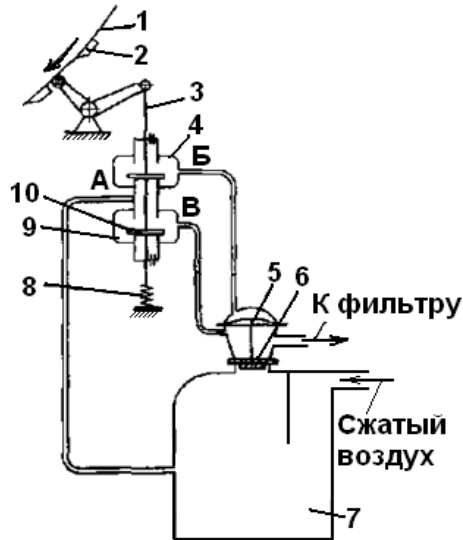


Рис. 4.9. Система мгновенной отдувки осадка

На валу фильтра установлен диск 1 с двенадцатью пластинками 2, установленными синхронно с секторами фильтрующих дисков.

Когда сектор подходит к зоне отдувки, пластинка 2 отжимает шток 3 воздухораспределителя, в результате чего перекрывается отверстие Б цилиндра и открываются отверстия А и В.

Сжатый воздух поступает в корпус клапана, отжимает мембрану вниз, при этом клапан 6 открывает отверстие, через которое сжатый воздух из воздухоборника, а затем через корпус клапана, распределительную головку и канал вала поступает в секторы фильтра.

Как только пластинка 2 прошла дальше, шток воздухораспределителя под действием пружины 8 возвращается в исходное положение.

Отверстие В перекрывается и открывается отверстие Б, возвращающее диафрагму в прежнее положение. Клапан перекрывает доступ воздуха в распределительную головку. Отдувка осадка прекращается.

#### 4.6. Фильтр-прессы

Ленточный фильтр-пресс WX-3.0G фирмы Phoenix (рис. 4.10) состоит из распределителя питания 1, который имеет регулируемую

мую заслонку 2, обеспечивающую равномерное распределение поданного для обезвоживания продукта по ширине фильтрующей ленты. В зоне трубопровода 3, в нижней его части установлен дренажный поддон 4 гравитационной зоны обезвоживания, а ниже размещены верхняя направляющая 5 клиновой зоны с дренажным поддоном 6, закрепленные на сборке 8.

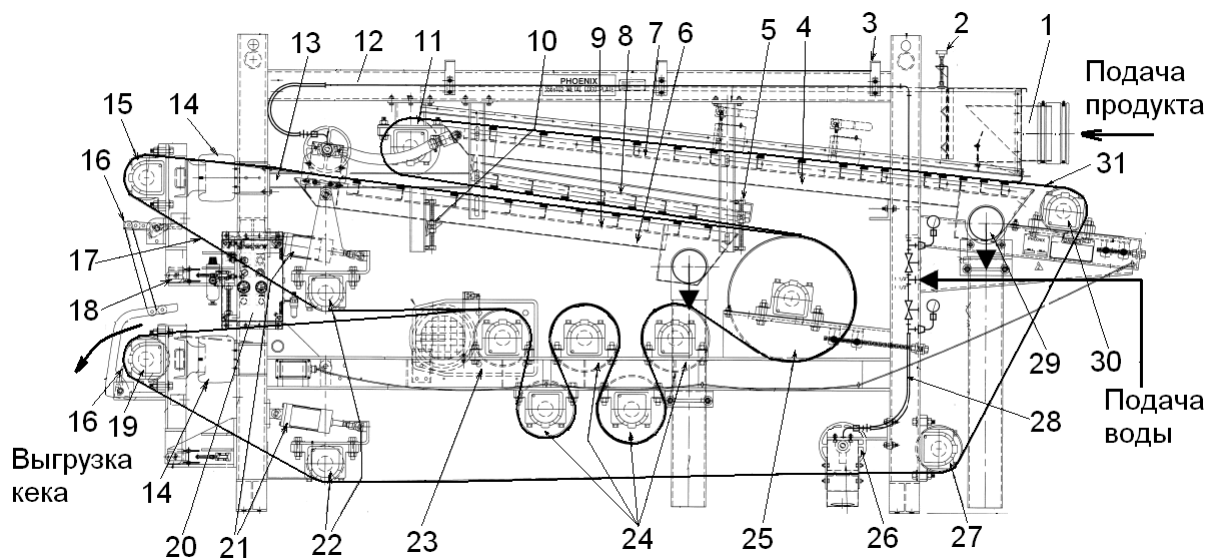


Рис. 4.10. Ленточный фильтр-пресс WX-3.0G фирмы Phoenix

Нижняя направляющая 7 дренажной зоны, сборка поддона клиновой зоны 9 с регулировкой 10 и поддерживающим роликом 11, закреплены на раме 12. Через кронштейн 13 сильфоном 14 обеспечивается, посредством ролика 15 установленного на нижнем кронштейне 18, натяжение нижнего контура ленты 17. Верхний контур ленты 31, с помощью ролика 19, производит выгрузку обезвоженного кека, а скребок 16 очищает поверхность верхней ленты на этом ролике, а также перед входом на ролик 15.

На раме 12 смонтированы панель управления 20 датчик натяжения ленты 21, отклоняющий ролик 22, электропривод 23 и ряд обжимных роликов 24 и натяжной барабан 25. Верхний контур ленты 31, пройдя блок смыва ленты 26 и огибая отклоняющий ролик 27, в верхней части, пройдя натяжной ролик 30, выходя вновь в зону гравитационного обезвоживания.

Вода для смыва с ленты остатков продукта подается по водопроводу 28, а удаленная из продукта вода сливается в поддон зоны слива 29.

Подлежащая обезвоживанию пульпа поступает в фильтр-пресс через распределитель питания 1, выполненный из нержавеющей стали. Распределитель питания имеет регулируемую заслонку 2, обеспечивающую равномерное распределение питания по ширине фильтрующей лент.

Зона гравитационного дренажа является первой ступенью процесса обезвоживания. В этой зоне удаляется до 50% поверхностной влаги. Механического сжатия пульпы в зоне гравитационного дренажа не происходит.

Клинообразная зона является началом механического сжатия пульпы происходит в клинообразной зоне. После выхода из зоны гравитационного дренажа пульпа оказывается между двумя сходящимися фильтрующими лентами.

Зона сжатия (сдвига) характеризуется, усилием сжатия пульпы возрастает до максимальной величины. Усилие сжатия увеличивается при уменьшении диаметра валков. Извилистое движение фильтрующих лент создает сдвигающее усилие, которое дополнительно способствует обезвоживанию пульпы. Если выдавливание пульпы имеет место только в зоне сжатия (сдвига), следует уменьшить натяжение лент.

Регулирование натяжения верхней и нижней фильтрующих лент осуществляется путем регулируемой подачи (или выпуска) сжатого воздуха в сильфонные камеры.

Как верхняя, так и нижняя фильтрующие ленты имеют каждая свою систему промывки, обеспечивающие удаление с лент загрязняющих частиц. Системы промывки оборудованы самоочищающимися соплами. Выравнивание ленты осуществляется с помощью выравнивающего вала, который приводится в действие пневмоцилиндрами.

Система привода состоит из приводного электродвигателя мощностью 5,5 кВт (380В/50Гц/3 фазы), редуктора и преобразователя частоты. Скорость движения фильтрующих лент может плавно регулироваться с пульта управления с помощью преобразователя частоты.

Удаление обезвоженного кека с фильтрующих лент осуществляется с помощью специальных скребков. Как верхняя, так и нижняя ленты имеют каждая свой скребок.



### **Вопросы к лабораторному занятию**

1. Дайте классификацию и назначение обогатительных машин, используемых для обогащения полезных ископаемых.
2. Охарактеризуйте процесс отсадки и особенности работы отсадочных машин с подвижным и неподвижным решетом.
3. Изложите устройство и принцип действия отсадочной машины с подвижным решетом.
4. Изложите устройство и принцип действия отсадочной машины диафрагмового типа МОД.
5. Изложите устройство и принцип действия беспоршневой отсадочной машины с боковым расположением воздушных камер типа ОМ.
6. Изложите устройство и принцип действия отсадочной машины ВАТАС фирмы “Humboldt Wedag”.
7. Изложите устройство и принцип действия сепаратора для тяжелосреднего обогащения СКВП32 с удлиненной ванной.
8. Охарактеризуйте процесс флотации и особенности работы флотационных машин механического, пневмомеханического и пневматического типа.
9. Изложите устройство и принцип действия механической флотационной машины типа МФУ.
10. Изложите устройство и принцип действия пневмомеханической машины типа ФПР.
11. Изложите устройство и принцип действия пневмомеханической флотационной машины ФПМУ-6.
12. Изложите устройство и принцип действия пневматической колонной флотационной машины CoaLPro.
13. Охарактеризуйте процесс обезвоживания и особенности работы центрифуг фильтрующего, осадительного и комбинированного типа.
14. Изложите устройство и принцип действия центрифуги фильтрующей со шнековой выгрузкой осадка типа ФВШ.
15. Изложите устройство и принцип действия центрифуги фильтрующей с вибрационной выгрузкой продукта типа ФВВ-1000.

16.Изложите устройство и принцип действия центрифуги осадительной горизонтальной со шнековой выгрузкой осадка типа ОГШ.

17.Изложите устройство и принцип действия центрифуги осадительно-фильтрующей тип ОГШ-1350Ф.

18.Изложите устройство и принцип действия вакуум-фильтра типа ДУ80-2,7.

19.Охарактеризуйте основные особенности работы распределительной головки вакуум-фильтра ДУ80-2,7.

20.Изложите устройство и принцип действия системы мгновенной отдувки осадка вакуум-фильтра ДУ80-2,7.

21.Изложите устройство и принцип действия ленточного фильтр-пресс WX-3.0G фирмы Phoenix.