

**РЕСПУБЛИКА УЗБЕКИСТАН
ГОСУДАРСТВЕННОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ НАВОЙСКИЙ
ГОРНО-МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИЙ КОМБИНАТ
НАВОЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГОРНЫЙ ИНСТИТУТ**

**СБОРНИК ЛЕКЦИЙ
по курсу:
«Сортировочно-обоганительное оборудование»**

Навои – 2009

Сборник лекций по курсу «Сортировочно-обогачительное оборудование»
/ Тошов Ж.Б.– Навои: НГГИ, 2009. – 82 с.

В работе приводятся общие сведения о механическом оборудовании для обогащительных фабрик, установки и аппараты для дробления, грохочения, измельчения и т.д. Назначение и принципы работы, конструктивные и кинематические схемы оборудования для сортировки и обогащения полезных ископаемых.

Методические указания предназначены для студентов направлений бакалавриата 5521400 – «Горная электромеханика».

Печатается по решению учебно-методического Совета Навоийского государственного горного института.

Рецензенты:

Заместитель главного
механика НГМК:

Иргашев А.Х.

Декан факультета
“Горное дело” НГГИ

Махмудов А.М.

ВВЕДЕНИЕ

Повышение эффективности общественного производства и производительности труда на основе использования достижений науки и техники является определяющим фактором развития производства.

Развитие и дальнейшее совершенствование производства и управления им в период, когда наука стала производительной силой, определяющей темпы технического прогресса, возможно только на основе широкого внедрения в производство средств автоматизации и вычислительной техники путем создания для этого на предприятиях автоматизированных систем управления, оснащенных современными техническими средствами сбора, передачи, обработки информации и передачи оптимальных решений по результатам обработки на пункты управления.

Республика Узбекистан после достижения независимости страны многого достигла в сфере горного производства и занимает одно из ведущих мест мире по переработке полезных ископаемых в высокосортные рудные концентраты.

Современные обогатительные предприятия оснащены машинами и механизмами для подготовки и обогащения полезных ископаемых. Эти предприятия характеризуются высокомеханизированным и электрифицированным поточным методом производства, наиболее подготовленным к автоматизации контроля и управления.

Для проектирования и эксплуатации оборудования обогатительных фабрик в институтах готовят бакалавров и магистров по специальности «Горная электромеханика» и «Металлургия». Опыт проектирования и эксплуатации обогатительных машин, повышения надежности и производительности их, показал, что только тщательное изучение технологических процессов и оборудования позволит достичь успехов.

В соответствии с этим в учебном плане подготовки бакалавров по специальности «Горная электромеханика» предусмотрено изучение дисциплины «Сортировочно-обогатительное оборудование», связанных с аппаратами и оборудованием обогатительных фабрик.

В соответствии с типовой программой сборник лекций по дисциплине «Сортировочно-обогатительное оборудование» включает в себе: технико-экономическое значение подготовки полезных ископаемых к обогащению; рассмотрены процессы и аппараты грохочения, классификации, дробления, измельчения полезных ископаемых и гравитационные процессы, крайне необходимые при переработке и обогащении руд; современные основные и вспомогательные методы комплексной переработки и обогащения полезных ископаемых. Изложены перспективы развития техники и технологии комплексной сортировки и обогащения руд на горно-обогатительных предприятиях.

Лекция № 1

ТЕМА: Введение. Общие сведения о механическом оборудовании обогатительных фабрик.

План:

1. Общие сведения об обогатительных фабриках.
2. Машины и аппараты обогатительных фабрик.

Цель: ознакомление студентов с механическим оборудованием для обогащения полезных ископаемых.

Для достижения поставленной цели строят новые предприятия и цеха, оснащают высокопроизводительным оборудованием и реконструируют существующие предприятия, осуществляют интенсификацию технологических процессов и модернизацию действующего оборудования с внедрением новых прогрессивных технологических процессов с широким использованием комплексной механизации и автоматизации производственных операций. Предусматривается более полное и комплексное использование рудного сырья, более высокое извлечение из него ценных металлов, широкое применение кислорода как интенсификатора металлургических процессов, а также природного газа и горячего дутья. Все это позволит значительно повысить производительность труда в металлургии.

Современное предприятие цветной металлургии представляет собой более или менее большой сложный комплекс технологического оборудования общего применения: машин и механизмов для транспортирования материалов, теплоэнергетического и электротехнического, металлорежущего, кузнечно-прессового оборудования и др.

При современной технологии обогащения рудного сырья и громадном объеме производства стало рентабельно добывать и перерабатывать сравнительно бедные руды с низким содержанием в них металлов.

На обогатительную фабрику руда поступает в виде кусков различной формы и размеров: наибольшие размеры кусков, поступающих с предприятий подземной добычи, достигают 300-600 мм, а от рудников открытой добычи, где применяются мощные экскаваторы, достигают 1,5 м.

Чтобы получить металл, эти огромные куски подвергают многократному дроблению до мельчайших зернышек размерами 74 мкм и менее. Только таким способом на сегодняшний день можно тонковкрапленные минералы, отделить их от пустой породы и получить необходимые концентраты, пригодные для металлургической переработки.

Современная обогатительная фабрика представляет собой высокомеханизированное предприятие с большим числом параллельно действующих машин и механизмов. Все технологические процессы на фабрике, начиная от крупного дробления и кончая выдачей конечной продукции –

концентрата, связаны конвейерами и гидротранспортом в единую механизированную систему.

Процессы обогащения руды осуществляются в водной среде. Расход воды составляет 4-5 м³ на 1 т перерабатываемой руды. Поэтому обогатительные фабрики располагают в местности, богатой водными ресурсами, и по возможности рядом с рудником.

Экономически выгодно размещать фабрику и металлургический завод вблизи друг от друга и доставлять концентраты на завод гидротранспортом. Обезвоживание и сушку концентрата осуществляют на заводе. Далее концентрат перевозят в специальных контейнерах, что позволяет предотвратить потери металла при транспортировании и выгрузке.

Большое число технологических процессов обогащения руд, когда для каждого получаемого металла применяется практически индивидуальная технология, обуславливает многообразие технологического оборудования. В настоящее время в цветной металлургии насчитывается свыше 400 видов технологического оборудования, включающего несколько тысяч типоразмеров и различное конструктивное исполнение.

Машины и аппараты обогатительных фабрик – преимущественно типовые, стандартизированные (дробилки, мельницы, классификаторы и др.) - такие же как и на фабриках других отраслей промышленности: черной металлургии, горнохимической промышленности и др. Различают следующие машины, в которых осуществляются процессы обогащения: флотационные агрегаты, сепараторы, концентрационные столы, отсадочные машины и др.

Тяжелые условия эксплуатации обуславливают повышенные требования к качеству конструкции и изготовлению технологического оборудования.

Наряду с общими требованиями, предъявляемыми к оборудованию (высокие производительность и коэффициент полезного действия, простота конструкции, малое число простых в изготовлении и надежных в работе деталей, возможность легкой и удобной регулировки параметров, пригодность для работы в автоматическом режиме и др.), особо важное значение, приобретают требования к высокой эксплуатационной надежности, герметичности соединений и безопасности обслуживания.

В металлургии модернизация осуществляется по двум направлениям: замена старого изношенного оборудования новым и совершенствование оборудования в процессе ремонта методом так называемой ремонтной модернизации. Такой модернизации подвергается главным образом оборудование, рассчитанное на длительный срок эксплуатации, связанное с другими аппаратами, механизмами и транспортирующими машинами в общую технологическую цепь (дробилки, мельницы, конвейеры, грузоподъемные краны и др.).

Лекция № 2

Тема: Механическое оборудование для дробления руд. Щековые дробилки

План:

1. Общие сведения о механическом оборудовании для дробления руд.
2. Классификация дробильных машин
3. Конструкция щековых дробилок

Цель: изучение студентами механического оборудования для дробления руд, конструкции щековых дробилок, принципа работы и области их применения.

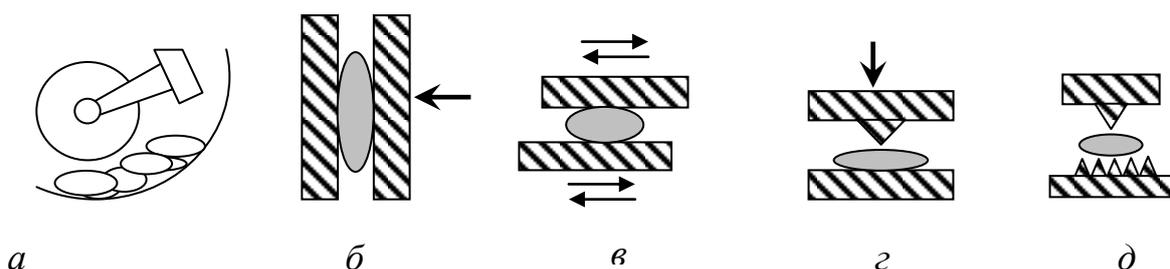
Дроблением называется процесс разрушения кусков руды или других материалов на более мелкие частицы.

Фабрики, где главными технологическими процессами являются дробление и грохочение, получили название дробильно-сортировочных.

Классификация дробильных машин

Чтобы разделить кусок руды или кусок другого материала на части, произвести дробление его, к нему необходимо приложить некоторое усилие извне.

Применение того или другого принципа дробления руды достигается благодаря конструктивным особенностям дробилок. По принципу удара работают молотковые дробилки. В щековых дробилках происходит раздавливание, а в щековых дробилках с ребристыми бронями, кроме того, и раскалывание с изгибом. Конусные дробилки работают по принципу



a- удар; *б*- раздавливание; *в*- истирание; *г*- раскалывание; *д*- раскалывание в сочетании с изгибом

раздавливания и истирания, а если в них попадают куски руды в виде длинных плит, то разрушение происходит от действия изгиба. По принципу раскалывания работают валковые дробилки с зубчатыми валками. Современные дробильные машины подразделяются на четыре основные группы:

1. *Щековые дробилки*, в которых дробление материала происходит периодически - между неподвижной и качающейся гладкими или рифленными щеками.

2. *Конусные дробилки*, дробят куски материала непрерывно между двумя конусами, один из которых качается внутри второго.

3. *Валковые дробилки*, в которых дробление кусков происходит раздавливанием между вращающимися в противоположные стороны гладкими или зубчатыми цилиндрическими валками.

4. *Ударные дробилки*, в которых куски дробятся ударамидвигающихся с большой скоростью специальных деталей, например, молотками у молотковых дробилок

Щековые дробилки.

Щековые дробилки применяют для крупного и среднего дробления преимущественно твердых невязких руд. Дробление производится в рабочем пространстве, образованном неподвижной и подвижной – качающейся щеками (рис. 2.1), в результате раздавливания, раскалывания и разламывания кусков при сближении щёк. Дроблёный материал разгружается через щель во время отхода подвижной щеки от неподвижной. Чтобы предотвратить выброс материала из приемного отверстия дробилки при её работе, максимальное значение угла между щеками, называемого углом захвата, не должно превышать двойного угла трения дробимого материала.

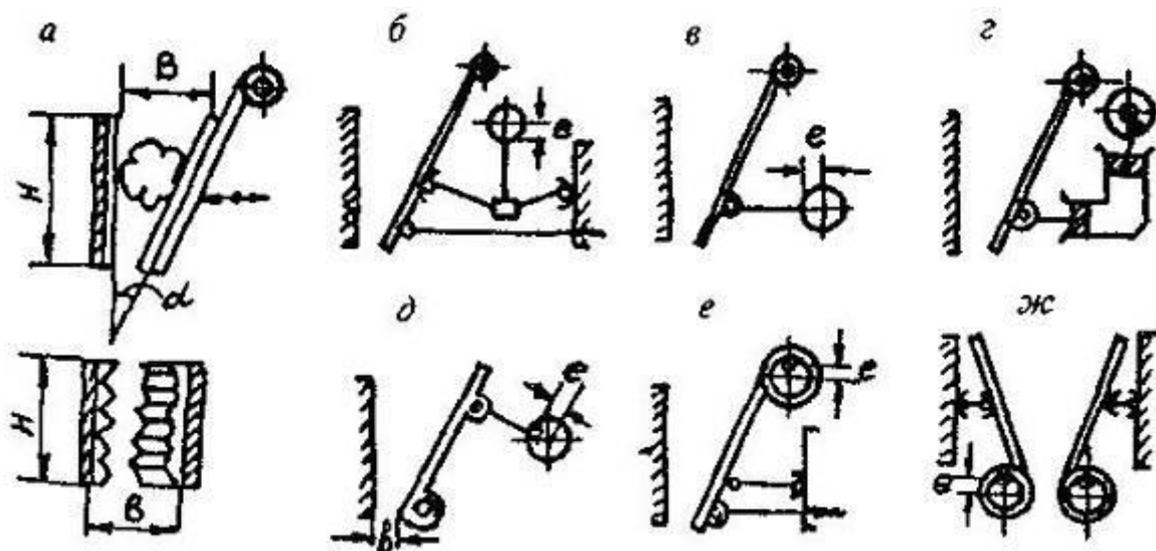


Рис. 2.1. Принцип действия (а) и кинематические схемы щековых дробилок с простым (б – д) и сложным (е, ж) движением щеки

Типоразмеры щековых дробилок характеризуются шириной B и длиной Z их приемного отверстия – пасти ($B \times Z$). Максимальная крупность кусков исходного материала не должна превышать 85 % ширины приемного отверстия.

Крупность дробленого продукта зависит от величины разгрузочной щели b , измеряемой расстоянием от крайней точки выступа на нижнем конце футеровочной плиты одной щеки до наиболее удаленной точки во впадине футеровочной плиты другой щеки при разомкнутом их положении (см. рис. 2.1).

Футеровочные плиты, защищающие неподвижную и подвижную щеки, делают с рифлёной поверхностью из прочных износостойких материалов. При этом выступ на плите неподвижной щеки располагают напротив впадин на плите подвижной щеки, чтобы заменить раздавливание менее энергоёмкими видами деформации (изгибом, сдвигом). Боковые стенки рабочего пространства дробилки футеруются гладкими плитами.

Щековые дробилки различаются между собой способом крепления подвижной щеки и устройством приводного механизма.

В зависимости от расположения оси подвижной щеки различают щековые дробилки с верхним и нижним подвесами.

При нижнем подвесе подвижной щеки (рис. 2.1, д–ж) ширина разгрузочной щели постоянна. Это гарантирует определенную крупность максимального куска в дробленом продукте и более или менее однородный гранулометрический его состав, что является существенным достоинством дробилок данного типа. Однако в результате постоянства ширины разгрузочной щели создаются застойные зоны в нижней части приёмного отверстия дробилки; это затрудняет выход дробленого продукта и вызывает забивание дробилки даже при небольших перегрузках, снижает производительность и повышает расход энергии на единицу готового продукта. Поэтому более широкое применение в различных отраслях промышленности получили дробилки с верхним подвесом подвижной щеки (рис. 2.1, а–г), лишенные указанных недостатков, хотя переменная ширина разгрузочной щели у них и вызывает некоторую неоднородность гранулометрического состава дробленого продукта.

В зависимости от кинематической схемы привода, дробилки с верхним и нижним подвесом щеки могут быть двух типов с простым и сложным движением щеки.

В дробилках с простым движением щеки (типа ЩДП) подвижная щека имеет одну неподвижную точку – центр вращения; все остальные точки ее описывают вокруг него дуги окружностей разного радиуса (см. рис. 2.1, а–д). Они выпускаются с различными приводными механизмами. Чаще всего применяют шарнирно-рычажный механизм (рис. 2.2, а). В этом случае в коренных подшипниках 8, установленных на раме 1 дробилки, монтируется приводной эксцентриковый вал 7, на котором крепится шатун 3. Вал приводится во вращение шкивом клиноременной передачи. В нижней части шатуна 3 во вкладышах устанавливаются распорные плиты 12, одна из которых упирается другим концом через вкладыш в подвижную щеку 4, а другая – через вкладыш в упорную деталь задней стенки дробилки, которая снабжена также

устройством (клином 11 с винтом 9) для регулирования ширины разгрузочной щели. Распорные плиты удерживаются в гнездах вкладышей за счет составляющей массы подвижной щеки 4, установленной на оси 5, и

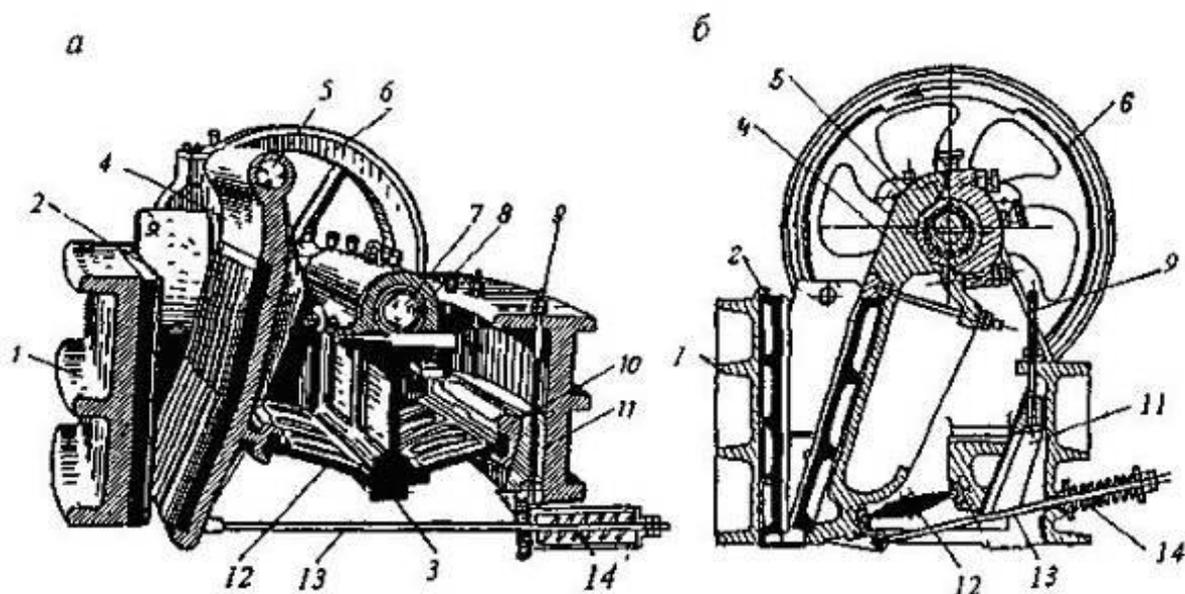


Рис. 2.2. Щековые дробилки с простым (а) и сложным (б) движением щеки

горизонтальной штангой 13 с опорной пружиной 14, оттягивающей нижний конец подвижной щеки. При вращении эксцентрикового вала 7 ось подвеса шатуна перемещается по круговой траектории, а нижний его конец совершает возвратно-поступательное движение в вертикальном направлении с амплитудой, равной удвоенному радиусу эксцентриситета вала. При движении шатуна вверх угол между распорными плитами 12 увеличивается и подвижная щека приближается к неподвижной 2, совершая рабочий ход. В это время происходит раздавливание крупных кусков, разгрузочная щель уменьшается до минимального размера, а пружина 14 сжимается.

При обратном движении шатуна подвижная щека 4 отходит от неподвижной, совершая холостой ход под действием собственной силы тяжести и разжатие пружины; разгрузочная щель расширяется, обеспечивая разгрузку дробленого продукта. Для выравнивания нагрузок на вал надеваются два массивных маховика б, аккумулирующих энергию при холостом ходе и отдающих ее при рабочем ходе.

Помимо дробилок с шарнирно-рычажным механизмом привода, имеются, но гораздо реже используются дробилки с кривошипно-шатунным (рис. 2.1, в, б) и кулачковым приводом. Канадской фирмой «Голди» изготовлены опытные щековые гидрокинетические дробилки с гидравлическим приводом (рис. 2.1, г). Дробилка имеет две симметрично расположенные щеки, приводимые в движение с помощью дебалансных вибраторов, вращаемых от отдельных электродвигателей.

Характерной особенностью современных щековых дробилок с простым движением щеки является использование дробящих поверхностей с криволинейным продольным профилем. Это позволяет, при наличии в материале большого количества мелких кусков, сразу проваливающихся в нижние зоны камеры дробления, существенно уменьшить забивание дробилки, снизить износ футеровочных плит и повысить производительность дробилки при том же расходе энергии. Для увеличения степени дробления изготавливают дробилки с увеличенной высотой H камеры дробления, в 2,0–2,3 раза превышающей ширину B приемного отверстия (см. рис. 2.1). При этом футеровку неподвижной щеки в нижней части скашивают для образования в месте разгрузки параллельной зоны. Сочетание криволинейных профилей с большой глубиной дробильной камеры и увеличенной длиной параллельной зоны предопределяет более эффективную работу дробилки.

В дробилках со сложным движением щеки (типа ЩДС) привод осуществляется непосредственно от приводного эксцентрикового вала, на котором подвешивается щека (см. рис. 2.1, е и 2.1, б); другой конец щеки опирается на распорную плиту, устанавливаемую во вкладышах щеки и регулировочного клина упорного устройства задней стенки дробилки. При вращении приводного вала все точки рабочей поверхности щеки описывают траекторию овального вида.

Имеются дробилки ЩДС с двумя подвижными щеками (см. рис. 2.1, ж). Направление движения обеих щек может быть выбрано любое. В случае движения щек в момент сближения вниз достигается повышенная производительность, при движении вверх – особо мелкое дробление (до 5 мм). В случае дробления глинистых руд для самоочистки полости, щеки могут двигаться в противоположные стороны. Предложенные дробилки ЩДС с двумя парами щек для параллельного или последовательного дробления весьма сложны, неудобны для наблюдения и регулировки.

Дробилки со сложным движением щеки позволяют получать более равномерный по крупности конечный продукт и работают с большей степенью дробления, чем дробилки с простым движением щеки.

Недостатком дробилок является то, что усилия дробления передаются непосредственно эксцентрику приводного вала, а это затрудняет создание дробилок больших размеров и применение их для крупного дробления. Кроме того, подвижная щека при дроблении движется не только в горизонтальном, но и в вертикальном направлении по отношению к неподвижной щеке, поэтому материал в дробилке подвергается не только раздавливанию и разламыванию, но и истиранию и резанию, что приводит к образованию большого количества мелочи и вызывает повышенный износ дробящих плит. По этим причинам дробилки со сложным движением щеки применяют преимущественно для среднего дробления малоабразивных руд и в тех случаях, когда не противопоказано переизмельчение их при достаточно высокой степени дробления.

Производительность щековых дробилок зависит в основном от физических свойств руды, размеров загрузочного и разгрузочного отверстий, степени дробления (изменяющейся обычно от 3 до 5), скорости вращения эксцентрикового вала, характера поверхности и движения щек, угла захвата и амплитуды движения подвижной щеки. Приближенно объемную производительность Q дробилки, $\text{м}^3/\text{ч}$, в зависимости от конструктивных параметров определяют по формуле:

$$Q = Z\sqrt{B}(1479b - 40B), \quad (2.1)$$

а потребляемую при этом мощность N , кВт, — по формуле:

$$N = 5ZHSn \quad (2.1)$$

Простота конструкции, обслуживания и ремонта щековых дробилок привела к довольно широкому использованию их на обогатительных фабриках средней производительности, несмотря на существенные недостатки, сильную вибрацию при работе, забивку рудой при неравномерной загрузке, неоднородной крупности дробленого продукта.

Лекция №3

ТЕМА: Конусные дробилки для крупного, среднего и мелкого дробления.

План:

1. Общие сведения о конусных дробилках.
2. Классификация конусных дробилок.
3. Конструкция конусных дробилок.

Цель: изучение студентами конструкции конусных дробилок, принципов работы и области их применения.

Конусные дробилки получили широкое распространение в горнорудной промышленности для крупного, среднего и мелкого дробления руд, горно-химического сырья и строительных горных пород. Дробление осуществляется в кольцевом пространстве между неподвижным и подвижным (дробящим) конусами (рис. 3.1). Подвижный конус, как бы обкатывая внутреннюю поверхность неподвижного конуса, производит дробление крупных кусков в результате их раздавливания, а также частично истирания и разламывания вследствие криволинейной формы дробящих поверхностей. Исходный материал (рис. 3.1, а) загружается сверху в пространство 4 между подвижным 3

и неподвижным 2 конусами, а разгрузка дробленого продукта производится вниз под дробилку через щель 1 во время отхода подвижного конуса от неподвижного.

Неподвижный конус образован внутренней поверхностью верхней части корпуса дробилки. Подвижный конус насажен на вал и его движение по неподвижному конусу обеспечивается несколькими способами, основной – закрепление нижнего конца вала в стакане эксцентрично. При вращении эксцентрикового стакана через зубчатую передачу ось вала описывает коническую поверхность (см. рис. 3.1, а, г). В других конструкциях крепление вала осуществляется в соосных подшипниках с эксцентриситетом относительно оси неподвижного конуса (рис. 3.1, б). В конструкции инерционной - без эксцентриковой конусной дробилки (рис. 3.1, в), разработанной сотрудниками Механобра, подвижный конус приводится во вращение приводом с дебалансным (неуравновешенным) грузом на нижнем конце вала. Передача вращения от редуктора электродвигателя к валу осуществляется через шарнирный шпиндель, на верхнюю головку которого опирается стакан с дебалансом (одетый на нижний конец вала).

Помимо привода, конструкции дробилок различаются профилем рабочего пространства, конструкцией опорного устройства, конструкцией и принципом действия устройства защиты от поломок, способом регулирования разгрузочной щели.

Главным различием конусных дробилок для крупного, среднего и мелкого дробления является профиль их рабочего пространства. У дробилок для крупного дробления (см. рис. 3.1, а, б, д) оно приспособлено к приёму крупных кусков и кольцевое пространство между подвижным и неподвижным конусами расширяется в верхней части. Максимальный диаметр дробящего конуса примерно в 1,5 раза превышает ширину приемного отверстия дробилки, а ширина разгрузочной щели составляет около 0,1–0,2 от его размера. Криволинейные очертания футеровки в нижней её части уменьшают возможность забивания дробилки (см. рис. 3.1, а, б). Профиль рабочего пространства конусных дробилок для среднего (см. рис. 3.1, в, г, ё) и мелкого (см. рис. 3.1, г, ж, з) дробления предусматривает приём более мелкого материала и позволяет выдавать относительно равномерный по крупности кусков дробленый продукт. Дробилки мелкого дробления по сравнению с дробилками среднего дробления имеют большую длину «параллельной зоны» между конусами и меньшую высоту дробящего конуса, поэтому их называют еще короткоконусными. Производительность дробилок среднего и мелкого дробления пропорциональна площади разгрузочной щели. Учитывая небольшую ее ширину, стремятся увеличивать ее длину за счет применения пологих дробящих конусов.

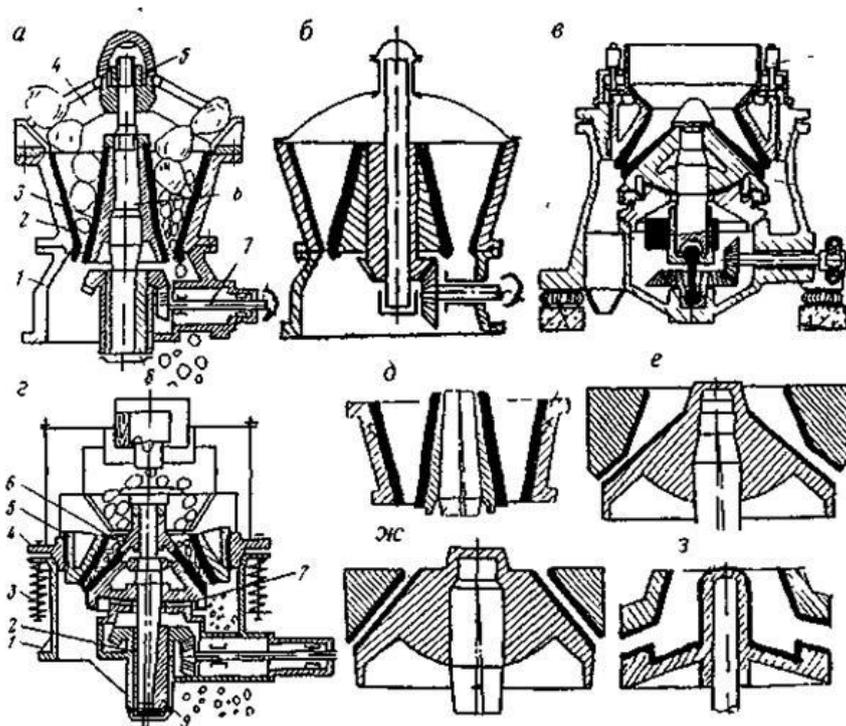


Рис. 3.1. Схемы устройства (а–г) и профили рабочего пространства (д–з) конусных дробилок для крупного (а, б, д), среднего (е, г, е) и мелкого (г, ж, з) дробления.

Разгрузке дробленого продукта при этом способствует увеличение эксцентриситета качания конуса. Если у дробилок крупного дробления эксцентриситет стакана меньше 25 мм, то у дробилок среднего и мелкого дробления его значение превышает 100 мм. Весьма пологий конус (диск) имеют дробилки «Жиродиск» (см. рис. 3.1, з) для весьма мелкого дробления (до 6 мм и мельче). Профиль футеровки диска и камеры дробления создают условия для самодробления материала. Конус-Диск имеет высокую частоту качаний, и разрушение материала происходит в результате быстрого нажатия–удара и истирания в многослойной массе зерен. Зерна получают преимущественно изометрической (кубической) формы, что имеет важное значение для повышения качества песка, получаемого дроблением горных пород–гранита, базальта, известняка. Дробилки для крупного дробления (ККД) имеют обычно подвесной вал, закрепленный на верхнем шарнире (см. рис. 3.1, а, б). Ширину разгрузочной щели (от 75 до 300 мм) и крупность дробленого продукта при этом регулируют (см. рис. 3.1, а) вручную навинчиванием специальной гайки 5 на резьбу верхнего конца вала 6 в шарнире, вызывающем подъём или опускание его вместе с дробящим конусом 3. Предотвращение поломок при попадании в дробилку недробимых (например, металлических) предметов достигается установкой на приводном валу 7 четырех пальцев (шпонок), которые при резком возрастании нагрузки на привод срезаются, что приводит к немедленной остановке дробилки.

Дробилки для среднего дробления или стандартные (КСД) и для мелкого дробления или короткоконусные (КМД) имеют консольный вал 2,

опирающийся дробящим конусом внизу на сферический подпятник 7 (см. рис. 3.1, г). Регулирование ширины параллельной зоны разгрузочной щели дробилок производят поворотом наружного (неподвижного) конуса 6 с помощью домкратов по винтовой нарезке 5 между ним и установочным кольцом 4 дробилки 1, что приводит к уменьшению или увеличению зазора между конусами. Для предохранения дробилки от поломок при попадании в неё недробимых предметов, болты крепящие установочное кольцо к верхнему фланцу станины, снабжены системой амортизирующих пружин 3. В новых конструкциях дробилок Уралмашзавода прижатие конусов, амортизация и регулирование ширины разгрузочной щели осуществляются с помощью гидропневматической системы. Вместо пружин применяются пневматические цилиндры, наполненные азотом, а между установочным кольцом и неподвижным конусом расположена резиновая кольцевая камера, заполняемая жидкостью. Регулировка разгрузочной щели производится изменением давления жидкости в гидроцилиндрах, соединенных с кольцевой камерой.

В современных крупных конусных дробилках для крупного, среднего и мелкого дробления (например, КРД, КСД-ГРЩ, «Гидрокон» и др.) используют гидравлическую амортизацию и регулирование ширины разгрузочной щели. В этом случае (рис. 3.2) вал 3 опирается на плунжер 2, цилиндр 1, который заполнен маслом и соединен маслопроводом с газовым аккумулятором 6,

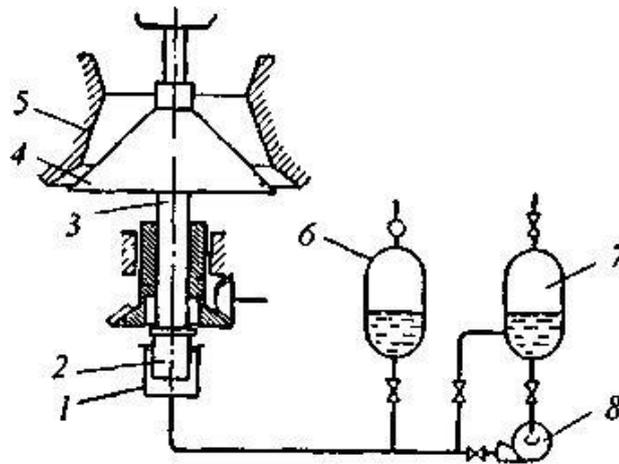


Рис. 3.2. Схема гидравлической амортизации, зоны дробления и регулирования разгрузочной щели конусных дробилок.

насосом 8 и сборником масла 7. Регулирование разгрузочной щели осуществляется подъёмом или опусканием дробящего конуса и при нагнетании в цилиндр 1 или выпуске из него масла. При попадании в зону дробления недробящегося тела конус 4 опускается, нажимая на плунжер 2, который будет передавливать масло из цилиндра 1 в газовый аккумулятор 6 до тех пор, пока между конусами 4 и 5 не образуется щель, по ширине достаточная для прохождения недробящегося тела. Поскольку под действием поступающего в аккумулятор 6 масла находящийся в нем газ сжимается, то как только зона дробления освободится от недробящегося тела, сжатый газ снова передавит

масло из аккумулятора в цилиндр 1, плунжер 2 поднимется и конус 4 займет прежнее положение.

Дробилки с гидравлической амортизацией и регулированием разгрузочной щели пригодны для работы в автоматическом режиме.

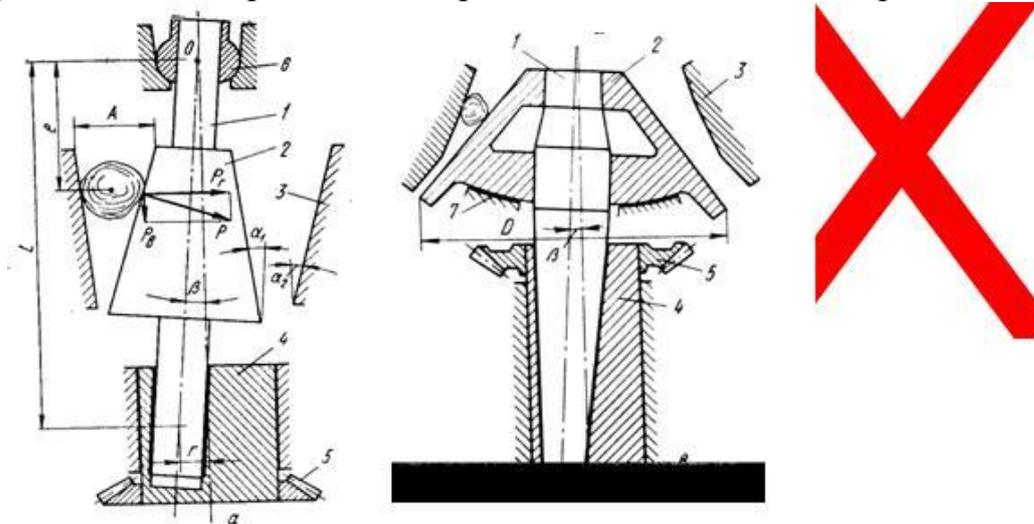


Рис. 3.3 Схемы конусных дробилок:

а — гирационная с подвесным валом; б — с консольным валом для среднего и мелкого дробления (КСД и КМД); в — разрез общего вида конусной дробилки.

Конусные дробилки характеризуются высокой производительностью, сравнительно низким удельным расходом электроэнергии и достаточно равномерным по крупности дроблёным продуктом. Типоразмеры их определяются диаметром подвижного конуса, у дробилок типа КМД он может быть более 3000 мм. В зависимости от типоразмера дробилок, физических свойств (крепости, влажности, крупности) руды, степени Дробления и других факторов, производительность дробилок крупного дробления колеблется от 150 до 2300 м³/ч, дробилок среднего дробления — от 20 до 2000 т/ч, дробилок мелкого Дробления — от 20 до 1000 т/ч. Степень дробления у конусных дробилок крупного дробления составляет обычно 3–5, дробилок среднего и мелкого дробления — от 4 до 7. Ширина загрузочного отверстия у различных типоразмеров дробилок крупного дробления может быть от 500 до 1500 мм, что позволяет дробить материал с максимальной крупностью кусков 1200 мм.

К недостаткам конусных дробилок относится сложность конструкции, затрудняющая их ремонт и обслуживание, а также неудовлетворительная их работа при дроблении глинистых и вязких материалов, которые быстро забивают (запрессовывают) рабочую зону и разгрузочную щель дробилки.

Принцип действия всех конусных дробилок одинаков. Дробление руды происходит непрерывно в момент приближения подвижного конуса к неподвижному.

В настоящее время конусные дробилки изготавливаются двух типов:

- с подвесным валом и крутым конусом - для крупного дробления;

- с консольным валом и пологим конусом - для среднего и мелкого дробления.

Подвижный дробящий конус футеруется броневыми плитами в два или три ряда по высоте конуса. ККД-1200 – конусная крупного дробления с шириной загрузочного отверстия 1200 мм.

Производительность щековой дробилки зависит от многих факторов: величин загрузочной и разгрузочной щелей, угла захвата, числа оборотов вала, высота дробящего пространства, физико-механических свойств дробимого материала, характера движения подвижной щеки и др. При постоянной ширине щели производительность дробилки возрастает с уменьшением крупности загружаемого материала, а при постоянной крупности питания, снижается с уменьшением выпускной щели. Исследованиями установлено, что при уменьшении щели до $\frac{1}{3}$ номинальной величины производительность падает прямо пропорционально этому уменьшению ширины щели, т.е. производительность снижается быстрее.

Из эмпирических формул наиболее распространена следующая:

$$Q=0,1 Ve$$

Где e - наибольшая величина разгрузочной щели, м;

V – длина зева дробилки, м.

Лекция №4

ТЕМА: Валковые и молотковые дробилки.

3План:

1. Валковые дробилки.
2. Классификация дробилок.
3. Молотковые дробилки и их конструкции.

Цель: ознакомление студентов с конструкцией валковых и молотковых дробилок, принципами работы и областями их применения.

Валковые дробилки.

В валковых дробилках материал дробится двумя валками, вращающимися навстречу один другому. Дробимый материал, поступивший в пространство между валками сверху, затягивается ими и дробится. Дробленный продукт выпадает из дробилки под действием силы тяжести.

Валковые дробилки бывают с гладкими, рифлеными и с зубчатыми валками. Дробилки с гладкими валками применяются главным образом для среднего и мелкого дробления твердых пород. Иногда их применяют для мелкого дробления угля и кокса.

Зубчатая дробилка при крупном дроблении форма зубьев клювообразная, высотой от 40 до 100 мм; при мелком копьевидная, высотой примерно 30 мм. Валки зубчатых дробилок больших размеров ($D \times L = 1500 \times 1200$ мм)

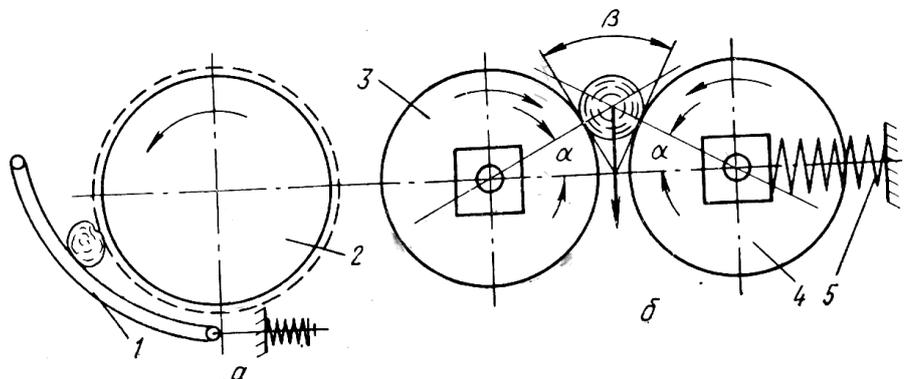


Рис. 4.1 Схема валковых дробилок:
а- одновалковая; б- двухвалковая.

приводятся в движение электродвигателем посредством одного редуктора и двух карданных валов ДГ – 400 х 250 – двухвалковая дробилка с гладкими валками диаметр валка 400 мм длина 250 мм; ДДЗ-4 – двухвалковая зубчатая дробилка диаметр 400 мм (рис. 4.1).

Производительность дробилки можно определить по следующей формуле:

$$Q = 0.47 \mu \gamma n l R a \quad \text{т/ч}$$

где μ - коэф. разрыхления материала, равный для крепких пород 0,2-0,3 и для средних и мягких пород 0,5-0,6;

γ - плотность материала, кг/см³;

n - число оборотов валков в 1 мин;

l и R - длина и радиус валков, см;

a - расстояние между валками, см.

Недостатки валковых дробилок – очень малая единичная производительность, малая степень дробления и непригодность для дробления очень крепких материалов. Вследствие этих недостатков валковые дробилки на современных обогатительных фабриках устанавливают редко.

Дробилки ударного действия

В молотковых и роторных дробилках ударный ротор вращается в рабочем пространстве корпуса, футерованного специальными броневыми плитами.

Удары по кускам материала в молотковых дробилках (рис. 4.2) наносятся молотками, укрепленными на роторе машины шарнирно. Ротор состоит из насаженных на вал дисков, по периферии которых через отверстия пропущены стержни, служащие осями дробящих молотков. Поскольку сила удара определяется массой молотка, то для крупного дробления устанавливается меньшее число рядов тяжелых молотков, а для

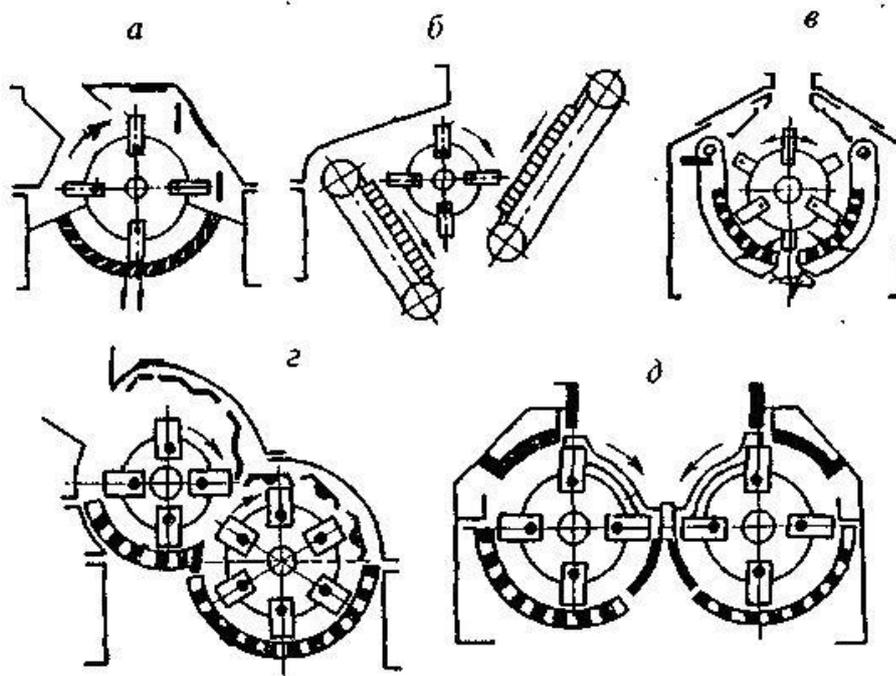


Рис. 4.2. Схемы однороторных (а—в) и двухроторных (г, д) молотковых дробилок

мелкого дробления – большее число рядов легких молотков. Наибольшая эффективность наблюдается при дроблении хрупких руд и материалов.

В роторных дробилках (рис. 4.2) удары по кускам дробимого материала производятся выступами ротора, или билами, жестко заделанными в роторе. Сила удара при этом определяется не только массой била, но и самого ротора. Это позволяет применять роторные дробилки для разрушения крупных кусков сравнительно прочных материалов.

Молотковые и роторные дробилки изготавливают с ротором диаметром до 2000 мм, длиной до 3000 мм и окружной скоростью до 117 м/с. Они пригодны для крупного, среднего и мелкого дробления.

Дробимый материал поступает в рабочее пространство дробилки через загрузочное отверстие. Разрушение кусков вызывается ударом молотков или бил, ударом кусков о специальные отбойные плиты или бронестержни и при взаимном их столкновении, раздавливанием и истиранием кусков молотками или билами на колосниковой решетке. Дробленный продукт разгружается вниз под дробилку.

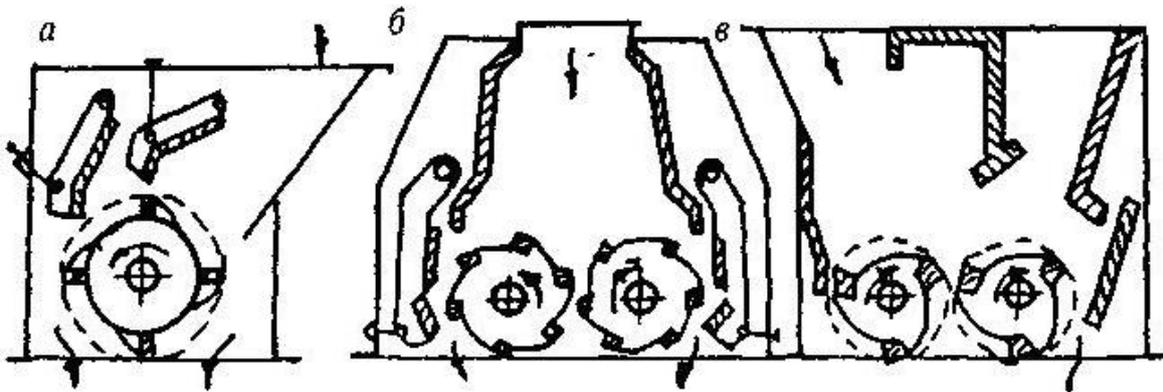


Рис. 4.3. Схемы роторных дробилок с одним (а) и двумя (б, в) роторами

Для предотвращения вылета кусков из приемного отверстия предусмотрены закрытые сверху коробки, вход материала в которые имеет штору из конвейерных лент или цепей. Эту же коробку используют и для отсоса пыли, образующейся при дроблении.

Отбойные плиты изготавливаются в виде массивных отливок волнистой или зубчатой формы, иногда с продольными или поперечными щелями. В молотковых дробилках они устанавливаются неподвижно, в роторных – или подвешиваются совершенно свободно, или снабжаются пружинными амортизаторами, что позволяет им поворачиваться вокруг своей оси, если сила удара превышает известную величину или при попадании в дробилку недробимого предмета.

В зависимости от назначения дробилок их изготавливают одно- и двухроторными, с колосниковыми решетками и без них, со встроенными в корпус тяжелыми конвейерами, реверсивными или неревверсивными.

Дробилки с колосниковой решеткой (см. рис. 4.2, г, д) предназначены для окончательного мелкого дробления материала. Колосниковые решетки занимают от 80 до 180 нижней части окружности ротора и позволяют получить более равномерный по крупности дробленый продукт. Однако они часто забиваются, ломаются, и для дробления глинистых и вязких руд обычно применяются молотковые или роторные дробилки без колосниковых решеток. Получение равномерного по крупности дробленого продукта при этом обеспечивается повышенной скоростью вращения ротора, при которой куски дробимого материала подвергаются многократному ударному воздействию молотков или бил за время их прохождения через дробилку.

Применение двухроторных дробилок с последовательным или параллельным расположением в них роторов (см. рис. 4.2, г, д) позволяет существенно увеличить производительность. Наличие двух вращающихся навстречу друг другу роторов обуславливает сокращение до минимума возможности залипания в дробилке материалов с критическим пределом влажности, равной 6–10 % для молотковых и 15 % для роторных дробилок.

Дробилки со встроенными в корпус тяжелыми пластинчатыми конвейерами (см. рис. 4.2, б), играющими роль подвижных отбойных плит, обеспечивающих самоочистку дробилки, применяют для дробления более влажных (до 30–40 % влажности), вязких глинистых, склонных к забиванию липких руд, например, бокситов и аналогичных им глинистых полезных ископаемых. Реверсивность дробилок, позволяющая менять направление вращения их ротора, обеспечивает двухстороннее использование молотков или бил без разборки дробилок для их поворота. На молотки и била для их износостойкости обычно наплавляют твердые сплавы.

Используемый принцип дробления, простота, компактность и малая масса конструкции дробилок ударного действия определяют ряд их достоинств:

- высокую степень дробления в результате многократного ударного воздействия молотков, бил или стержней на куски материала при прохождении его через дробящее пространство. Степень дробления у однороторных дробилок достигает 15, у дезинтеграторов и двухроторных дробилок – 40. Вследствие заметного снижения производительности дробилок при большой степени дробления ее значение редко превышает 10. Регулировка степени дробления осуществляется изменением скорости вращения ротора, размера отверстий колосниковой решетки, величины зазора между ней и молотками или билами ротора;

- высокую производительность на единицу массы машины и занимаемого ею объема. Стоимость их на единицу производительности 1,5–2 и в 3,5–5,5 раза ниже, чем валковых и щековых дробилок, а масса соответственно в 4 и в 4,5–5 раз меньше. Общая производительность дробилок зависит от диаметра, длины и скорости вращения ротора, физических свойств руды, степени дробления, влажности, конструктивных особенностей и может достигать 500 т/г при дроблении руды средней твердости;

- более низкий, по сравнению с щековыми, конусными и валковыми дробилками, удельный расход электроэнергии при меньшей в 1,1–2,0 раза установочной мощности электродвигателей у дробилок ударного действия;

- возможность применения их для дробления вязкого глинистого материала с повышенной влажностью, который в дробилках с качающимися рабочими поверхностями прессуется;

- возможность осуществления в них избирательного дробления, например, алмазо- и изумрудсодержащих руд, углей и других полезных ископаемых.

Недостатком дробилок ударного действия, по сравнению с щековыми и конусными, является более высокий износ дробящих тел и футеровочных плит при дроблении абразивных и прочных материалов. Если при дроблении мягких известняков, углей, сланцев расход стали в молотковых и роторных дробилках составляет всего 1,5–15 г/т, то при дроблении материалов высокой крепости он возрастает до 150–200 г/т.

Для конусных дробилок при той же степени дробления (в сумме по всем стадиям) расход стали, даже на более крепких рудах, обычно составляет от 30 до 70 г/т.

Преимущества ударных дробилок тем больше, чем меньше прочность дробимого материала, поскольку увеличение прочности материала, резко снижающее производительность и надежность работы ударных дробилок, оказывает значительно меньшее влияние на щековые и конусные дробилки, производительность которых в основном определяется скоростью разгрузки материала. Поэтому дробилки ударного действия применяют для дробления и измельчения материалов низкой и средней прочности: углей, известняков, доломитов, гипса, барита, мела, мергеля, асбестовых руд, каменных солей и т. п. Применение их в этих случаях, вместо более дорогих конусных и щековых дробилок, может дать существенный экономический эффект, особенно по капитальным затратам.

Молотковые и роторные дробилки устанавливают на фундаментах, масса которых примерно в три раза превышает массу дробилок. Между корпусом дробилки и фундаментом устанавливают амортизирующие прокладки из деревянных брусьев и толстой резины. Большие скорости вращения роторов и значительные центробежные силы, возникающие при этом, требуют тщательной балансировки всех вращающихся деталей.

Во время работы дробилки следует обеспечивать: равномерное поступление дробимого материала и удаление дробленого продукта; улавливание недробимых тел из материала, поступающего на дробление; исправную работу системы смазки. При дроблении материалов с высокой влажностью или большим содержанием мелочи необходимо периодически проверять и очищать колосниковую решетку.

Лекция № 5

ТЕМА: Механическое оборудование для измельчения руд.

ПЛАН:

1. Конструкция барабанных мельниц.
2. Конструкция шаровых мельниц с решеткой.
3. Конструкция стержневых мельниц.

Цель: ознакомление студентов с механическим оборудованием обогатительных фабрик для измельчения руд. Конструкциями барабанных и шаровых мельниц, принципами работы и областями их применения.

Измельчение руды производится обычно в аппаратах, называемых мельницами, и является последней стадией процесса уменьшения крупности

руды перед ее обогащением. В зависимости от формы барабана мельницы бывают: цилиндрические и конические, шаровые, стержневые и самоизмельчения.

Руда в мельнице измельчается под действием удара падающих дробящих тел (шаров, стержней или крупных кусков руды). Руда в мельнице измельчается не только под действием удара, но и истирается между дробящими телами и внутренней поверхностью мельницы. Мельница загружается через пустотелую загрузочную цапфу с одного конца, а разгружается с другого конца через разгрузочную цапфу. Измельчение может быть мокрым и сухим.

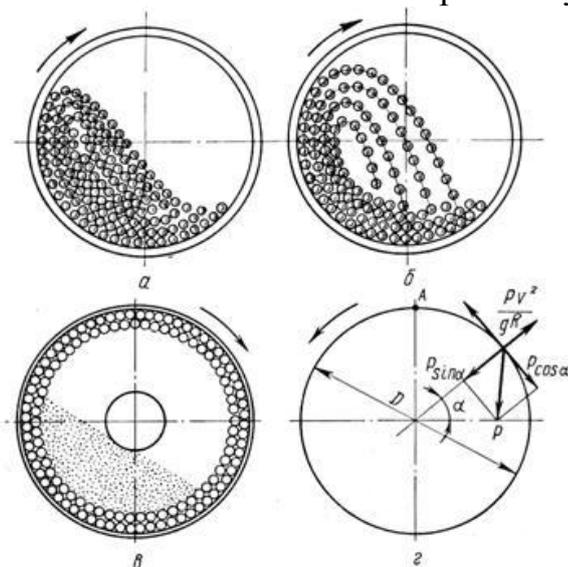


Рис. 5.1. Схема движения шаров:
 а — при каскадном режиме работы, б — при водопадном режиме работы,
 в — при сверхкритической скорости, г — расчетная схема

В барабанных мельницах дробящими телам является кованные или штампованные стальные шары, которые при вращении мельницы поднимаются на определенную высоту и, падая, измельчают руду.

Барабанная мельница представляет собой корпус (барабан) с двумя торцевыми крышками имеющими пустотелые цапфы. Цапфами барабан опирается на подшипники и вращается вокруг горизонтальной оси от приводного механизма через зубчатую передачу. Загрузка материала осуществляется питателем через горловину загрузочной цапфы, а выгрузка измельченного материала (продукта) через разгрузочную цапфу. Внутренние поверхности барабана и крышек защищены от истирания – зафутерованы плитами.

По форме барабана мельницы бывают цилиндрические, цилиндро-конические и конические.

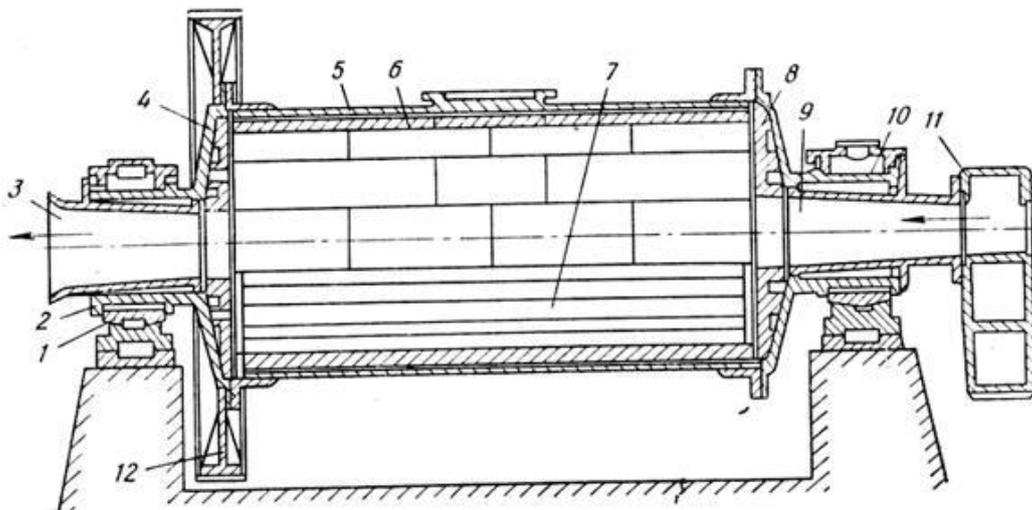


Рис. 5.2. Барабанная мельница
 1-подшипник; 2, 10-пустотелье цапфы; 3, 9-горловина разгрузочной и загрузочной цапфы; 4-торцовая крышка; 5-корпус (барабан); 6, 8-футеровочная шита; 7-стержень; 11-питатель; 12-зубчатая передача.

Цилиндрические мельницы в свою очередь разделяются на конические, длинные или трубные. Отношение длины барабана к диаметру в коротких мельницах находится в пределах 0,65-2,0, а в длинных – в пределах 4-6. Длинные мельницы применяют в глинозёмном производстве. Барабаны этих мельниц разделяют по длине специальными перегородками на 2-4 камеры и используются в процессах сухого измельчения.

Мельницы измельчающие руду на обогатительных фабриках, работают исключительно в условиях мокрого измельчения - вместе с рудой поступает в барабан и вода, примерно 25-60% от массы измельчаемой руды. В зависимости от способа разгрузки продукта из барабана различают: мельницы с центральной разгрузкой (МШЦ), при которой продукт (пульпа) свободно сливается через разгрузочную цапфу; мельницы с разгрузкой через решетку (МШР).

Производительность барабанной мельницы зависит от многих факторов, её определяют пока только на основании опытных данных по эмпирическим формулам:

$$Q=KD2.6L \quad \text{т/ч}$$

где D и L – диаметр и длина барабана, м;

K - опытный коэффициент учитывающий величину шаровой загрузки, размер шаров, физическое свойство измельчаемого материала, крупность исходного материала и продукта измельчения и др.; величина коэффициента колеблется от 0,5 до 2,93.

Технические характеристики барабанных мельниц приведены в табл. 5.1.

Тип мельницы	Основные размеры барабана, мм		Рабочий объем, м ³	Номинальное число оборотов барабана в 1 мин	Мощность электродвигателя квт	Масса, т	
	диаметр	длина				Мельница без электрооборудования	Барабан с дробящей загрузкой и пульпой
Мельницы с центральной разгрузкой шаровые (МШЦ) и стержневые (МСЦ)							
МШЦ 9-18	900	1800	1,0	42	22	8	10
МСЦ 9-18				33			
МШЦ 12-24	1200	2400	2,5	35	55	16	25
МСЦ 12-24				28			
МШЦ 15-31	1500	3100	4,0	30	100	20	30
МСЦ 15-31				25			
МШЦ 18-30	1800	3000	6,4	26	130	30	-
МШЦ 21-30	2100	3000	8,0	24	200	50	75
МСЦ 21-30				16,5			
МШЦ 27-36	2700	3600	16,0	21	400	85	125
МСЦ 27-36				15,6			
МШЦ 32-45	3200	4500	32,0	19,8	800	145	220
МСЦ 32-45				14,6			
МШЦ 36-55	3600	5550	50,0	18,2	1250	170	300
МСЦ 36-55				13,6			
МШЦ 40-55	4000	5500	63,0	17,4	1600	205	450
МСЦ 40-55				12,9			
МШЦ 45-60	4500	6000	80,0	16,0	-	-	600
МСЦ 45-60				12,5			
Мельницы с решеткой (МШР) шаровые							
МШР 9-9	900	900	0,45	40	13	6,7	7
МШР 12-12	1200	1200	1,12	35	30	13	14
МШР 15-16	1500	1600	2,24	30	55	15	15
МШР 21-15	2100	1500	4,5	24,4	130	41	40
МШР 21-22	2100	2200	6,3	24,6	160	44	48
МШР 27-21	2700	2100	10,0	21	300	72	68
МШР 27-27	2700	2700	14,0	21	380	76	85
МШР 32-31	3200	3100	22,4	19,8	630	98	125
МШР 36-40	3600	4000	35,5	18	1000	154	200
МШР 36-50	3600	5000	45,0	18	1250	180	250
МШР 40-50	4000	5000	55,0	17,4	1600	220	310
МШР 45-50	4500	5000	71,0	16,5	-	254	390

Мельница имеет централизованную систему жидкой смазки головных подшипников ведущей шестерни и редуктора. Маслосистема устроена аналогично маслосистемам, применяемым в дробилках. В комплекс маслосистемы входят: шестеренчатый насос, фильтр, холодильник, маслобак и приборы, контролирующие температуру и давление в маслосистеме.

Приводный механизм состоит из электродвигателя, редуктора и двух соединительных муфт. Вращательный момент передается барабану через разгрузочную цапфу. Цапфа имеет специальную горловину.

Шаровая мельница с решеткой (МШР) отличается от мельницы с центральной разгрузкой только конструкцией отдельных узлов, в частности отличается в основном узел разгрузки продукта. Разгрузка продукта происходит через решётку составленную из отдельных плит со щелями для выхода измельченного материала. В пространстве между решеткой и разгрузочной крышкой предусматриваются лифтеры (вычерпыватели) в виде рёбер или отдельных черпаков, которыми пульпа зачерпываясь, поднимается до определённого уровня и сливается внутрь цапфы для выхода из барабана.

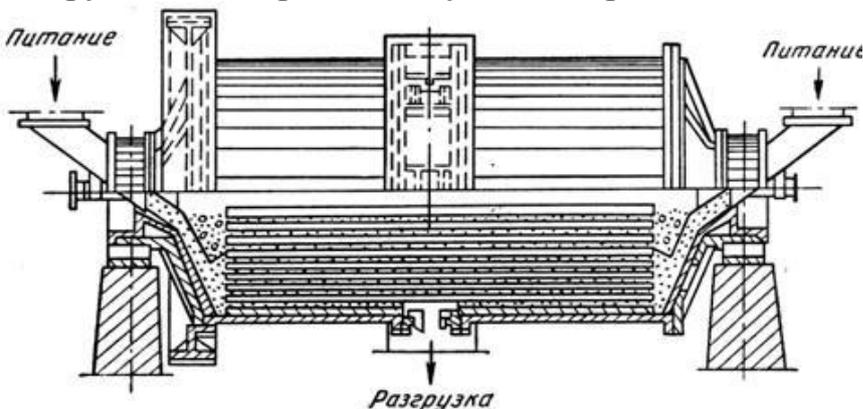
Суммарная площадь всех отверстий (щелей) решетки должна быть такой, чтобы обеспечить свободный выход продукта. Эту площадь в современных мельницах принимают в пределах 20-30% от площади поперечного сечения барабана или она должна в 10 раз превышать площадь сечения цапфы. Ширина щелей обычно составляет 6-10 мм. Форма щелей трапециидальная, с расширением в сторону разгрузки материала.

В мельницах с решеткой уровень пульпы в барабане ниже, чем в мельницах с центральной разгрузкой, поэтому удары шаров более жёсткие - меньше смягчаются пульпой, поэтому они изнашиваются в большей степени.

Футеровка барабана крепится без болтов - брусья зажимаются в разгрузочном конце решётками, а в загрузочном – плитами футеровки крышки.

Решётки – литые стальные со щелями шириной 7 мм зажаты клиньями и затянуты болтами.

Имеются конструкции стержневых мельниц с двухсторонним питанием через обе цапфы и разгрузкой продукта в середине длины барабана. Применяют их при измельчении руд, для которых недопустимо переизмельчение.



5.3 Стержневая мельница с двухсторонним питанием и разгрузкой по середине

Эксплуатация мельниц на современных обогатительных фабриках - при правильной эксплуатации оборудования, коэффициент движения измельчительного отделения достигает 96-97% от календарного времени. Остальные 3-4% используются на плановые ремонты, осмотры, пересортировку, дробящую загрузку. Внеплановые остановки обычно связаны с

ослаблением футеровочных болтов, перегревом головных подшипников, зацепления зубчатых передач и другими причинами.

Требования к мельницам.

Крупность руды исходного питания не должна превышать: для шаровых мельниц 25 мм; для стержневых мельниц 40 мм; для самоизмельчительных 1/3 диаметра загрузочной цапфы.

Для получения максимальной производительности мельниц содержание твердого в дробленном продукте должно быть: при исходной руде крупнее 12 мм – 65-75%; при исходной руде мельче 12 мм - 50-60%.

Для футеровочных плит всех размеров допускается отклонение по толщине ± 2 мм.

Для уплотнения футеровочного болта под его гайкой следует ставить коническую шайбу с подмоткой или резиновым кольцом и пружинной шайбой

Лекция №6

ТЕМА: Механическое оборудование для классификации руд. Классификаторы.

План:

1. Назначение и принцип работы классификаторов.
2. Конструкция спиральных классификаторов
3. Конструкция гидроциклонов.

Цель: ознакомление студентов с механическим оборудованием для измельчения на руд обогатительных фабриках. Конструкциями барабанных и шаровых мельниц, принципами работы и областями применения их.

Классификация – процесс разделения смеси зёрен в воде или в воздухе на отдельные классы по скорости их падения.

Наиболее широкое распространение на обогатительных фабриках получила классификация посредством мельниц.

Машины и аппараты, в которых происходит классификация материалов, называются классификаторами. По принципу действия их разделяют на механические и гидравлические. В механических конструкциях материал разделяется и перемещается под одновременным воздействием восходящего вводимого потока и непрерывно движущегося механизма. В гидравлических классификаторах разделение происходит под действием восходящих потоков и центробежной силы.

В цветной металлургии наиболее широко применяют механические классификаторы, которые в зависимости от конструкции рабочего органа делятся на речные, чашевые и спиральные.

Спиральные классификаторы. Основными частями спирального классификатора являются: корыто, жестко связанное с опорной рамой, одна или две спирали, приводной механизм для подъёма спиралей.

Пульпа в классификаторы поступает через приёмный карман в боковой стенке корыта, под уровень находящейся в нём пульпы. По расположению карманов классификаторы бывают с правой или левой подачей пульпы. Крупные частицы классифицируемого материала опускаются на дно корыта, откуда вращающимися спиралями перемещаются к верхнему концу корыта, а наиболее мелкие материалы переливаются вместе с водой через сливной порог.

Спирали выполнены из стальных полос, образующих двузаходную винтовую ленту. Шаг спирали равен примерно половине диаметра классификатора.

Полый трубчатый вал имеет две цапфы. Верхняя цапфа через упорный шарикоподшипник передает осевую нагрузку на траверс и вращается в ней подшипнике скольжения.

Траверса имеет две боковые оси, на которых она может поворачиваться в подшипниках скольжения перпендикулярно оси спирали.

Нижняя опора спирали при работе постоянно находится в пульпе и является слабым местом классификатора, определяющим его надёжность.

Важное значение имеет бесперебойная периодическая подача, малыми порциями пластичного смазочного материала УНИОЛ – 2 от автоматической централизованной системы через дозирующие питатели. Смазочный материал должен заполнять полость подшипников и уплотнений.

Для повышения долговечности, спираль футеруют сегментами из резины или износостойкого чугуна.

Классификаторы изготавливают в двух исполнениях: односпиральные и двухспиральные, в зависимости от необходимой производительности.

Различают два технологических типа: с не погруженными (КСН) и с погруженными (КСП) спиралями. У первого типа вся верхняя половина витков спирали выступает над зеркалом пульпы, а второй участок спирали со стороны сливного порога примерно на одну треть длины вала погружён в пульпу. Поэтому классификатор с погруженной спиралью имеют большую зону осуждения материала, даёт более тонкий слив, однако имеют увеличенную длину. На кол-во спиралей указывает цифры перед обозначением: 1КСН или 2КСН. Диаметр спиралей выражается числом дециметров после букв, например, 2КСН30, 1КСН диаметром до 1200 мм.

Частота вращения спирали лежит в пределах 1,5 – 8 об/мин.

Гидравлические классификаторы - со стеснённым падением зёрен и механической разгрузкой нашли широкое применение в промышленности.

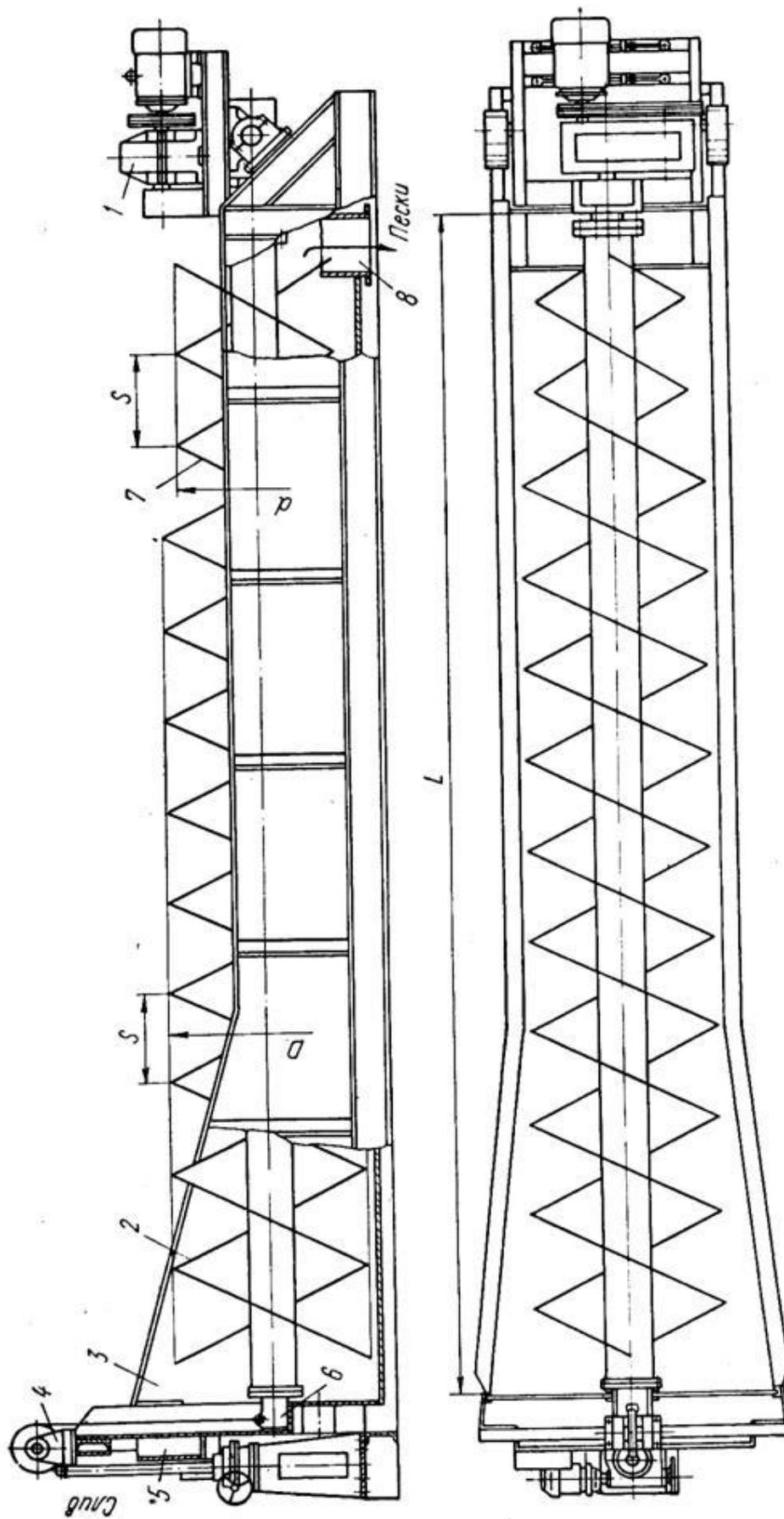


Рис. 6.1. Схема односпирального классификатора с погруженной спиралью:
 1 - приводной механизм; 2 - спираль; 3 - корыто; 4 - подъемный механизм; 5 - сливной порог; 6 - погружной подшипник; 7 - конец спирали уменьшенного диаметра; 8 - песковый порог

Шестикамерный классификатор КГ-6 состоит из шести пирамидальных камер, увеличивающихся в размере по направлению от места разгрузки исходного материала к сливному порогу. Камеры установлены уступами. Нижняя часть каждой камеры состоит из трёх элементов: цилиндрической части для перемешивания пульпы, в нижней части переходящей в усечённого падения, стеклянной цилиндрической камеры для наблюдения регулирования процесса классификации и нагнетательной трубы, имеющей внутри форму спирали, через которую вода входит тангенциально. Ниже нагнетательной трубы имеется приёмник для выгрузки осевшего материала, который разгружается через отверстие, периодически открывающееся посредством шарикового клапана, закреплённого на стержне. Стержень проходит через полый вертикальный вал. На верхнем конце стержня имеется кулачок насаженный на диск, вращающийся от шестерни. Кулачков на диске ставят от одного до четырех: для более крупного класса обычно ставят четыре кулачка, для более мелкого – один. Шестерня вращается с частотой 1,2 об/мин. При поднятии шарикового клапана материал проходит через отверстия клапана и попадает в приёмник, представляющий собой цилиндр, заканчивающийся конусом с насадкой. Из приёмника материал разгружается через втулку. Выпуск материала из приёмника регулируется краном.

В каждой секции на нижнем конце вертикального полого вала укреплены мешалки из полосовой стали, расположенные радиально. Полый вал приводится в движение от горизонтального приводного вала и вместе с укрепленными на нем мешалками делает 1,2 об/мин.

Мешалки превращают сгущение и оседание материала в камере перемешивания и возникновении водоворотов. Количество поступающей в каждую камеру воды регулируется клапаном со шкалой. Скорость восходящих струй в секциях постепенно уменьшается в направлении к сливному порогу.

Достоинство классификатора – автоматическая разгрузка осевшего материала, достигаемая посредством механически поднимающегося стержня с шариковым клапаном. Это дает возможность разгружать продукт с большим содержанием твердого и тем самым снижать расход воды, предотвращая в то же время забивание цилиндрической части камеры. Наличие приёмника, где собирается материал, исключается давление пульпы вниз, благодаря чему устраняется возможность нарушения процесса классификации в момент выгрузки материала.

Гидроциклоны. Эти аппараты стали применять для классификации тонко измельчённых материалов в центробежном поле, создаваемом в результате вращения пульпы. Они применяются также для обогащения мелко и среднезернистых руд тяжёлых суспензий.

При подаче пульпы от насоса под давлением до 1 МПа тангенциально к внутренней поверхности в верхнюю цилиндрическую часть, создается два вращающихся потока под действием центробежной силы заполняющиеся более тяжелыми крупными частицами и перемещаемые вниз. Тангенциальная

скорость вращения пульпы возрастает от стенок к оси. Шероховатость рабочей поверхности влияет на это. Вблизи геометрической оси аппарата центробежная сила становится настолько большой, что происходит разрыв жидкости – в центре гидроциклона образуется воздушное ядро. Диаметр его составляет 0,6-0,7 диаметра сливного патрубка d . Вокруг воздушного столба вращается перемещаясь вверх внутренний поток. Вращение этого потока и создает зону пониженного давления, куда снизу через пусковую насадку засасывается воздух. Одновременно по периферии отверстия насадки, разгружается вниз крупная фракция – пески. На границе воздушного столба во внутреннем вращающемся потоке пульпы увлекаются спирально вверх более мелкие частицы (тонкий слой), который выводится через сливной патрубок.

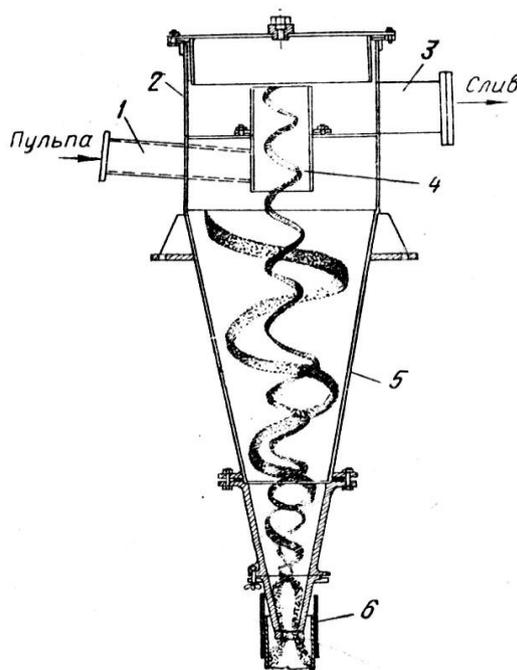


Рис.6.2. Схема гидроциклона

Стандартные гидроциклоны имеют угол конусности около 20° .

Производительность гидроциклона зависит от многих факторов: диаметра цилиндрической части, давления поступающей пульпы, её плотности и размера частиц, а также от конструктивных размеров аппарата; верхней разгрузочной части, питающего патрубка, диаметра верхнего и нижнего (пескового) выводного отверстий, угла, конусности.

Лекция №7

ТЕМА: Классификация грохотов и их конструкция.

План:

1. Классификация грохотов.
2. Назначение и принцип работы грохотов.
3. Конструкция грохотов.

Цель: ознакомление студентов с механическим оборудованием для грохочения руд обогатительных фабрик. Конструкциями неподвижных и вибрационных грохотов, принципами работы и областями применения их.

Зёрна (куски) материала, размер которых больше размера отверстий сита, остаются при просеивании на сите, а зёрна меньших размеров проливаются через отверстия.

Материал, поступающий на грохочение, называется исходным, остающийся на сите – надрешётным (плюсовым) продуктом, проливающейся через отверстия сита – подрешётным (минусовым) продуктом.

Применяют грохоты следующих типов: колосниковые, дуговые, барабанные, вращающиеся, инерционные, гирационные, самобалансные, резонансные, электромагнитные.

Колосниковые и дуговые грохоты относятся к неподвижным, а инерционные, гирационные, самобалансные, резонансные и электромагнитные – к вибрационным из класса плоских подвижных грохотов.

Типы просеивающих поверхностей в зависимости от крупности поступающего на них материала и условий работы грохота:

- колосниковые решётки – для крупного грохочения (на стадии крупного дробления);
- листовые металлические сита – для среднего и мелкого грохочения (на стадиях среднего и реже мелкого дробления);
- резиновые сита – для мелкого грохочения (на стадиях мелкого дробления) и тонкого грохочения;

Колосниковые решетки собираются из колосников – балок фасонного проката (рельсы, брусья, круглые стержни и т. п.) либо отливаются так, чтобы щель расширялась книзу (по падению кусков руды). Ширина щели 40-50 мм.

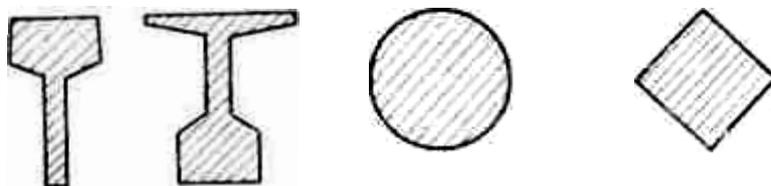


Рис.7.1. Поперечные сечения колосников

Листовые металлические решёта (штампованные, сверленные, и литые) применяют в подвижных грохотах в качестве просеивающих поверхностей. Решёта изготовляют из углеродистой, а также нержавеющей стали с отверстиями размером: квадратными 5-150 мм, круглыми 7-95 мм. Наиболее широко (чаще круглых) применяют решёта с отверстиями размером 15-50 мм. Отверстия располагают в шахматном порядке. Срок службы листовых металлических решёт 2-4 месяца - непрерывной работы, толщина листа 6-12 мм (в зависимости от размера отверстий).

Дуговые грохоты – представляют собой изогнутые по дуге окружности шпальтовые сита, установленные неподвижно с питающим и разгрузочным устройствами. Расположение щелей в дуговых грохотах – поперечное. Срок службы грохотов 1-4 мес. (меньшие значения – для более абразивных и крупных руд и более высоких скоростей подачи пульпы). По истечении

определенного времени эксплуатации сито разворачивается на 180° , так как наблюдается односторонний износ колосников (со стороны питания). Грохоты применяются для мокрого грохочения шлама и мелочи крупностью от 0,15 до 2,5 мм. От дугового грохота набирается из проволоки клиновидного сечения и закрепляется в корпусе, который представляет собой дугу радиусом 500-800 мм.

Колосниковые грохоты. Грохот представляет собой плоскую неподвижную решётку, состоящую из колосников, соединённых поперечными сквозными болтами. Расстояние между поперечными болтами для грохочения крупнокусковой руды обычно бывает не более 500-600 мм. Колосниковые грохоты применяются в основном перед дробилками крупного или среднего дробления, а также над рудными бункерами.

При установке перед дробилками, размер отверстий грохотов обычно соответствует размерам разгрузочного отверстия дробилки.

Колосниковые грохоты устанавливаются под углом $35-50^{\circ}$, угол наклона зависит от характера материала: при грохочении руд он принимается $40-45^{\circ}$, а для угля $30-35^{\circ}$, в случае вязкой руды, грохочение которой затруднительно, угол наклона увеличивается на $5-10^{\circ}$. Колосниковые грохоты со щелью между колосниками более 70 мм применяют при грохочении крупнокусковой руд.

Преимуществами неподвижных колосниковых грохотов являются: простота устройства и обслуживания, а также их прочность, они не требуют затрат энергии, но для их установки требуется значительная высота здания. Кроме того, они плохо работают на глинистых и влажных рудах и имеют низкую эффективность грохочения.

Валковые грохоты представляют собой совокупность нескольких валков, установленных на общей наклонной раме и вращающихся в направлении движения материала. Каждый валок состоит из вала с жестко насаженными на него дисками. Размеры отверстий колеблются в пределах 5-175 мм. Количество валков варьируется от 5 до 13. При грохочении мелких материалов устанавливают большее количество валков. Валковые грохоты размещают под углом $12-15^{\circ}$ к горизонту. Круглые диски устанавливают эксцентрично к оси вала с эксцентриситетом 20-35 мм.

Валковые грохоты отличаются спокойной работой, так как отсутствуют неуравновешенные массы, валки вращаются с небольшой скоростью; очень мало раскрошивают просеиваемый материал при лучшем качестве грохочения.

Недостатки грохота – громоздкость, большая масса, множество трущихся вращающихся частей, срок службы которых невелик, а замена их трудоёмка. Производительность валковых грохотов зависит от размера отверстий и составляет до 600 т/ч.

Барабанные грохоты находят применение при промывке и грохочении руд россыпных месторождений. В зависимости от конструкции привода и опор грохоты бывают с барабаном, вращающимся на роликах, на центральном валу.

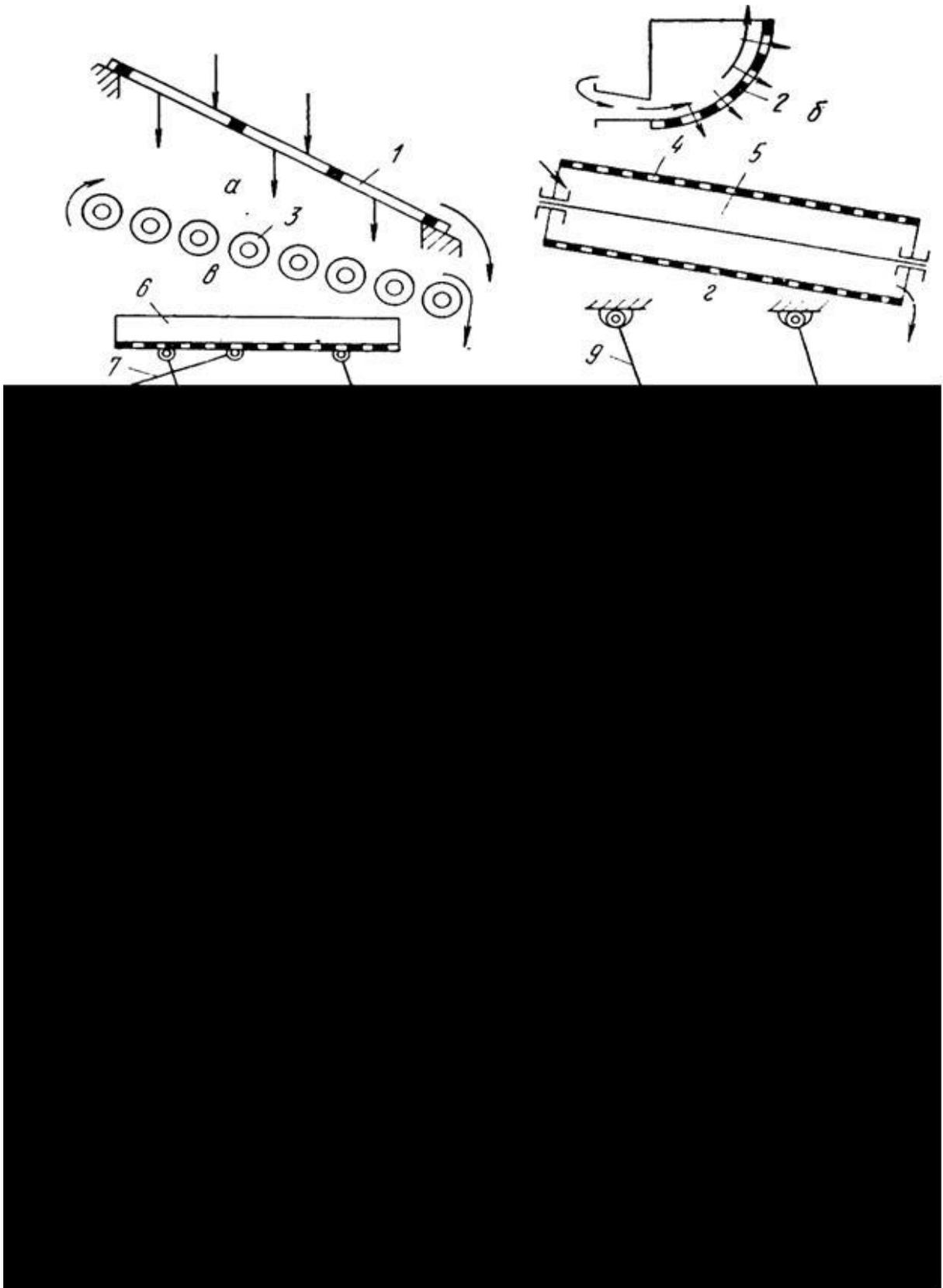


Рис. 7.2 Схема грохотов:
 а- колосниковый неподвижный, б- дуговой, в- валковый, г- барабанный, д- качающийся на шарнирных стойках, е – качающийся на подвесках; ж- полувибрационный (гирационный); з- вибрационный с простым дебалансом; и- вибрационный самоцентрирующийся; к- вибрационный самобалансный

Диаметр бочки дражных бутар принимают равным пятикратному размеру наиболее крупных кусков, а при грохочении дроблённого материала – 10-14 кратному. Длину барабана принимают равной 2-4 диаметрам барабана. С увеличением длины барабана улучшается качество грохочения, несколько повышается производительность, но возрастает масса конструкции, стоимость и расход электроэнергии. Среднюю производительность грохота на 1 м² площади просеивающей поверхности и на 1 мм размера отверстий при мокром грохочении принимают около 0,45 т/ч и при сухом 0,25-0,3 т/ч.

Барабанные грохоты обладают рядом преимуществ. Они имеют довольно простую конструкцию и, вращаясь с небольшой частотой (10-20 об/мин), не вызывают больших нагрузок на поддерживающие конструкции. Работают они спокойно, без вибрации и толчков.

Производительность барабанных грохотов увеличивается с увеличиваем частоты вращения барабана, наклона грохота и размеров отверстий.

Широкое распространение барабанные грохоты получили в виде бутар, гравиемоек – сортировок и просто промывочных бочек при обогащении россыпных месторождений золота, платины и редких металлов.

Вибрационные грохоты. *Инерционные грохоты* наиболее распространены и просты в устройстве. Траектория колебания грохотов приближается к круговой, что повышает эффективность грохочения. Основные детали инерционного грохота: короб обычно сварной конструкции, установленный на опорной раме при помощи пружин; электродвигатель, вибровозбудитель, сито закрепленное на коробе грохота.

В коробе грохота укрепляются два или три сита с отверстиями размером от 0,5 до 50 мм. Угол наклона грохотов можно изменять от 8 до 20°. Грохот может применяться и для грохочения обычных руд при установке литых колосниковых решёток и листовых решёт со щелью 60, 100, 125 и 150 мм (производительность до 1200 м³/ч)

Эксплуатация грохотов. При пуске инерционных грохотов необходимо проверить правильность направления вращения вала. Короб и вибровозбудитель вибрационных инерционных грохотов не нуждаются в балансировке, так как образуют динамически уравновешенную систему.

Для защиты просеивающей поверхности от ударов падающего материала нельзя допускать падения кусков с большой высоты. Высота падения должна быть не больше 350 мм.

Грохоты смазывают густой смазкой коточковыми пресс масленками 1-2 раза в месяц. При большом числе грохотов их подключают к централизованной станции густой смазки. Для смазки применяют солидол УС-2 (в зимнее время рекомендуется к густой смазке добавлять 20-25% машинного масла).

Смазка шестерён двухвалкового вибровозбудителя самобалансного грохота – масло индустриальное марки И-12А. Допустимая температура подшипников не выше 70-75° С. Один-два раза в год следует производить полную смену смазки с промывкой подшипников керосином.

Лекция №8

ТЕМА: Классификация механического оборудования для гравитационного обогащения.

План:

1. Гравитационные методы обогащения.
2. Классификация механического оборудования.

Цель: изучение студентами механического оборудования для гравитационного обогащения.

Гравитационными методами обогащения называются методы, в которых разделение минеральных частиц, отличающихся плотностью, размерами и формой, обусловлено различием в характере и скорости их движения в текучих средах под действием силы тяжести и сил сопротивления.

Современная гравитационная обогатительная фабрика – это предприятие, ежегодно перерабатывающее десятки миллионов тонн рудного сырья, со сложной схемой цепи аппаратов, включающей дробилки, грохоты, отсадочные машины, суспензионные сепараторы, промывочные машины, классификаторы, сгустители.

Гравитационные методы занимают ведущее место среди других методов обогащения, особенно в практике переработки угля, золотосодержащих, вольфрамовых, молибденовых руд и руд черных металлов.

Так, например, один из гравитационных методов – отсадка, конкурирующий с другими методами обогащения в течение сотни лет, успешно применяется на современных предприятиях. Гравитационные процессы в настоящее время осуществляются в высокопроизводительных и высокоэффективных машинах.

Высокая производительность машин позволяет упрощать схему цепи аппаратов фабрик, более экономично использовать производственные площади и объемы зданий, в результате чего снижаются удельные капитальные затраты на строительство обогатительных фабрик, уменьшается численность обслуживающего персонала, возрастает производительность труда, снижается себестоимость переработки.

Гравитационные методы обогащения угля позволяют перерабатывать крупнозернистый материал с верхним пределом крупности до 300 мм. Последнее обстоятельство особенно важно, если учесть, что некоторые крупнозернистые продукты обогащения имеют значительно больший спрос потребителей и большую стоимость, чем мелкозернистые. Хромовая руда крупностью 80–10 мм, обогащаемая в суспензиях, имеет стоимость на 25–30% выше стоимости руды крупностью –10 + 3 и –3 мм.

Гравитационные методы обогащения в практике переработки хромовых руд занимают основное положение, так как позволяют разделять зерна

хромовых минералов при крупности до 300 мм. При обогащении окисленных железных руд крупностью от 300 до 1,0 (0,5) мм применяют гравитационные процессы обогащения, например обогащение в суспензиях, отсадку, обогащение на концентрационных столах и др.

В комбинированных схемах переработки полезных ископаемых гравитационные методы способствуют повышению экономичности обогатительного передела. Так, например, при обогащении полиметаллических руд алтайских месторождений применение гравитационных методов позволяет в начале процесса удалить до 30% отвальной породы в виде товарной продукции (для строительных целей) и тем самым сократить фронт последующих переделов – измельчения флотации и повысить экономичность работы предприятия.

Наиболее распространено применение гравитационных процессов в различных сочетаниях с другими процессами обогащения флотацией, промывкой, магнитной сепарацией, электрической сепарацией и др. В этом случае обработка полезного ископаемого производится по сложным технологическим схемам. К таким схемам относятся практически все схемы переработки коксующихся углей Донбасса, Кузбасса и Карагандинского бассейна, окисленных железных руд, полиметаллических, вольфрамowo-молибденовых и других руд.

Гравитационные процессы обогащения по широте диапазона исходных характеристик обогащаемого сырья, разнообразию условий применения их в технологических схемах обогатительных фабрик, простоте производственного комплекса, высокой производительности обогатительных аппаратов в сравнимых условиях превосходят многие другие процессы обогащения и обеспечивают эффективное разделение минеральных смесей при относительно низких материальных, трудовых и энергетических затратах.

Гравитационные методы обогащения реализуются в сложных многокомпонентных и многофазовых взвесьях. Расслоение зерен достигается по одному из разделительных признаков путем гидро-и аэродинамических воздействий на минеральную смесь. В качестве разделительных признаков могут служить: реологические параметры среды разделения; реологические параметры среды, подверженной одновременно действию электрических и Магнитных полей; скорости движения зерен в пульсирующем потоке жидкости; скорости движения зерен в струе жидкости, текущей по наклонной плоскости; скорости движения зерен в вертикальном потоке жидкости; промывка и др.

Классификация гравитационных методов обогащения в зависимости от того или иного разделительного признака может быть следующей:

1. Расслоение в средах гравитационного обогащения:

- гидравлические,
- пневматические,
- тяжеложидкостные,

- суспензионные гидравлические и пневматические,
- электролитные (магнитогидродинамическая сепарация)

2. Расслоение зерен в пульсирующем потоке среды разделения:

- отсадка гидравлическая и пневматическая,
- обогащение в виброжелобах,
- пневматическая сепарация, обогащение в пульсаторах.

3. Расслоение зерен в струе жидкости, текущей по наклонной плоскости:

- обогащение в желобах,
- обогащение на шлюзах,
- обогащение в струйных концентраторах,
- обогащение на концентрационных столах,
- обогащение на винтовых сепараторах.

4. Расслоение зерен в криволинейных потоках среды разделения:

обогащение в гидроциклонах, обогащение в центрифугах.

5. Разделение зерен в вертикально восходящих потоках среды разделения:

классификация гидравлическая и пневматическая.

6. Осаждение зерен в средах разделения - сгущение.

7. Промывка.

Лекция №9

ТЕМА: Конструкция и принцип работы концентрационных столов.

План:

1. Общие сведения о концентрационных столах.
2. Конструкция и принцип работы концентрационных столов.
3. Эксплуатация концентрационных столов.

Цель: ознакомление студентов с конструкцией, принципом работы и областями применения концентрационных столов.

Концентрационные столы используются преимущественно при гравитационном обогащении оловянных, золотосодержащих и редкометаллических руд. Непременным условием подготовки руды перед обогащением на концентрационных столах является классификация её на классы по равнопадаемости. Производится это обычно в гидравлических классификаторах. После гидравлической классификации в каждом классе зёрна легкого минерала имеют одинаковую скорость падения с зёрнами тяжелого минерала, причем все зёрна тяжелого минерала имеют меньшие размеры, чем минимальное зерно легкого минерала. Это позволяет улучшить процесс расслаивания материала на столе.

Стол представляет собой плоскую поверхность – деку, имеющую форму трапеции. Имеются столы с деками в форме ромба и параллелограмма. Поверхность деки покрыта часто расположенными узкими и длинными планками (нарифлением, трафаретом, рифлями). Направление движения деки совпадает с её продольной осью, но иногда происходит по диагонали ромба или параллелограмма. Перпендикулярно направлению движения и направлению планок течёт по поверхности деки вода. В этом направлении дека имеет небольшой уклон в пределах $1-10^0$ в зависимости от обогащаемого материала.

Процесс концентрации на столе происходит следующим образом: рудные зерна под воздействием потока воды перемещаются по наклонной деке стола (в поперечном направлении), в то же время зерна имеют продольное (вдоль деки) перемещение, обусловленное возвратно-поступательными движениями деки. При этом на частицу действуют: сила тяжести, сила гидродинамического давления турбулентного потока воды и сила трения о деку или об уплотнённую минеральную постель.

Стол классифицируются как по техническим признакам: песковые (для обогащения руды крупностью $-3 + 0,2$ мм), шламовые (для обогащения продукта крупностью $-0,2 + 0,4$ мм); так и легко конструктивным признакам: столы с прямоугольной декой – опорные (СКО-1-7,5); столы с диагональной декой – опорные (СКО-0,5; СКО-2; СКО-7,5; СКО-15; СКО-22; СКО-30; СКО-37; СКО-45).

Песковые и шламовые столы различаются конструкцией нарифления дек. Высота нарифлений (прямоугольных) на песковой деке 2-3 мм для низких и 5-7 мм для высоких рифлей, располагаемых через каждые 6-7мм низких рифлей.

У шламовых дек высокая рифля - треугольная, на разгрузочном торце деки имеет высоту максимальную 17 мм и ширину 60-65 мм, выклиниваясь по ширине и высоте до заострения.

Основная динамическая задача привода (вибровозбудителя) – сообщение деке стола горизонтальных возвратно-поступательных вибраций с ускорением прямого хода деки, которые на определенную величину меньше ускорения.

Высота рифлей и расстояние между ними возрастают с увеличением содержания в исходном материале тяжелой фракции и составляют соответственно для песковых прямоугольных дек 12–20 и 28-35 мм, а для шламовых – от 14 до 22 мм при расстоянии 200 мм. В шламовых столах устанавливают, кроме высоких, низкие промежуточные рифли высотой 2–4 мм и с шагом 25 мм. Для диагональных дек размеры принимают меньшими. Ширину рифлей выбирают в зависимости от способа их крепления.

Деки столов изготовляют деревянными из хороших, выдержанных сосновых досок (зарубежные фирмы применяют специальные сорта древесины). Поверхность дек покрывают листовой резиной или линолеумом с таким расчетом, чтобы избежать стыков, бугров, вздутий, ухудшающих разделение минералов. Покрывают нашивают деревянными рифлями или

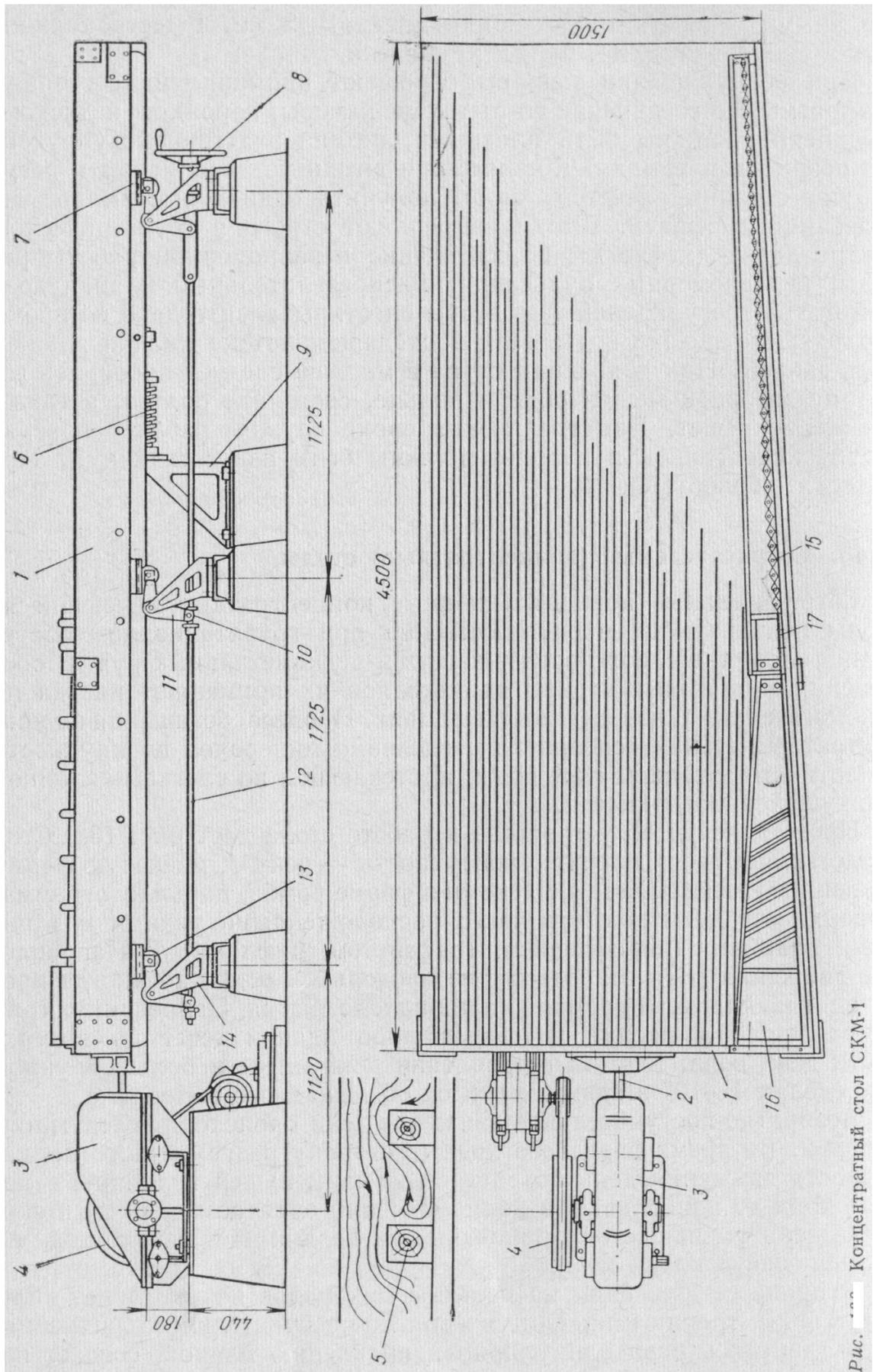


Рис. 9.1 Концентричный стол СКМ-1

Рис. 9.1

приклеивают резиновые рифли. Находят применение также алюминиевые деки, которые для повышения стойкости покрывают резиной.

Привод стола состоит из электродвигателя, ременной передачи, рычажно-эксцентрикового механизма, соединенного с декой стола тягой. Во время заднего хода деки (в сторону привода) пружина, закрепленная между кронштейном и упором деки, сжимается, а при обратном (переднем) ходе разжимается и таким образом быстро перемещает деку. Длина пружины (ее усилие) регулируется гайкой.

Инерционный привод обеспечивает более спокойную и качественную работу стола по сравнению с рычажно-эксцентриковым механизмом. Инерционные неуравновешенные нагрузки, вредно влияющие на фундаменты и несущие металлоконструкции, в этом случае отсутствуют. Многолетняя конструкция столов позволяет увеличить удельную производительность (на единицу занимаемой площади) почти в три раза против однодечной конструкции. Подвесной стол с инерционным приводом может эффективно работать как на крупных, так и на мелкозернистых шламистых материалах в пределах от 3 до 0,04 мм.

Во время эксплуатации внимательно следят за состоянием масла в картере механизма и уплотнениями. При появлении стука в механизме проверяют сжатие пружины, зазоры в подшипниках и рычагах. Для повышения долговечности рабочие поверхности ролика и рычага должны быть упрочнены. В инерционном приводе требуется высокая точность изготовления и сборки шестерен. Чтобы избежать шума и повысить срок службы, зубья шестерён должны быть термически обработаны и шлифованы. Под особым наблюдением должно быть крепление дебалансов на валах. Дебалансы должны быть тщательно и надежно ограждены. Очень важно надежно закрепить тросы, используя коуши. Производительность стола и качественные показатели его работы во многом зависят от состояния дек и рифлей. Дека должна быть ровной и гладкой по всей площади, без выступов, швов, порывов, трещин и вздутий. Рифли укладывают, строго соблюдая данный шаг. Рифли должны быть гладкими, ровными, без задиров. Нельзя ходить по декам, класть тяжёлые предметы на них.

Число качаний и ход деки устанавливаются в зависимости от крупности обогащаемого материала; для крупного материала – меньшее число качаний с большей величиной хода, для мелких, наоборот – большее число качаний с меньшим ходом. Считается нецелесообразными длина хода меньше 10 мм, а число колебаний свыше 350 в 1 мин. Поперечный крен деки изменяют в пределах 0–10°. Продольный уклон деки (чаще всего в сторону привода) изменяют от 0 до 2,5°.

Процесс обогащения на столах протекает при сравнительно большом расходе воды. От количества рационально расходуемой воды зависит качество концентрата. Ориентировочно расход питающей воды при работе на рудах составляет 3,5–4 м³ на 1 т, а смывной воды 1–2 м³ на 1 т руды.

Лекция №10

ТЕМА: Отсадочные машины.

План:

1. Назначение и принцип работы отсадочных машин.
2. Диафрагмовые отсадочные машины.
3. Беспоршневые отсадочные машины.

Цель: ознакомление студентов с конструкциями отсадочных машин, принципами работы и областями применения их.

Отсадка - процесс гравитационного обогащения, основанной на разнице скоростей падения минеральных частиц в вертикальной струе воды. Материал, подлежащий разделению, подается на решето машины, через отверстия которого поступает восходящая и нисходящая или прерывистая восходящая в вертикальном направлении струя воды. В результате периодического действия таких струй воды происходит разделение обогащаемого материала по плотности, т.е. зерна, имеющие большую плотность, концентрируются в нижнем слое материала, лежащего на решете, а зёрна меньшей плотности концентрируются в верхнем слое. В этом случае, отделив нижний слой от верхнего, получают два продукта – концентрат и хвосты. На отсадочных машинах может обогащаться руда крупностью от 50 до 0,25 мм.

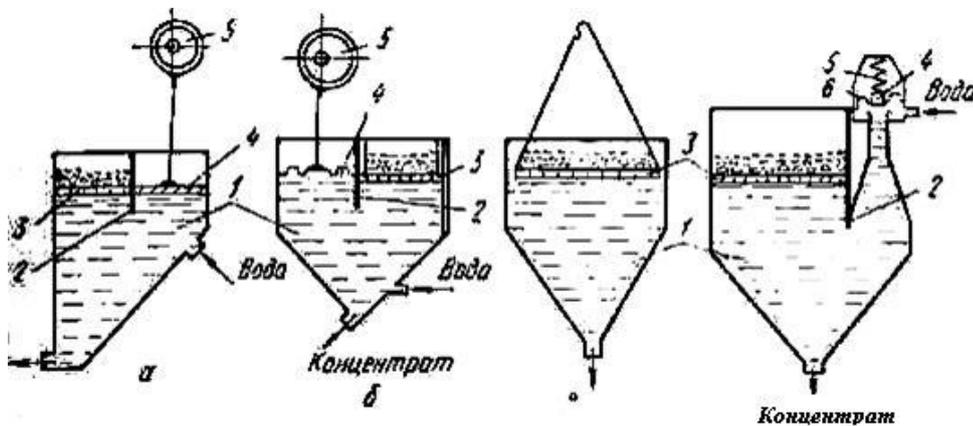


Рис. 10.1 Схемы отсадочных машин:
а — поршневая; б — диафрагмовая; в — с подвижным решетом; г — пульсирующая

В настоящее время при обогащении полезных ископаемых применяются три типа отсадочных машин: с неподвижным решетом (поршневые), диафрагмовые и беспоршневые.

Поршневая отсадочная машина состоит из ряда камер, разделенных перегородкой на два отделения – поршневое и концентрационное. Поршень получает возвратно-поступательное движение от эксцентрикового вала, приводимого в движение электродвигателем. В концентрационном отделении

горизонтально закреплено решето, представляющее собой стальной или оцинкованный лист с круглыми или прямоугольными отверстиями. **17** Решето каждой последующей камеры устанавливаются на 100 мм. В процессе отсадки тяжёлые минералы проливаются через решето в коническую часть машины, а легкие – потоком воды уносятся через сливной порог машины.

Поршневые отсадочные машины в настоящее время не имеют широкого распространения при обогащении руд и не изготавливаются отечественными заводами, однако на некоторых обогатительных фабриках они работают.

Диафрагмовые отсадочные машины отличаются от поршневых машин тем, что в них поршень заменён резиновой диафрагмой, вертикальные (горизонтальные) движения которой создают вибрации пульпы. Диафрагмовые отсадочные машины широко применяются при обогащении россыпей золотосодержащих, оловянных, вольфрамовых и руд редких металлов. Изготавливаются диафрагмовые машины нескольких типов и отличаются расположением диафрагмы: с верхним расположением и с расположением в нижней части камеры.

Максимальная крупность обогащаемого материала 15-16 мм.

Отсадочная машина МОД-4 имеет четыре диафрагмы, расположенные в торцовых стенках. Вода в машине пульсирует вследствие возвратно-поступательных движений диафрагмы. Диафрагма состоит из траверса и манжет.

Колебания траверсу сообщает кривошипный привод через шатун внутри трубы. Давления подрешётной воды составляет 0,06-0,2 МПа. Ход диафрагмы регулируется изменением положения эксцентриковой втулки кривошипа привода относительно оси штока.

Для разгрузки подрешётного концентрата предусмотрено шиберное устройство с автоматически регулируемой щелью (ловушка). Конструкция ловушек для машин всех типов примерно одинаковая.

Недостатки машины, заключающиеся в сравнительно большой площади, занимаемой машиной, и низкой производительности на единицу этой площади, устранены в машинах с диафрагмами, расположенными в подрешётной зоне.

Привод машин представляет собой универсальный эксцентриковый механизм с эксцентриситетом, изменяющимся от 0 до 40 мм.

Машины с вертикальными диафрагмами более компактны, меньше расходуют энергии, имеют больший ход диафрагм по сравнению с машинами, в которых горизонтальные диафрагмы находятся под решетками. Недостатки машины: меньшая равномерность пульсаций воды по площади решёт более низкие технологические показатели, и более сложная конструкция.

Основные параметры отсадочных машин: размеры (площадь) решета, величина хода и число колебаний диафрагмы. Величины хода и число колебаний подбирают по практическим данным в зависимости от размера зёрен в исходном материале.

При увеличении размера зёрен величина хода возрастает, а число качаний снижается и наоборот. Подбором этих величин достигают необходимой скорости восходящего потока для разрыхления материала.

Количество подрешётной воды колеблется в зависимости от крупности и плотности руды в пределах 3,3-8,8 м³ на 1 т руды.

Избыточное количество воды ухудшает процесс отсадки и приводит к уносу полезных минералов с отходами.

Решёта изготовляют обычно стальными с круглыми или прямоугольными отверстиями; толщина листа 1-2 мм. Решёта должны легко сниматься для замены и очистки.

При обслуживании машины обращают внимание на состояние диафрагмы, её соединение со стенками камеры, воронкой и диском; соединения должны быть плотными, резина эластичной, упругой, без разрывов и трещин. При появлении стука в машине следует проверить величину зазора в эксцентрикe и пальце, состояние болтов, а также крепление решёт. Для увеличения срока службы рабочие поверхности эксцентриков и пальцев должны быть износостойкими - термически обработанными.

Беспоршневые отсадочные машины получили широкое распространение при обогащении углей, железных и марганцевых руд. Эти машины отличаются использованием сжатого воздуха для создания колебаний воды в отсадочном отделении. Все беспоршневые машины имеют воздушное и отсадочное отделения.

Беспоршневые отсадочные машины выпускаются двух типов: МОБМ – для отсадки мелких (0,1 до 8 мм) классов руды и МОБК для отсадки крупных (до 60 мм) классов руды.

Технические требования. Отсадочные машины должны обеспечивать обогащение руд крупностью 0,2-60 мм и быть оборудованы автоматическими устройствами, отключающими их при прекращении питания, а также системой электроблокировки от перегрузки питанием.

Для отсадочной машины любого типа содержание твёрдого материала в питании должно быть не ниже 50-60%.

Литература:

1. Абрамов А.А. “Переработка обогащение и комплексное использование твердых полезных ископаемых. Обогащительные процессы и аппараты”. Учебник М: - МГГУ. 2004 г.- 467с.

2. Кармазин В.В., и др. “Технологические расчёты в обогащении полезных ископаемых”. Учеб. пособие. М: – МГГУ. 2004 г.

Дополнительная литература:

3. Андреев С.Е., Перов В.А., Зверевич В.В. “Дробление, измельчение и грохочение полезных ископаемых”. «Недра» 1980г.

4. Моршинин В.М. “Машинист оборудования дробильно-сортировочной фабрики”. «Недра» 1976г.

5. Шохин В.Н., Лопатин А.Г. “Гравитационные методы обогащения”. «Недра» 1980г.

6. Басов А.И. “Механическое оборудование обогатительных фабрик и заводов тяжелых цветных металлов”. Москва “Металлургия” 1975 г.

7. Притыкин Д.П. “Механическое оборудование заводов цветной металлургии”. Москва «Металлургия» 1988г.

8. Журналы («Горный вестник Узбекистана», «Вестник ТГТУ», «Звезды техники», «Горный журнал», «Горно-аналитический бюллетень», «Mining Journal», «Mining and Metallurgy», «Mining Technology»).

9. Интернет сайты: <http://www.msmu.ru/>, <http://msmu.ru/index.>,
<mailto:abitur@msmu.ru>, <http://www.biblus.ru/>, <http://www.rosugol.ru/>,
<http://www.conveer.ru/>, <http://library.stroit.ru/>, <http://www.ssgpo.kz/>,
<http://www.ssgpo.kz/ssgpo/struct/mine>

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	3
Лекция № 1 Введение. Общие сведения о механическом оборудовании обогатительных фабрик.	4
Лекция № 2 Механическое оборудование для дробления руд. Щековые дробилки.....	6
Лекция №3 Конусные дробилки для крупного, среднего и мелкого дробления.....	11
Лекция №4 Валковые и молотковые дробилки.....	16
Лекция № 5 Механическое оборудования для измельчения руд.	21
Лекция №6 Механическое оборудование для классификации руд. Классификаторы	26
Лекция №7 Классификация грохотов и их конструкция	30
Лекция №8 Классификация механического оборудования для гравитационного обогащения.....	35
Лекция №9 Конструкция и принцип работы концентрационных столов	37
Лекция №10 Отсадочные машины	41
Лекция №11 Классификация флотационных машин.....	Ошибка! Закладка не определена.
Лекция №12 Аппараты для магнитного обогащения	Ошибка! Закладка не определена.
Лекция №13 Классификация электросепараторов и их устройство ...	Ошибка! Закладка не определена.
Лекция №14 Механическое оборудование для сгущения руд	Ошибка! Закладка не определена.
Лекция №15 Механическое оборудование для фильтрования и сушки	Ошибка! Закладка не определена.
Лекция № 16 Транспортное оборудование для обогатительных фабрик.	Ошибка! Закладка не определена.

Лекция № 17 Грузоподъёмные машины и приспособления в обогатительных фабриках	Ошибка! Закладка не определена.
Лекция № 18 Направления совершенствования и развития техники и технологии обогащения полезных ископаемых.....	Ошибка! Закладка не определена.
Литература	44