

МЕЖГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра «Транспортные и технологические машины»

ГОРНЫЕ МАШИНЫ

*Методические рекомендации к практическим занятиям
для студентов специальности 7-06-0714-02
«Инновационные технологии в машиностроении»
очной и заочной форм обучения*



Могилев 2025

УДК 622.232
ББК 39.9
Г69

Рекомендовано к изданию
учебно-методическим отделом
Белорусско-Российского университета

Одобрено кафедрой ТТМ «3» декабря 2024 г., протокол № 4

Составитель канд. техн. наук, доц. И. В. Лесковец

Рецензент канд. техн. наук А. Е. Науменко

Методические рекомендации к практическим занятиям предназначены для студентов специальности 7-06-0714-02 «Инновационные технологии в машиностроении» очной и заочной форм обучения.

Учебное издание

ГОРНЫЕ МАШИНЫ

| | |
|-------------------------|------------------|
| Ответственный за выпуск | И. В. Лесковец |
| Корректор | А. А. Подошевка |
| Компьютерная верстка | Н. П. Полевничая |

Подписано в печать . Формат 60×84/16. Бумага офсетная. Гарнитура Таймс.
Печать трафаретная. Усл. печ. л. . Уч.-изд. л. . Тираж 36 экз. Заказ №

Издатель и полиграфическое исполнение:
Межгосударственное образовательное учреждение высшего образования
«Белорусско-Российский университет».
Свидетельство о государственной регистрации издателя,
изготовителя, распространителя печатных изданий
№ 1/156 от 07.03.2019.
Пр-т Мира, 43, 212022, г. Могилев.

© Белорусско-Российский
университет, 2025

Содержание

| | |
|--|----|
| Введение..... | 4 |
| 1 Практическое занятие № 1. Классификация горных машин | 5 |
| 2 Практическое занятие № 2. Машины и оборудование для карьерных работ..... | 11 |
| 3 Практическое занятие № 3. Оборудование и машины для горно-проходческих работ..... | 14 |
| 4 Практическое занятие № 4. Оборудование для измельчения материалов | 19 |
| 5 Практическое занятие № 5. Оборудование для разделения материалов по крупности | 28 |
| 6 Практическое занятие № 6. Оборудование для обогащения материалов | 30 |
| 7 Практическое занятие № 7. Основы проектирования технологических комплексов для выполнения горных работ | 37 |
| Список литературы | 39 |

Введение

Горнодобывающая промышленность на современном этапе характеризуется интенсивным развитием открытого способа разработки полезных ископаемых. Преобладающее значение открытые разработки уже приобрели при добыче руд черных и цветных металлов, горно-химического сырья и строительных материалов.

При этом особую важность имеют вопросы улучшения структуры парка машин, ускорения ведения монтажно-демонтажных работ, повышения уровня технического обслуживания.

Современный карьер представляет собой предприятие с высоким уровнем механизации, на котором сосредоточено большое количество мощных буровых станков и экскаваторов, выемочно-транспортирующих и других машин. На некоторых карьерах успешно применяется гидромеханизация, а при разборке россыпных месторождений используются драги.

Эффективная работа сложной карьерной техники во многом зависит от уровня теоретической и практической подготовки инженерно-технического персонала предприятия. Современный горный инженер должен глубоко знать основы механизации и автоматизации горного производства, эксплуатационные и технические данные горных машин, принципы действия и технические возможности машин и элементов их конструкций, а также основы теории, расчета и технической эксплуатации горных машин и комплексов. Он должен уметь осуществлять строгий контроль за соблюдением правил безопасности при ведении горных работ и эксплуатации применяемых оборудования и механизмов.

Целью рекомендаций для практических занятий является приобретение студентами умений и навыков по расчету и выбору основных параметров горных машин и их рабочего оборудования.

Все отчёты выполняются с помощью специализированного программного обеспечения для математических расчетов и оформляются в виде отдельных файлов. В начале каждого файла указывается учебное заведение, кафедра, дисциплина, фамилия и инициалы студента, год оформления отчета. Отчет содержит название, цель работы, исходные данные к расчету, ход решения задач с обязательной расшифровкой принятых обозначений, необходимые пояснения к задаче. После проведения расчетов проводится анализ результатов и дается заключение. Расчеты проводятся с помощью программных приложений для математических вычислений, в них же осуществляется построение графиков.

До выполнения практической работы студент самостоятельно изучает методические рекомендации к ней, используя рекомендуемую литературу и материалы лекций. После завершения практической работы студент индивидуально защищает ее у преподавателя. При защите отчета оцениваются качество и полнота его содержания, знания, умения и навыки студента, приобретенные во время выполнения работы.

1 Практическое занятие № 1. Классификация горных машин

Цель работы: изучение классификации и назначения горных машин.

Порядок выполнения работы

- 1 Изучить теоретические сведения.
- 2 Составить отчет о классификации горных машин

Содержание отчета: классификация горных машин.

Основные теоретические сведения

Основная классификация горных машин производится по назначению:

- буровые машины;
- выемочно-погрузочные машины;
- выемочно-транспортирующие машины;
- машины для гидромеханизации.

Каждый из перечисленных типов машин имеет свою классификацию.

Буровые машины.

В общей технологии открытых горных работ при разработке месторождений, включающих скальные породы, буровзрывные работы являются одним из основных производственных процессов.

Для ведения буровзрывных работ бурят шпуры или скважины, в которые помещают взрывчатое вещество (ВВ).

Скважиной называют искусственное цилиндрическое углубление в горных породах диаметром более 75 мм и глубиной более 5 м.

Шпуром принято называть искусственное цилиндрическое углубление в горных породах диаметром до 75 мм и глубиной до 5 м.

Бурение производится с помощью буровой установки комплекса оборудования, включающего буровую вышку (мачту), силовой привод, механизм передвижения, оборудование для механизации спускоподъемных операций, очистки скважин и др.

В общей технологии открытых горных работ буровзрывные работы являются одним из основных и трудоемких производственных процессов. На долю буровзрывных работ приходится в среднем от 16 % до 32 % всех затрат, необходимых для добычи твердых полезных ископаемых.

От качества рыхления горных пород зависят производительность погрузочного и транспортного оборудования, его долговечность и эффективность эксплуатации.

Как показывает отечественный и зарубежный опыт, с ростом вместимости ковша и параметров экскаватора целесообразно увеличивать диаметр взрывных скважин и их сетку.

Соотношения между вместимостью ковша, диаметром скважины и расстоянием между скважинами представлены в таблице 1.1.

Таблица 1.1 – Соотношения между вместимостью ковша, диаметром скважины и расстоянием между скважинами

| | | | | | | |
|-----------------------------------|-----|-----|-----|-----|------|-----|
| Вместимость ковша, м ³ | 6 | 15 | 30 | 45 | 70 | 150 |
| Диаметр скважины, мм | 150 | 175 | 270 | 300 | 340 | 400 |
| Расстояние между скважинами, м | 4,5 | 5,3 | 8 | 9 | 10,5 | 13 |

Дальнейшее развитие буровой техники предусматривает: создание станков для бурения скважин диаметром до 400 мм шарошечными долотами, разработку новых способов бурения; совершенствование автоматизации управления режимами бурения и вспомогательными операциями; снижение времени на спускоподъемные операции в 1,5–2 раза; осуществление бурения взрывных скважин глубиной до 18...24 м без наращивания буровых штанг; разработку невращающихся буровых ставов; использование стабилизаторов и амортизаторов; совершенствование и внедрение на станках шарошечного бурения электровибробуров; освоение новых типов шарошечных долот и дополнительных устройств к ним и более интенсивное применение станков комбинированного бурения.

Буровые станки классифицируются по способу разрушения горной породы, типу привода и назначению.

Бурение горной породы можно производить механическим и немеханическим способами.

Механический способ реализуется в машинах ударного, вращательного, ударно-вращательного бурения, когда разрушение горной породы производится инструментом под действием прикладываемых к нему силовых нагрузок.

Ударный способ бурения осуществляется в результате ударов инструмента по породе. Удары наносят по хвостовику бура, лезвие которого, внедряясь, разрушает объем породы. После каждого удара буровой инструмент принудительно поворачивается и постепенно разрушает породу по всему сечению скважины. Этот способ бурения используется в перфораторах.

Бурение станками ударно-канатного бурения осуществляется ударами, наносимыми буровым инструментом, периодически падающим с некоторой высоты на забой под действием собственного веса. Ударом создаются большие удельные нагрузки на лезвие коронки, что эффективно для разрушения хрупких горных пород. Поворот происходит под действием упругих сил закручивания каната, на котором подвешен буровой инструмент.

При вращательном способе бурения разрушение забоя скважины скалыванием, смятием, истиранием осуществляется вращающимся инструментом с приложением к нему значительной осевой нагрузки. Этот способ реализуется в станках вращательного бурения шарошечными долотами и резцовыми коронками.

При ударно-вращательном способе бурения буровой инструмент непрерывно вращается и по нему наносятся удары. Осевое усилие прикладывается к инструменту для нейтрализации сил отдачи, действующих на него в момент удара. Этот способ применяется в станках ударно-вращательного бурения с

погруженными пневмоударниками.

Немеханическим (физическим) способом производится термическое, взрывное, гидравлическое, электрогидравлическое, ультразвуковое и комбинированное бурение. Несмотря на создание новых немеханических способов бурения, механический способ является преобладающим (до 82,5 % всех объемов бурения).

По типу привода буровые станки делятся на электрические и тепловые, работающие от двигателя внутреннего сгорания.

По назначению буровые станки делятся на машины для бурения шпуров и небольших скважин и машины для бурения скважин среднего и большого диаметра.

Основными параметрами буровых станков являются диаметр, глубина и угол наклона пробуриваемой скважины.

В соответствии с ГОСТ 20078–74 буровые станки должны изготавливаться следующих типов:

СБШ – станки вращательного бурения шарошечными долотами пяти типоразмеров с номинальными диаметрами бурения 160, 200, 250, 320 и 400 мм при коэффициенте крепости $f = 6 \dots 18$;

СБР – станки вращательного бурения резцовыми коронками двух типоразмеров с номинальными диаметрами бурения 125 и 160 мм при $f = 2 \dots 6$;

СБУ – станки ударно-вращательного бурения четырех типоразмеров с номинальными диаметрами бурения 100, 125, 160 и 200 мм при $f = 6 \dots 18$.

Допускается изготовление станков комбинированного бурения, сочетающих в себе механический и немеханический способы бурения. Типоразмер таких станков устанавливается по тому способу бурения, который является преобладающим.

Наибольшее распространение на открытых горных работах получили станки вращательного бурения шарошечными долотами, которыми выполняется около 80 % всех объемов бурения. Остальные 20 % объема выполняются станками вращательного бурения резцовыми коронками, ударно-вращательного и комбинированного бурения. Кроме того, на открытых горных работах еще находятся в эксплуатации станки ударного бурения.

Выемочно-погрузочные машины.

Экскаватором называется машина, предназначенная для зачерпывания (экскавации) горной массы, перемещения ее на относительно небольшое расстояние и погрузки на транспортные средства или в отвал.

Все экскаваторы делятся на две большие группы: одноковшовые периодического (циклического) действия и многоковшовые непрерывного действия.

У одноковшовых экскаваторов рабочий цикл складывается из ряда последовательных операций: наполнение ковша (черпание), перемещение его к месту разгрузки, разгрузка и перемещение порожнего ковша к месту зачерпывания.

Многоковшовые экскаваторы, у которых все элементы рабочего цикла осуществляются одновременно, являются машинами непрерывного действия.

Экскаваторы циклического действия используются на карьерах как основное добычное, вскрышное и отвальное оборудование. Одноковшовые экскаваторы

производят копание малосвязных или черпание разрушенных прочных пород.

В типаже циклических экскаваторов приняты следующие обозначения: ЭКГ, ЭШ, ЭГ (ЭГО), ЭО.

ЭКГ – экскаватор карьерный гусеничный с электрическим приводом. Прямая карьерная лопата используется на мягких, плотных и разрыхленных (полускальных и скальных) породах, при погрузке пород в отвал и транспортные средства, установленные на уровне стояния экскаватора или на вышележащем уступе, а также при проходке траншей и на отвальных работах.

ЭШ – экскаватор шагающий. Драглайн применяется на легких или взорванных крепких породах как с нижним, так и с верхним черпанием при бестранспортной системе разработки, при работе на отвалах, при переэкскавации горной массы, при погрузке в транспортные средства или бункер, при строительстве карьеров и проходке траншей.

ЭГ – экскаватор гидравлический на гусеничном ходу с прямой лопатой.

ЭГО – экскаватор гидравлический с обратной лопатой, на гусеничном ходу. Обратную лопату применяют в тех же случаях, что и прямую лопату, при черпании ниже уровня его стояния и погрузке в транспортное средство, расположенное на нижележащем уступе или на уровне стояния экскаватора, и при проходке траншей.

Экскаваторы с ковшами вместимостью менее 4 м³ относятся к строительным.

ЭО – экскаватор одноковшовый универсальный.

Экскаваторы непрерывного действия используются в горнодобывающей промышленности на вскрышных и добычных работах, а также в строительстве на сооружении плотин, каналов, дорог. Многоковшовые экскаваторы производят копание и перемещение горной массы одновременно.

В зависимости от назначения конструктивные схемы многоковшовых экскаваторов сильно отличаются друг от друга. На открытых горных работах применяются преимущественно роторные и ценные экскаваторы поперечного и радиального копания.

В типаже роторных экскаваторов приняты следующие обозначения:

ЭР – экскаватор роторный для вскрышных работ с производительностью Q_m , равной 630, 1250, 2500, 5000 и 10 000 м³/ч, и коэффициентом сопротивления копания $K_f > 0,7$ МПа;

ЭРП – модификации ЭР с повышенным усилием копания $K_f > 1,4$ МПа, соответствующие по производительности базовым и предназначенные для ведения добычных работ.

Цепные экскаваторы на открытых горных работах используют для экскавации вскрышных пород и полезных ископаемых как при валовой, так и при селективной выемке. Они отличаются следующими достоинствами: могут работать верхним и нижним забоями; обеспечивают качественную планировку рабочего горизонта и обработку весьма тонких пластов практически без потерь производительности.

Экскаваторы фрезерного типа характеризует компактность и относительно малая материалоемкость при достаточно высокой производительности.

Месторождение обрабатывается послойно полосовым способом. Эти машины эффективны при селективной выемке и работе на пластах малой мощности. При этом осуществляется качественная планировка забоя.

Выемочно-транспортирующими машинами (ВТМ) называются такие, которые одновременно отделяют (или после отделения) горную породу от массива и транспортируют ее, причем движение рабочего органа в этот период осуществляется перемещением всей машины, как правило, за счет развиваемого ею тягового усилия или реже – с помощью тягачей или толкателей.

ВТМ предназначены для разработки и перемещения малосвязных или хорошо разрыхленных скальных пород.

ВТМ состоят из базовых тракторов, тягачей или специальных шасси и навесного, прицепного, полуприцепного рабочего оборудования.

К рабочему оборудованию ВТМ относятся: группа рабочего оборудования с индексом ДЗ – дорожное землеройное оборудование (бульдозеры, скреперы, грейдеры, струги) и группа рабочего оборудования с индексом ТО – технологическое оборудование (одноковшовые погрузчики).

Рабочее оборудование для машин с индексами ДЗ и ТО может быть выполнено с ножевым (большинство бульдозеров, грейдеры, струги) и ковшовым (скреперы, одноковшовые погрузчики и специальные бульдозеры) органами.

Для подготовительных работ, рыхления прочных и мерзлых пород базовые тракторы (тягачи) оснащают рыхлительным оборудованием (группа рабочего оборудования с индексом ДП – дорожное оборудование для подготовительных работ).

В большинстве случаев все мощные тракторы (более 150...160 кВт), оснащаемые бульдозерным оборудованием, также имеют рыхлительное оборудование.

К характерным особенностям ВТМ относятся: разработка пород тонкими горизонтальными или наклонными слоями мощностью от нескольких сантиметров до 0,5...1 м; сравнительно легкая автоматизация машин, т. к. они имеют простые, последовательно выполняемые операции; высокая мобильность машин.

При равной производительности, в сравнении с экскаваторами ВТМ, имеют в 3–10 раз меньшую металлоемкость, в 3–5 раз и более меньшую стоимость, а также обеспечивают снижение затрат на выполнение работ в 3–4 раза. ВТМ позволяют успешно обрабатывать сложноструктурные месторождения полезных ископаемых, а также осуществлять разработку месторождений со сложными горно-геологическими условиями, вести работы в суровых климатических условиях, интенсифицировать горные работы при строительстве и эксплуатации карьеров.

Для агрегатирования с навесным, прицепным или полуприцепным рабочим оборудованием используются гусеничные и пневмоколесные одно- и двухосные тягачи и специальные шасси.

Гидромеханизация – способ механизации земляных и горных работ, при котором все или основная часть технологических процессов осуществляются

под действием энергии движущегося потока воды. К числу основных технологических процессов относятся: разработка пород, гидротранспорт за счет использования естественных уклонов или искусственно создаваемого давления, укладка пород в отвалы или иные сооружения. В гидромеханизации используется оборудование различных конструкций и назначения: гидромониторы, насосы, землесосы и др.

Разрушение горной породы водой производится двумя способами: размывом напорной струей или размывом самотечным потоком, поступающим к всасывающей трубе землесоса.

При первом способе работ вода насосом по водоводу подается к гидромонитору, из насадки которого под давлением и со скоростью до 80 м/с направляется на забой и разрушает его.

Размытая порода вместе с водой образует гидросмесь, которая называется пульпой. Она характеризуется консистенцией, под которой понимают соотношение твердой и жидкой фаз в пульпе (Т/Ж). Различают объемную консистенцию и массовую. Первая определяется отношением объема породы с естественной пористостью к объему воды, а вторая – соотношением масс породы и воды.

Образовавшаяся пульпа стекает по почве к зумпфу, откуда засасывается грунтонасосом (землесосом) и по трубам перекачивается к месту укладки (гидроотвалу), где она отстаивается. При отстаивании порода отделяется от воды и остается в отвале, а осветленная вода через водосборный колодец по канаве попадает к насосной станции для повторного использования или сбрасывания в естественный водоисточник. Для самотечного движения пульпы от забоя до зумпфа подошве уступа придается уклон, вследствие чего часть породы остается неразмытой и образует недомыв. Его убирают бульдозерами или экскаваторами, укладываемыми породу в отвал, смываемый струей гидромонитора в зумпф.

Интенсивность размыва характеризуется объемом горной породы, размываемой 1 м³ воды. Увеличение высоты уступа до определенного предела повышает интенсивность размыва. Она также возрастает с увеличением расхода воды, компактности струи и уменьшением расстояния от гидромонитора до забоя. Повышение давления струи гидромонитора целесообразно только до определенного оптимального предела.

Разрушение горной породы потоком, притекающим к всасывающей трубе, происходит при разработке забоя плавучим землесосным снарядом (земснарядом). Установленный на понтоне землесос засасывает по трубе воду вместе с породой и нагнетает пульпу в напорный трубопровод, от которого она по трубопроводу, уложенному на поплавках, транспортируется к месту укладки. Во всасывающую трубу вовлекаются только частицы, расположенные в зоне всасывания, где скорость потока достаточна для преодоления сцепления частиц между собой и их веса. Связные породы таким способом разрушаются очень плохо, поэтому землесосные снаряды снабжаются рыхлителями.

Гидромеханизация при открытой добыче полезных ископаемых имеет относительно небольшое распространение. Однако для эффективного приме-

нения необходимо знать принцип действия этих машин.

Контрольные вопросы

- 1 Приведите классификацию горных машин.
- 2 Приведите классификацию буровых машин.
- 3 Приведите классификацию выемочно-погрузочных машин.
- 4 Приведите классификацию выемочно-транспортирующих машин.
- 5 Охарактеризуйте машины и гидромеханизации.

2 Практическое занятие № 2. Машины и оборудование для карьерных работ

Цель работы: изучить конструкции машин для карьерных работ.

Порядок выполнения работы

- 1 Изучить теоретические сведения.
- 2 Изучить основные параметры и характеристики машин для карьерных работ.

Содержание отчета: описание машины для карьерных работ, её параметров и характеристик.

Основные теоретические сведения

Конструктивной схемой называют схематическое изображение всей машины или ее основных узлов с указанием их действительного взаимного расположения и кинематической связи.

Экскаватор типа прямая механическая лопата конструктивно приспособлен для выемки горных пород выше уровня установки и может обеспечивать небольшую глубину черпания. Жесткое крепление ковша позволяет работать как в отвал, так и с погрузкой в транспортные средства. Прямую механическую лопату со сравнительно небольшими параметрами целесообразно использовать в первую очередь для погрузки в транспортные средства.

Выпускаются четыре вида рабочего оборудования прямой лопаты (напорная прямая с выдвижной рукоятью; напорная прямая с невыдвижной рукоятью; напорная коленно-рычажная; безнапорная (рисунок 2.1)):

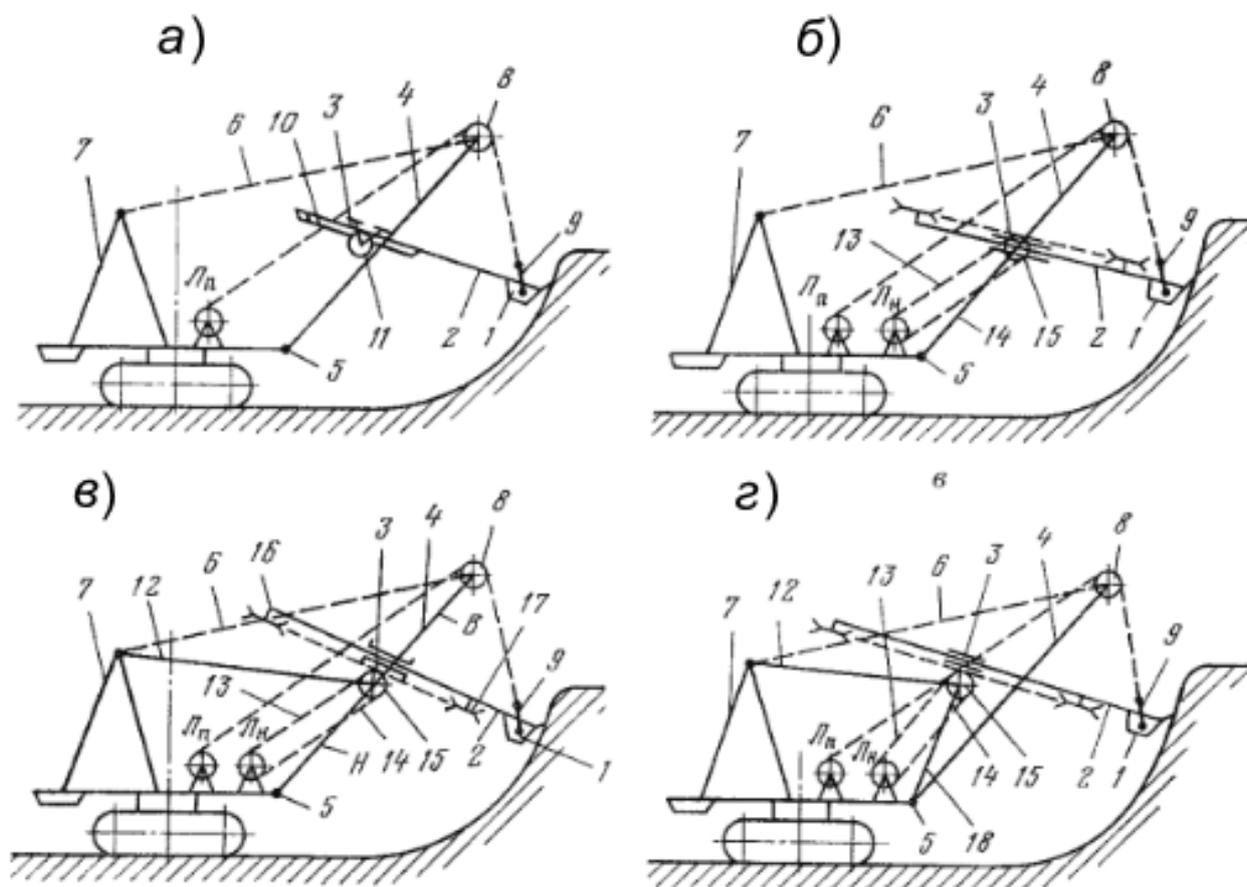
– с зубчато-реечным механизмом напора (см. рисунок 2.1 *а*), расположенным на стреле и передающим усилие на зубчатую рейку рукояти через кремальерную шестерню и точки контакта ползунков седлового подшипника с рукоятью;

– с канатным механизмом напора и разрезной стрелой (см. рисунок 2.1, *б*), состоящей из верхней В и нижней Н шарнирно-связанных частей. Верхняя

часть стрелы поддерживается гибкой подвеской, а нижняя часть – подкосом. Выдвижение и возврат рукояти производятся канатами, которые огибают центральные блоки и полублоки, закрепленные на рукояти;

– с канатным механизмом напора и неразрезной стрелой (см. рисунок 2.1, в). Седловой подшипник и центральные блоки устанавливаются на одной оси в стреле. Выдвижение и возврат рукояти производится лебедкой напора;

– с канатным механизмом напора и неразрезной двухбалочной стрелой (см. рисунок 2.1, г). Седловой подшипник установлен в шарнире стойки, связанной со стрелой. Стойка поддерживается подкосом. Напорная лебедка установлена в передней части платформы и осуществляет выдвижение и возврат рукояти.



1 – ковш; 2 – рукоять; 3 – седловой подшипник; 4 – стрела; 5 – пята; 6 – гибкая подвеска; 7 – двуногая стойка; 8 – блок; 9 – подвеска; 10 – зубчатая рейка; 11 – кремальерная шестерня; 12 – подкос; 13, 14, 18 – канаты; 15 – центральные блоки; 16, 17 – полублоки

Рисунок 2.1 – Конструктивные схемы напорной лопаты с выдвижной рукоятью

В гидравлических экскаваторах используется схема прямой лопаты с невыемной рукоятью. Поворотный ковш шарнирно крепится к рукояти, которая, в свою очередь, шарнирно связана со стрелой и платформой. С помощью цилиндров подъема-опускания стрелы, напора, рукояти и поворота ковша происходит их поворот вокруг шарниров. Траектория копания ковша

образуется сочетанием перемещений основных элементов рабочего оборудования.

Прямые лопаты с коленно-рычажным напором чаще всего различаются по напорному механизму:

- с внутренней рукоятью, напорной балкой и зубчато-реечной подачей;
- с внутренней рукоятью, напорной балкой и канатной подачей.

Рабочее оборудование таких лопат включает в себя ковш, рукоять, стрелу с головными блоками и пятой, балансир, подвеску ковша, стреловую подвеску, подъемный канат. Подача рукояти на забой осуществляется напорной балкой, перемещаемой в седловом подшипнике зубчато-реечной или канатной системой напора. Напорный механизм размещается на двуногой стойке или на платформе.

Экскаваторы с гибкой связью рабочего органа (ковшом) со стрелой представлены драглайном и грейфером.

Драглайны конструктивно приспособлены для выемки пород главным образом ниже уровня стояния экскаватора, однако могут работать и с верхним черпанием. Мощные драглайны позволяют разрабатывать слабые породы без предварительного рыхления, а также предварительно взорванные полускальные и скальные породы.

Драглайн имеет ковш с упряжью, тяговый и подъемный канаты, стрелу с направляющими, головными блоками и пятой. Для перемещения ковша служат лебедки подъема и тяги. Угол наклона стрелы во время работы обычно не изменяется и определяется длиной стрелового каната или полиспаста.

Исполнительный механизм драглайна имеет два гибких звена-каната, связывающих ковш с ведущими звеньями механизма. Неподвижным звеном механизма драглайна является платформа экскаватора с двуногой стойкой и стрелой. Подъемный и тяговый барабаны лебедок образуют с неподвижными звеньями вращательные пары. Механизм воспроизводит рабочие движения драглайна в результате перемещений подъемного и тягового канатов.

Разгрузка ковша осуществляется за счет ослабления тягового каната и поворота ковша, имеющего центр тяжести впереди точки крепления вертикальной подвески. При этом канат упряжи проскальзывает относительно блока, давая возможность ковшу опрокинуться.

Рабочее оборудование приспособлено к разработке грунта преимущественно ниже уровня стояния экскаватора, хотя успешно может работать и выше этого уровня.

Как правило, драглайны производят вскрышные работы с непосредственным отвалообразованием. При погрузке породы в транспортные средства производительность их существенно снижается из-за потери времени на точное позиционирование ковша при разгрузке.

Грейфер – грузозахватное приспособление с поворотными челюстями. Грейфер навешивается на грузоподъемные машины, главным образом на экскаваторы, крапы, электротали и др. Различают двух- и многочелюстные грейферы.

Исполнительный механизм грейфера состоит из ковша, замыкающего и поддерживающего канатов, стрелы с головными блоками. Стрела крепится в пяте на платформе. Поддерживающий канат прикрепляется к шарниру, соединяющему тяги ковша. Во время разгрузки под действием веса ковша и породы после ослабления замыкающего каната и передачи этих сил на поддерживающий канат средняя часть ковша опускается и створки расходятся.

Контрольные вопросы

- 1 Охарактеризуйте конструкции экскаваторов.
- 2 Охарактеризуйте конструкции грейферов.
- 3 Охарактеризуйте конструкции драглайнов.

3 Практическое занятие № 3. Оборудование и машины для горнопроходческих работ

Цель работы: изучение машин и оборудования для горнопроходческих работ.

Порядок выполнения работы

- 1 Изучить теоретические сведения.
- 2 Составить отчет об оборудовании для горнопроходческих работ

Содержание отчета: описание оборудования для горнопроходческих работ.

Основные теоретические сведения

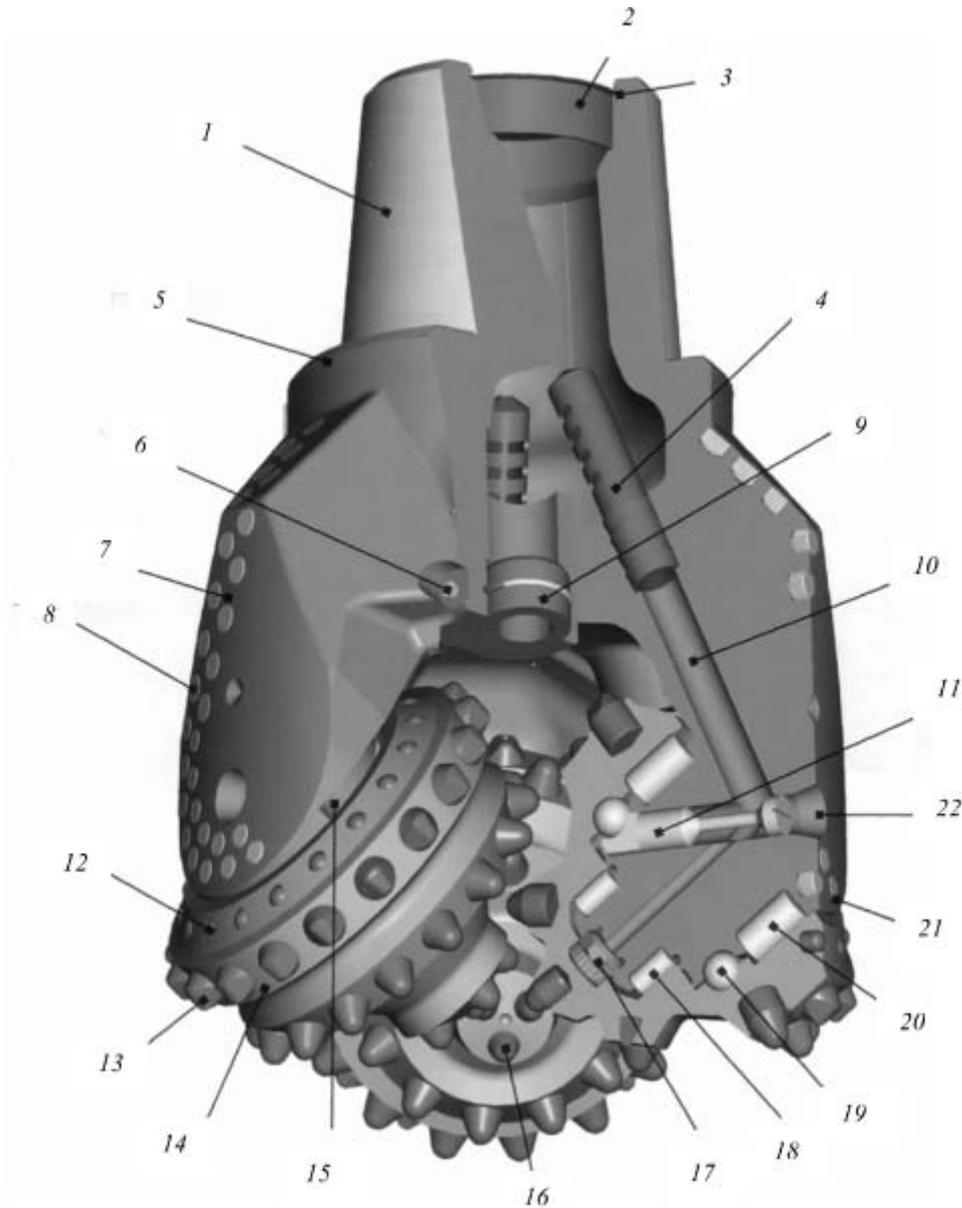
Эффективность использования буровых станков зависит от соответствия типа и параметров бурового инструмента условиям бурения. При этом каждый тип бурового инструмента имеет свою экономически целесообразную область применения.

Инструмент шарошечного бурения.

Шарошечные долота для бурения скважин изготавливают согласно ГОСТ 20692–75 *Долота шарошечные. Типы и основные размеры. Технические требования.* Они оснащаются одной, двумя или тремя шарошками. Существуют многошарошечные долота, которые предназначены для бурения скважин диаметром свыше 490 мм. На открытых горных работах наиболее распространены трехшарошечные долота (ТШД).

ТШД состоит из трех сваренных между собой под углом 120° лап (рисунок 3.1) или секций, к которым приварен резьбовой ниппель для соединения со штангой. Ниппель имеет стандартную замковую коническую резьбу. В лапах установлена шарошка с возможностью свободного вращения. Шарошечное

долото имеет канал для продувки забоя. Роликовый подшипник называется замковым, потому что вставляемые снаружи лапы ролики закрепляют шарошку на лапе и предотвращают смещение шарошки вдоль оси.



1 – резьбовой ниппель; 2 – обратный клапан; 3 – стопорное кольцо; 4 – пневмопровод; 5 – заплечик ниппеля (отрезок высаженной части штанг между квадратной шейкой и резьбой); 6 – замок горловины сопла; 7 – лапа; 8 – вставки лапы шарошечного долота; 9 – сопло; 10 – канал для продувки подшипника; 11 – закрепляющий штифт; 12, 13 – боковые штыри; 14 – конус шарошки; 15 – канал для продувки забоя; 16 – штыри долота: 17 – конус (слева) и цапфа (справа) упорных дисков; 18 – внутренний роликовый подшипник; 19 – шарикоподшипник; 20 – замковый роликовый подшипник; 21 – наплавка твердым сплавом; 22 – буртик, удерживающий штыревую сварку

Рисунок 3.1 – Элементы шарошечного долота

Промышленностью выпускается 13 типов трехшарошечных долот, каждый из которых предназначен для пород с определенными физико-механическими свойствами. Для бурения взрывных скважин на карьерах используют ТШД

типов К, ОК и Т с диаметрами 146; 161; 215,9; 244,5; 269,9 и 320 мм и массой 12...90 кг.

Для внешнего определения типа долота окрашивают в различные цвета и на торце резьбового ниппеля ставят шифрованное клеймо. К долоту прикладывают паспорт с необходимой информацией.

Пример расшифровки маркировки долота 10Р-214ОКП: 10 – порядковый номер модели; Р – индекс завода-изготовителя; 214 – диаметр долота, мм; ОК – для особо крепких пород; П – для бурения с продувкой скважин. Введено также и обозначение долот по ГОСТ 20692–75. Долота, выполненные с телами качения, имеют индекс В, на одном подшипнике качения – М, на двух и более подшипниках скольжения – А, с центральной продувкой – П; с боковой продувкой (периферийной) – ПГ; римские цифры указывают на число шарошек. Пример обозначения: Ш-244,50К-ПГВ – долото трехшарошечное, диаметром 244,5 мм, для особо крепких пород, с боковой продувкой и подшипниками с телами качения.

Для бурения шарошечными станками с продувкой воздухом пород крепости $f < 6$ используют режущие буровые коронки различных диаметров. Коронки диаметров 215,9 и 244,5 мм в качестве вооружения имеют восемь сменных резцов, армированных пластинками из твердого сплава. Подвод сжатого воздуха к забою осуществляется через каналы, расположенные между резцами.

Для месторождения со сложной горно-геологической структурой и смешанным залеганием слоев пород с крепостью 2...10 предназначены комбинированные режуще-шарошечные долота (РШД). В конструкции РШД заложен принцип чередования разрушения слабых пород режущим инструментом, а крепких – шарошечным или совмещение их воздействия на забой за счет взаимного перемещения режущего и шарошечного породоразрушающего органа. Две шарошки размещаются на цапфах лап, жестко связанных с корпусом долота, а режущий орган (резцы) устанавливается подвижно в направляющих пазах лап коронки. Осевое усилие на режущий орган передается через предварительно сжатую пружину, которая и обеспечивает перемещение резцов. При бурении крепких пород происходит утапливание режущего инструмента и работают главным образом шарошки. Как только уменьшается крепость буримого слоя породы $f < 6$, так сразу же режущий орган под воздействием пружины вступает в процесс бурения. В целом отработка забоя происходит одновременно как шарошечным, так и режущим органом.

Буровые штанги служат для передачи долоту крутящего момента и осевого усилия, а также для подвода к забою реагента (воздух, эмульсия, вода и др.) для очистки скважины от продуктов разрушения. В комплект буровых штанг входит одна концевая штанга – забурник и несколько основных рабочих гладких штанг. Ниппели рабочих штанг снабжены внутренней резьбой меньшего диаметра для соединения со шпинделем вертлюга, через который поступает вода и воздух. Обычно диаметр штанги на 20...50 мм меньше диаметра долота, что обеспечивает беспрепятственное удаление продуктов разрушения из скважины при необходимой скорости восходящего потока

20...75 м/с. Штанги изготавливают из стальных бесшовных холодно- или горячекатаных труб.

Стабилизаторы предназначены для предотвращения поперечных колебаний буровой штанги, приводящих к преждевременному износу последней, и долота. Узел стабилизатора крепится к нижнему концу буровой штанги, а долото устанавливается в нижнюю часть стабилизатора. Стабилизатор состоит из корпуса с вертикально расположенными в нем тремя роликами, поверхность которых защищена от износа утопленными заподлицо штырями твердого сплава. Диаметр стабилизатора по выступающему краю роликов соответствует диаметру долота. Корпус стабилизатора выполнен одного диаметра с буровыми штангами. Использование стабилизатора способствует вращению долота вокруг его истинной оси, благодаря чему осевая нагрузка на долото реализуется более эффективно, уменьшается величина необходимого крутящего момента (за счет снижения трения штанги о стенки скважины при изгибе бурового става) и обеспечивается большая плавность бурения. Особенно эффективны стабилизаторы при бурении глубоких скважин, при этом они могут устанавливаться на стыках секций штанг.

Амортизаторы служат для гашения низкочастотных колебаний бурового става, вызванных главным образом повышением частоты вращения долота и осевого усилия при форсированных режимах бурения. Амортизаторы размещают в различных местах бурового става, по конструкции они могут существенно отличаться друг от друга. Например, наддолотный амортизатор ЛН-250, устанавливаемый между долотом и буровыми штангами, состоит из двух перемещающихся относительно друг друга труб, между которыми в качестве демпферов колебаний и вибраций расположены упругие элементы. Разработана конструкция резиногидравлического амортизатора 1АВ-320, предназначенного для установки в верхней части бурового става станка тяжелого типа – СБШ-320. По некоторым оценкам применение амортизаторов увеличивает проходку на долото в среднем на 20 %.

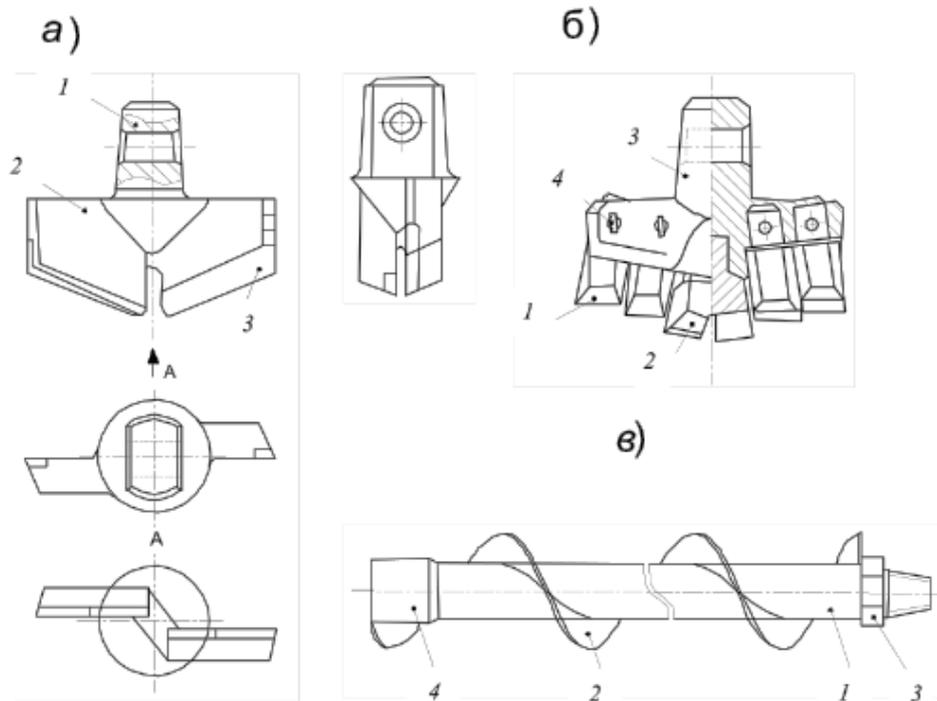
Масляно-воздушный лубрикатор применяется для принудительной смазки опор долот и пылеподавления и устанавливается непосредственно над долотом. Принцип работы лубрикатора заключается в следующем: подводимый сжатый воздух через напорные трубки воздействует на масло, находящееся в кольцевой полости лубрикатора. Под давлением сжатого воздуха и собственного веса масло через дроссель поступает в смесительную камеру, где под действием струи продувочного воздуха перемешивается и дробится на капли, образуя аэрозоль. Далее эта смесь по каналам поступает на подшипниковые опоры шарошек, смазывая их, а воздух выходит через зазор между шарошкой и опорой, предупреждая попадание мелкодисперсной пыли в опоры подшипников.

Комплект бурового инструмента станка вращательного бурения состоит из резцовых коронок и штанг, которые могут быть как гладкими, так и шнековыми.

Резцовые коронки различаются числом лезвий (перьев), способом их крепления, формой режущей кромки, способом армирования твердым сплавом и расположением резцов на корпусе коронки. Коронки изготавливаются со

сплошной или прерывистой режущей кромкой, при этом последние снабжаются съемными или вставными резцами.

Резцовые коронки со сплошной режущей кромкой (рисунок 3.2) армируются пластинами твердого сплава, напаянными непосредственно на корпус, отлитый совместно с хвостовиком. Относительно большая длина режущей кромки не позволяет развивать в процессе бурения высоких удельных усилий, поэтому необходимо периодически затачивать лезвия. С целью предохранения коронки от заклинивания в трещинах она выполняется с центральной рассечкой и разводом перьев под некоторым углом.



а – литая резцовая коронка, армированная твердым сплавом; *б* – коронка со съемными зубьями ДР-160Ш; *в* – штанга со сплошной спиралью для шнекопневматической очистки скважины

Рисунок 3.2 – Инструмент шнекового бурения

Коронки с прерывистой или ступенчатой режущей кромкой снижают энергоемкость бурения. Они имеют съемные периферийные и центральные резцы, установленные в корпусе и закрепленные шпelinтами.

Для армирования бурового инструмента используют металлокерамические твердые сплавы типа ВК.

Коронка буровая КБЛ2-160 предназначена для бурения взрывных скважин вращательным способом на открытых горных работах по углю и слабым породам с коэффициентом крепости до $f = 4$ по шкале проф. М. М. Протодьяконова.

Шнековый буровой став служит для передачи крутящего момента долоту, а также очистки скважины от продуктов разрушения. Став монтируется из секций,

каждая из которых состоит из трубы с приваренной к ней спиралью из полосовой стали и хвостовиков. Соединение секций (не имеющих каналов для продувки) между собой осуществляется посредством валиков, продеваемых сквозь отверстия хвостовиков. Штанги для шнекопневматической очистки соединяются с помощью резьбы и имеют различную форму спирали. Для станков шнекового бурения в основном применяют три типа штанг диаметром по спирали от 107 до 155 мм, длиной от 1800 до 8190 мм и массой от 20 до 270 кг. Долговечность штанг в зависимости от свойств породы достигает 3...4 тыс. м.

Контрольные вопросы

- 1 Опишите конструкцию шарошечных долот.
- 2 Опишите конструкцию буровых коронок.
- 3 Опишите конструкцию буровых штанг.
- 4 Опишите конструкцию амортизаторов.
- 5 Опишите конструкцию стабилизаторов.

4 Практическое занятие № 4. Оборудование для измельчения материалов

Цель работы: изучение оборудования для дробления и измельчения материалов.

Порядок выполнения работы

- 1 Изучить теоретические сведения.
- 2 Составить отчет по конструкции оборудования для измельчения материалов.

Содержание отчета: описание конструкции оборудования для измельчения материалов.

Основные теоретические сведения

Дробление – это разрушение материала до крупности более 5 мм. Дробление твердого тела требует воздействия механической и/или термической нагрузки для преодоления сил сцепления внутри материала. При этом выделяется две основные задачи дробления:

- изготовление мелкокускового материала с величиной куска, пригодного для дальнейшей переработки (к примеру, для плавки с целью достижения короткого времени загрузки и расплавления, незначительных затрат на угар);
- возможности механического обогащения руды путем разделения содержащихся в ней компонентов с разной механической прочностью.

Мелкое и тонкое дробление, при котором получают частицы размером менее 5 мм, называют измельчением.

В зависимости от номинальной крупности питания и конечного продукта различают крупную, среднюю и мелкую стадии дробления и измельчения.

Степень дробления (измельчения) – это отношение размера кусков исходного материала к размеру кусков продуктов дробления (измельчения). При дроблении (измельчении), проходящем в несколько последовательных стадий, общая степень дробления определяется как произведение всех степеней дробления. Дробление и измельчение – очень энерго- и металлоемкие процессы, поэтому необходимо строго определять степень дробления (измельчения) материала.

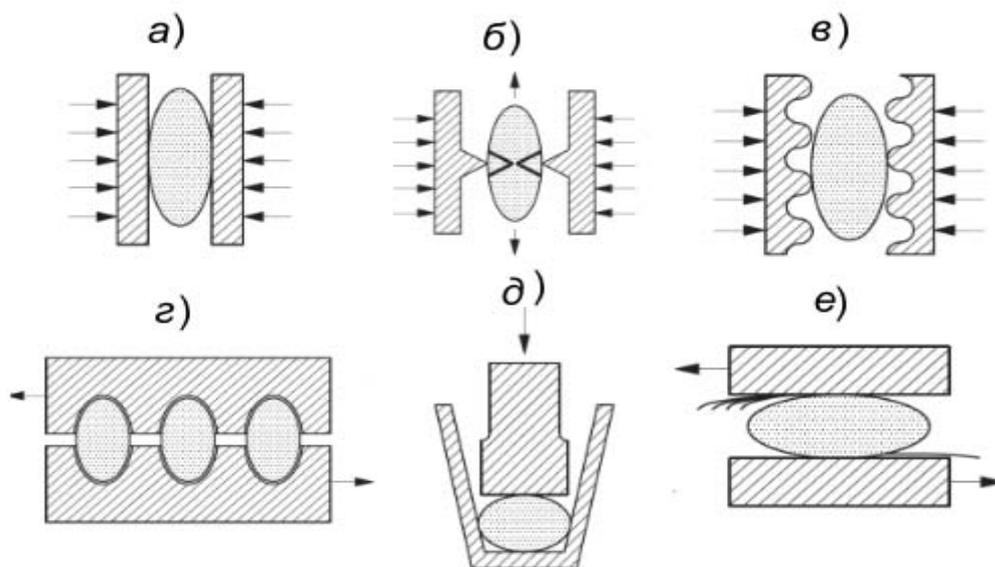
Решающим в выборе механизма и инструмента дробления является вид и поведение размельчаемого материала при внешнем механическом воздействии, а также цель дробления.

По свойствам материалов различают материалы с хрупким разрушением и материалы с вязким разрушением.

Хрупкое разрушение – это разрушение без или с небольшой деформацией, начинается оно при напряжениях ниже предела текучести. Для дробления и измельчения материалов с таким типом разрушения применяются раскалывание, нагрузки сжатия, изгиба, ударная и ударно-отражательная нагрузки.

Вязкое разрушение связано с макроскопически видимой пластической деформацией в месте разрушения. Для уменьшения размера частиц такого материала применяются срезывание, резание, растягивающее напряжение.

На металлургических предприятиях в процессе подготовки шихты, обработки полупродуктов для уменьшения размеров материалов используют различные внешние воздействия (рисунок 4.1).



a – раздавливание; *б* – раскалывание; *в* – излом; *г* – срезывание; *д* – истирание; *е* – удар

Рисунок 4.1 – Способы разрушения при дроблении и измельчении

Раздавливание применяется при крупном, среднем и мелком дроблении и осуществляется двумя качающимися щеками (щековые дробилки), между эксцентрично расположенными коническими поверхностями (конусные дробилки) и вращающимися навстречу друг другу валками (валковые дробилки).

Раскалывание выполняется острыми зубьями или шипами разнообразной формы (валковые зубчатые дробилки) и применяются лишь при крупном и среднем дроблении хрупких и мягких материалов (уголь, мел).

Истирание, сопровождающееся раздавливанием, происходит между двумя вращающимися жерновами, между плоской и цилиндрической поверхностями (бегуны).

Удар в чистом виде осуществляется вращающимися жестко укрепленными пальцами (дезинтеграторами) или вращающимися молотками (молотковыми дробилками). Удар применяется при крупном, среднем и мелком дроблении.

В зависимости от номинальной крупности питания и конечного продукта различают крупную, среднюю и мелкую стадии дробления и измельчения (таблица 4.1).

Таблица 4.1 – Стадии дробления и измельчения

| Процесс | Тип | Номинальная крупность питания, мм | Номинальная крупность конечного продукт, мм |
|-------------|---------|-----------------------------------|---|
| Дробление | Крупное | 1500...500 | 350...100 |
| | Среднее | 350...100 | 100...40 |
| | Мелкое | 100...40 | 30...5 |
| Измельчение | Крупное | 30...5 | 5...2 |
| | Среднее | 5...2 | 1,0...0,5 |
| | Мелкое | 1,00...0,05 | 0,010...0,005 |

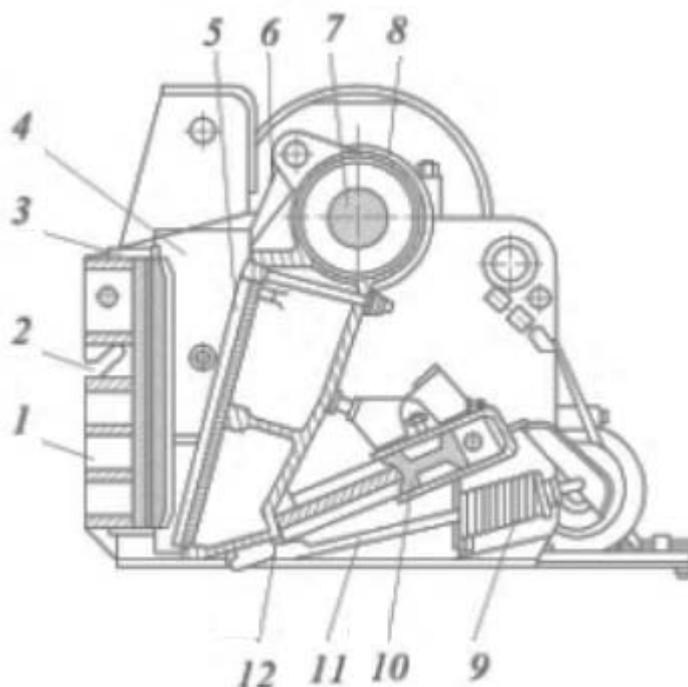
Оборудование для дробления.

Самыми распространенными видами дробилок являются конусные, щековые, валковые и молотковые дробилки.

В щековой дробилке материал, вводимый в дробилку сверху, раздавливается качающейся и неподвижной щеками, а в конусной дробилке – неподвижным и вращающимся внутренним конусами. Вал конуса входит во вращающийся эксцентрик. В щековой дробилке только один ход подвижной щеки является рабочим, во время обратного хода щеки часть дробленого материала успевает выйти из рабочего пространства дробилки через нижнюю выпускную щель.

Благодаря широкому модельному ряду разработанных щековых дробилок создание технологий дробления различных материалов становится простым и удобным. Для переработки материалов повышенной прочности (с пределом прочности при сжатии до 400 МПа) разработаны модификации щековых дробилок с усиленной станиной.

Щековые дробилки делятся на два основных кинематических класса: с простым (ЩДП) и сложным (ЩДС) движением подвижной щеки (рисунок 4.2).



1 – станина; 2 – неподвижная дробящая плита; 3 – упоры; 4 – боковые футеровки; 5 – подвижная дробящая плита; 6 – шток; 7 – эксцентриковый вал; 8 – подвижная щека; 9 – пружина; 10 – механизм регулирования выходной щели; 11 – тяга; 12 – сменный сухарь

Рисунок 4.2 – Схема щековой дробилки

Дробилки щековые с простым движением щеки предназначены для крупного и среднего дробления горных пород прочностью при сжатии до 300 МПа. Степень дробления составляет обычно от 2 до 8. Дробилки ЩДП 9 × 12 и ЩДП 12 × 15 спроектированы с разборной станиной, что позволяет монтировать их при ограниченной грузоподъемности кранов и в стесненных условиях подземных разработок.

Дробление материала происходит между подвижной и неподвижной щеками в момент их сближения (рабочий ход). Дробленый продукт разрушается в момент отхода подвижной щеки от неподвижной (холостой ход). Подвижная щека подвешена на неподвижную ось или в дробилках с простым качанием и на эксцентриковый вращающийся вал в дробилках со сложным движением щеки. В дробилках с простым качанием движение щеке передается от шатуна посредством распорных плит (передней и задней). При перегрузке дробилки (попадание в рабочее пространство недробимых тел) плита разрушается по ослабленному месту (по отверстию или заклепкам) и предохраняет от разрушения основные элементы дробилки. Пружина через тягу способствует отходу подвижной щеки от неподвижной при холостом ходе. Сдвигая клинья в клиновом устройстве относительно друг друга, можно менять ширину разгрузочной щели, т. е. крупность дробленого продукта.

Наибольшее распространение получили дробилки с верхним подвесом щеки с шарнирно-рычажным механизмом привода. Вращающий момент от электродвигателя через клиноременную передачу передается на эксцент-

риковый вал. Для выравнивания нагрузки на двигатель (уравнивание скоростей вращения вала при холостом и рабочем ходе щеки) и уменьшения напряжения от скручивания на эксцентриковый вал с двух сторон устанавливаются маховики, один из которых служит шкивом клиноременной передачи.

Помимо простейшей кинематической схемы используют и более сложные: в движение приводятся обе щеки либо одна щека имеет привод от двух эксцентриков и т. д. Некоторыми зарубежными фирмами выпускаются дробилки малых типоразмеров с кулачковым приводным механизмом. Изготовлены и эксплуатируются опытные образцы щековой дробилки с гидравлическим приводом. Все отечественные дробилки выпускаются с шарнирно-рычажным механизмом привода.

В дробилках со сложным движением траектории движения точек щеки представляют овалообразные кривые, причем соотношение диаметров овала зависит от эксцентриситета и диаметра вала. Значительное вертикальное перемещение щек обуславливает их истирающее действие на куски материала и повышенный износ футеровочных плит. Рабочую часть броневой плиты обычно выполняют рифленной. В дробилках предварительного дробления рекомендуется применять плиты с трапецеидальной формой рифления, для окончательного дробления в дробилках всех типоразмеров – с треугольной формой рифления. Размеры рифлений обоих профилей зависят от размера выходной щели. Все углы на выступах и впадинах рифлений закруглены.

Дробилки со сложным качанием щеки компактны, масса их меньше, чем дробилок ШДП, но повышенный износ футеровки определяет область их применения преимущественно для дробления малоабразивных материалов.

Важной характеристикой дробилок является угол захвата, который образуется плоскостями подвижной и неподвижной щек. Верхняя его величина ограничивается условием, согласно которому дробимый кусок материала не должен выталкиваться вверх при сближении щек.

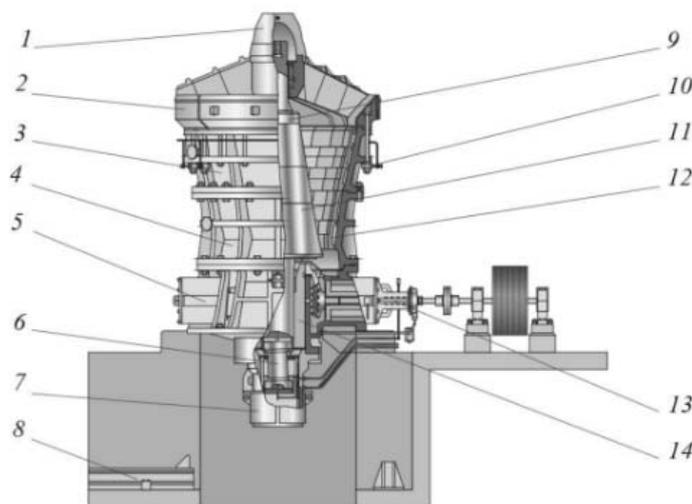
При первом сжатии куска происходит лишь местное скалывание и выкрашивание небольших осколков с поверхности, при следующем рабочем ходе щеки – дальнейшее выкрашивание поверхности. Процесс частичных скалываний прекращается, когда площадь контакта щек и куска достигнет достаточно большой величины и возникающие напряжения приведут к полному раскалыванию куска. Необходимое для этого время тем меньше, а производительность дробилки тем больше, чем меньше угол захвата, который для стандартных шнековых дробилок лежит в пределах $20^\circ \dots 24^\circ$. Степень дробления находится в пределах 2...8, в среднем 3...5.

Щековые дробилки характеризуются простотой конструкции, эффективной работой и стабильностью характеристик. В дробилках используются несколько вариантов предохранения от поломки при попадании недробимого тела: фрикционная муфта, распорная плита с ослабленным сечением или электромагнитный фиксатор. Все дробилки оснащены устройствами регулирования ширины выходной щели. Регулировка производится быстро и безопасно и может быть выполнена без остановки дробилки.

Конструкция агрегатов позволяет максимально упростить сооружение фундаментов и комбинировать все компоненты технологических линий. Это даст возможность скомпоновать практически любую линию в пределах характеристик данного оборудования.

Однако щековые дробилки имеют и ряд недостатков. Характерными для щековых дробилок являются случаи запрессовки рабочего пространства при давлении влажных глинистых руд. Кроме того, щековые дробилки не должны применяться для дробления имеющих плитчатое сланцевое строение куска, т. к. отдельные плитки в случае ориентации их длинной оси вдоль оси щели дробленого материала могут проходить через рабочее пространство дробилки, не разрушаясь. Питание щековых дробилок материалом должно быть равномерным, для чего пластинчатый питатель устанавливают со стороны неподвижной щеки дробилки. Необходимо учитывать и неравномерную крупность получаемого продукта. Обычно щековые дробилки применяют для дробления крупных кусков руды. Расход электроэнергии на дробление 1 т руды в этих установках может колебаться от 0,3 до 1,4 кВт·ч.

Конусные дробилки – наиболее распространенный вид дробильного оборудования; различают дробилки крупного (ККД), среднего (КСД) и мелкого (КМД) дробления (рисунок 4.3). Степень дробления изменяется от 3 до 10, размер кусков в питании 40...1200 мм. Производительность конусных дробилок 5...300 м³/ч.



1 – колпак; 2 – траверза; 3 – верхнее кольцо; 4 – нижнее кольцо; 5 – станина; 6 – опорный вал; 7 – гидравлический цилиндр; 8 – рельсовый путь; 9 – дробящий конус; 10 – вытяжной домкрат; 11 – брони конуса; 12 – брони чаши; 13 – приводной вал; 14 – эксцентрик

Рисунок 4.3 – Схема дробилки крупного дробления ККД-1500/180

В конусной дробилке ось вращения внутреннего конуса не совпадает с геометрической осью неподвижного конуса, т. е. в любой момент дробление руды происходит в зоне приближения поверхностей внутреннего и наружного

неподвижного конусов. Подвижный конус жестко закреплен на валу, который свободно подвешен на шаровом шарнире. Движение на подвижный конус передается от конического колеса через эксцентрик на хвостовик вала.

При этом в остальных зонах происходит выдача дробленого продукта через кольцевую щель между конусами. Таким образом, дробление руды в конусной дробилке осуществляется непрерывно. Достижимая производительность составляет 3500...4000 т/ч при расходе электроэнергии на дробление 1 т руды 0,1...1,3 кВт·ч.

Так как хвостовик вала помещен в гнездо стакана, расположенное эксцентрично относительно оси стакана, любая точка на поверхности подвижного конуса совершает гирации, т. е. движения: одно – вокруг оси подвижного конуса, возникающее из-за сил трения между кусками руды и дробящими поверхностями, и второе – вокруг вертикальной оси дробилки. Такие дробилки называют гирационными.

Дробление в конусных дробилках протекает непрерывно (т. е. отсутствует холостой ход): в каждый момент времени в рабочем пространстве возникает зона дробления при сближении конусов и зона разгрузки. Конусные дробилки могут отличаться конструктивно: их выпускают с центральной или боковой разгрузкой материала.

Конусные дробилки среднего (КСД) и мелкого (КМД) дробления отличаются от рассмотренных выше конфигурацией рабочего пространства, имеющего параллельную зону, которая обеспечивает получение мелкого продукта равномерной крупности.

Конусные дробилки с успехом можно применять для руд любого типа, в том числе со слоистым (плитчатым) строением куска, а также для глинистых руд. Конусные дробилки не нуждаются в питателях и могут работать «под завалом», т. е. с рабочим пространством, полностью заполняемым рудой, поступающей из расположенного выше бункера. Короткоконусная грибовидная дробилка отличается от обычной конусной дробилки удлиненной зоной выдачи дробленого продукта, обеспечивающей полное дробление материала до заданного размера кусков.

Срок службы броневых плит конусов дробилки зависит от характера дробимого материала и от материала, из которого изготовлена футеровка, и колеблется от 2 до 6 лет.

Достоинствами конусных дробилок для крупного дробления являются небольшие вибрации при работе, большая производительность и меньшие по сравнению со щековыми дробилками удельные энергозатраты и более высокая надежность. К недостаткам дробилок относятся: сложность конструктивного оформления; сложность и высокая стоимость ремонта; монтажа (для монтажа необходимы более высокие помещения) и обслуживания; худшая их работа на вязкой руде; худшие условия для захватывания крупных кусков. Удельный вес дробилок данного типа в цветной металлургии доходит до 40 %.

При выборе дробилки для крупного дробления можно руководствоваться следующим практическим правилом: если одна щековая дробилка справляется

с заданной производительностью, то при выборе оборудования предпочтение следует отдавать щековой дробилке.

В дробилках ударного действия разрушение кусков происходит под действием удара вращающихся молотков или била, а также за счет удара отбрасываемых молотками кусков об отбойные плиты, установленные внутри корпуса дробилки. По конструктивному исполнению рабочего органа дробилки ударного действия разделяют на молотковые и роторные. В молотковых дробилках обычно молотки к ротору подвешивают шарнирно. В роторных дробилках на массивный ротор жестко крепят сменные износостойкие била. Различают однороторные, двухроторные параллельного дробления, двухроторные последовательного дробления и однороторные реверсивные дробилки.

Роторные дробилки быстроходны и предназначены для крупного, среднего и мелкого дробления. Разрушение кусков происходит в результате удара била по куску, куску об отражательную поверхность, а также соударения кусков. Степень дробления до 30...40.

Наиболее распространены однороторные дробилки для крупного дробления. Сварной корпус состоит из нижней и верхней частей. В верхней части шарнирно закреплены отражательные плиты, изготовленные из термически обработанных сталей. Ниже концы плит футеруют спальными сменными плитами. Внутреннюю поверхность верхней части корпуса также футеруют износостойкими плитами. Зазоры между концами плит и билами, укрепленными на вращающемся роторе, регулируются специальными устройствами. Эти устройства являются одновременно и амортизаторами, предохраняющими дробилку от поломок при попадании в нее недробимых кусков. Била изготавливают из износостойких хромистых или марганцовистых сталей.

Капитальные затраты на роторные дробилки по сравнению с затратами на конусные дробилки на 30 % ниже, металлоемкость в 2,5 раза меньше, эксплуатационные затраты в 1,5 раза ниже. Било – быстроизнашивающийся элемент дробилок, его изготавливают из хромистых и марганцовистых сталей. Таким образом, недостатком дробилок является быстрый износ било, особенно при работе на абразивных материалах.

Молотковые дробилки можно разделить на две группы: одно- и двухроторные. По направлению вращения ротора первые подразделяют на реверсивные и нереверсивные.

Однороторные молотковые дробилки в большинстве случаев снабжены колосниковыми решетками, контролирующими крупность готового продукта. При дроблении глинистых или влажных (свыше 10 %...15 % влаги) материалов используют подвижные отбойные плиты в виде пластинчатых конвейеров.

Двухроторные молотковые дробилки с колосниковыми решетками выпускают двух видов: для последовательного и параллельного дробления поступающего материала.

Механизм действия молотковых дробилок прост, но эффективен: сырье непрерывно подается через загрузочную воронку, где происходит его дробление ударами молотков, отбойников броней и колосниковых решеток. В ходе

дробления требуемая фракция просыпается сквозь зазоры колосников и попадает в выгрузочный короб.

Основой молотковых дробилок является ротор с закрепленными на нем ударными элементами (билами, молотками). Отличительной чертой между молотковыми и роторными дробилками является способ крепления к валу ударных элементов. На молотковых дробилках молотки закреплены шарнирно. Данный факт позволяет снизить энергозатраты при дроблении твердых материалов за счет «плаванья» молотка в воздухе. Таким образом, появляется возможность разбить материал в помольной камере не с первого раза, а с последующих.

Дробилки ударного действия просты в устройстве, компактны, надежны в работе. Дробилки обладают высокой производительностью, позволяют доводить степень дробления до 40 (обычно 10...15), универсальны, т. е. позволяют осуществлять дробление разнообразных материалов (крупное, среднее, мелкое). В отдельных случаях возможно избирательное дробление. Удельный расход энергии около 1 кВт·ч/м³.

К недостаткам дробилок ударного действия относятся: быстрый износ молотков (бил) и футеровки при дроблении твердого материала, трудность работы с влажным материалом и возможность серьезной аварии при случайном попадании крупных недробимых предметов.

Валковые дробилки используют для среднего или мелкого дробления материалов средней твердости. Они составляют до 20 % парка дробилок. Валковые дробилки бывают одно-, двух-, трех- и четырехвалковые. Четырехвалковую дробилку в ряде случаев можно рассматривать как две двухвалковые, смонтированные в одном корпусе. В промышленности наибольшее распространение получили двухвалковые дробилки с гладкими или рифлеными валками. Четырехвалковые дробилки применяют в основном на обогатительных фабриках для дробления известняка и кокса.

Поверхности валков бывают гладкие, рифленые, ребристые и зубчатые длинно- и короткозубчатые (длиннозубчатые – при высоте зуба более 0,1 диаметра валка, короткозубчатые – при высоте зуба менее 0,1 диаметра валка). Наибольшее распространение получили двухвалковые дробилки с гладкими или рифлеными валками. Сочетание дробящих поверхностей может быть различным: например, оба валка могут иметь гладкую поверхность или один – гладкую, другой – рифленую. Дробилки с гладкими и рифлеными валками обычно применяют для дробления материалов средней прочности (до 150 МПа); дробилки с зубчатыми валками применяют для измельчения каменного угля и подобных материалов малой прочности (до 80 МПа). Крупность продукта дробления валковой дробилки зависит как от размера выходной щели между валками, так и от типа поверхности рабочих органов. В мировой практике валковые дробилки используют, как правило, на заключительных стадиях дробления (среднее и мелкое дробление).

Контрольные вопросы

- 1 Приведите описание оборудования для измельчения.
- 2 Приведите описание роторных дробилок.
- 3 Приведите описание молотковых дробилок.

5 Практическое занятие № 5. Оборудование для разделения материалов по крупности

Цель работы: изучить оборудование для разделения материалов по крупности.

Порядок выполнения работы

- 1 Изучить теоретические сведения.
- 2 Представить описание оборудования для разделения материалов по крупности.

Содержание отчета: описание оборудования для разделения материалов по крупности.

Теоретические сведения

Разделение руды на классы различной крупности осуществляют на грохотах. Для этих целей используют различные устройства и аппараты:

- грохот – устройство для разделения исходного материала на два и более класса по крупности на просеивающей поверхности;
- дуговое сито – аппарат для мокрой классификации и обезвоживания пульпы на неподвижной просеивающей поверхности;
- классификатор – аппарат для разделения исходного материала (пульпы) на два и более класса по крупности без применения просеивающей поверхности;
- гидроциклон – аппарат для гидравлической классификации под влиянием центробежных сил, возникающих при тангенциальной подаче исходной пульпы к осевой разгрузке продуктов разделения.

Оборудование для грохочения.

В схемах дробления грохоты устанавливают перед дробилкой для увеличения производительности последней.

Такой способ грохочения называют предварительным и используют в каждой стадии дробления; также применяют контрольное и совмещенное грохочение.

Наибольшее применение получили грохоты неподвижные колосниковые, эксцентриковые с круговым качением короба в вертикальной плоскости

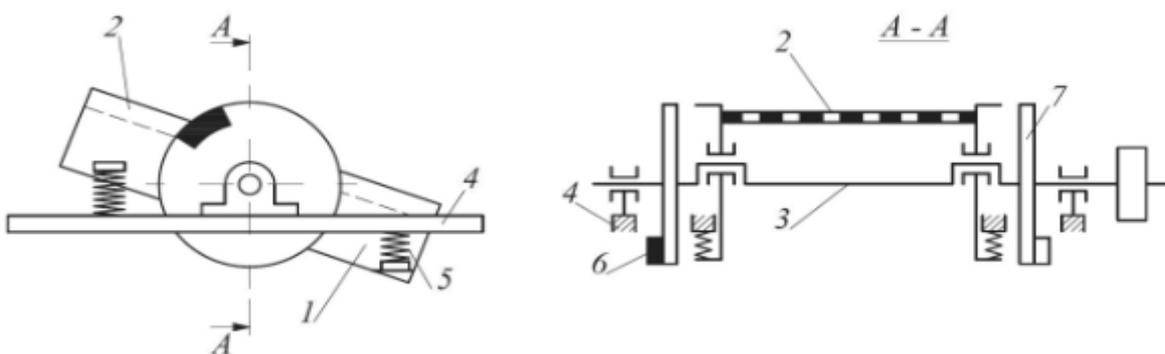
(гирационные) и инерционные с круговыми или эллиптическими вибрациями короба в вертикальной плоскости (самоцентрирующиеся).

Наиболее простыми являются колосниковые грохоты, которые представляют собой собранные из колосников решетки, устанавливаемые под углом к горизонту. Материал, загружаемый на верхний конец решетки, движется по ней под действием силы тяжести. При этом мелочь проваливается через щели решетки, а крупный класс сходит на нижнем конце.

Расстояние между колосниками (20...250 мм) принимают равным не больше размера разгрузочного отверстия дробилки. При грохочении руд грохот устанавливают под углом $40^\circ \dots 45^\circ$ к горизонтальной плоскости. При повышенной влажности руды угол наклона может быть увеличен на $5^\circ \dots 10^\circ$. Для предотвращения забивания используют грохоты с консольным креплением колосников. Вибрации отдельных колосников, возникающие при ударе падающих кусков руды, препятствуют забиванию. Грохоты изготавливают с размером щели между колосниками не менее 25 мм, т. к. в случае уменьшения размера резко снижается эффективность грохочения.

Неподвижные колосниковые грохоты изготавливают обычно непосредственно на металлургическом предприятии. Их можно устанавливать перед дробилками крупного либо среднего дробления или над приемными бункерами для отделения от руды кусков негабаритного размера.

Полувибрационный или гирационный (рисунок 5.1) грохот характеризуется круговым движением сита в вертикальной плоскости, вызываемым эксцентриковым приводным механизмом (эксцентриковым валом). Эксцентриковый вал проходит через центр тяжести грохота, имеет две эксцентриковые заточки, установлен в подшипниках качения на раме грохота. Таким образом, при вращении вала относительно своей оси короб получает круговые колебания в вертикальной плоскости.



1 – короб; 2 – сита; 3 – эксцентриковый вал; 4 – рама; 5 – амортизатор; 6 – контргруз; 7 – диск

Рисунок 5.1 – Схема гирационного грохота

Гирационные грохоты предназначены для грохочения материала крупностью до 300 мм. Эксцентриковый вал вращается в двух неподвижных подшипниках и двух подвижных, к которым жестко прикреплен короб грохота. Концы короба опираются на гибкие опоры. Центральная часть короба описы-

вает круговую траекторию, радиус окружности которой равен эксцентриситету эксцентрикового вала. Концы короба движутся по эллиптическим траекториям, совершающим гирации, величина которых зависит от упругости гибких опор. На валу закреплены симметрично два диска с дебалансными грузами и шкив.

Амплитуда колебаний и траектория движения короба будут постоянными только для средней части грохота. Концы грохота имеют относительную свободу колебаний и амплитуду, отличную от средней части короба. Для компенсации центробежных сил, возникающих при вращении, на валу с двух сторон укрепляются маховики с контргрузами (дебалансными грузами).

Применяются такие грохоты главным образом для грохочения крупной руды на ситах с отверстиями 25...0 мм. Угол наклона для крупной руды – 10° ... 18° , для мелкой – 30° . Производительность – $250 \text{ м}^3/\text{ч}$.

Вибрационные грохоты более универсальны и производительны. В грохотах этого типа движение материала по просеивающей поверхности происходит под действием вибровозбудителя (диски с дебалансами, эксцентриковый вал). Используются для среднего и мелкого грохочения. Максимальный размер кусков материалов в питании не превышает 300 мм. Просеивающая поверхность достигает 24 м и может варьироваться от 0,4 до 30 ; ширина 0,8...8,0 м), производительность – до $1000 \text{ м}^3/\text{ч}$. Частота вращения эксцентрикового вала $650 \dots 1800 \text{ мин}^{-1}$, эксцентриситет – 1,5...8,0 мм.

Контрольные вопросы

- 1 Приведите описание схем классификации материалов.
- 2 Приведите описание гравитационных грохотов.
- 3 Приведите описание вибрационных грохотов.

6 Практическое занятие № 6. Оборудование для обогащения материалов

Цель работы: изучить оборудование для обогащения рудных материалов.

Порядок выполнения работы

- 1 Изучить теоретические сведения.
- 2 Представить описание оборудования для разделения материалов по крупности.

Содержание отчета: описание оборудования для обогащения материалов.

Теоретические сведения

Оборудование для рудоподготовки, предназначенное для дезинтеграции твердых материалов и разделения их частиц по крупности применяется в

технологических схемах подготовки руды и твердых промышленных отходов к операциям собственно обогащения (сепарации), а также для реализации технологий переработки природных строительных материалов.

Одним из видов обогащения является флотация.

Флотационный процесс обогащения является основным при переработке руд цветных металлов и некоторых видов другого минерального сырья. Флотация используется для обогащения сульфидных и ряда руд цветных металлов, например, свинцово-цинковых, медных, медно-цинковых, молибденовых, железных, оловянных и руд редких металлов. Флотация применяется для обогащения таких ископаемых, как сера, графит, уголь, а также руд, содержащих апатит, плавиковый шпат, барит и т. д. Значение флотации особенно возрастает вследствие того, что она позволяет использовать тонко вкрапленные в горные породы руды, запасы которых неисчерпаемы.

Сущность процесса обогащения руд флотацией заключается в различной способности минералов удерживаться на межфазовой поверхности, что обусловлено различием в удельных поверхностных энергиях.

Гидрофобные (плохо смачиваемые водой) частицы минералов избирательно закрепляются на границе раздела фаз, обычно газа и воды, и отделяются от гидрофильных (хорошо смачиваемых водой) частиц. При флотации пузырьки газа или капли масла прилипают к плохо смачиваемым водой частицам и поднимают их к поверхности.

Для правильного проведения данного метода обогащения необходимо соблюдение два основных условия:

1) проводить измельчение руд до частиц не менее 0,1 мм, благодаря таким размерам можно получить кусочки руды с максимальным содержанием металла, а не конгломерата;

2) получить в пульпе большое количество мелких воздушных пузырьков, а также создать условия для образования на поверхности устойчивой пены.

Оборудованием для проведения флотации являются флотационные машины. В зависимости от способа аэрации и перемешивания пульпы флотационные машины подразделяются на механические, пневмомеханические и пневматические.

Пневмомеханические флотационные машины имеют, по сравнению с механическими, следующие преимущества:

– при одинаковых технологических показателях продолжительность флотации меньше на 35 %...40 %;

– расход энергии на 1 т руды меньше на 40 %...50 %;

– возможность работы с высокими скоростями потока пульпы (минутный дебит пульпы, подаваемой во флотационную машину, может достигать до $2,5V \dots 3V$, где V – геометрический объем одной камеры);

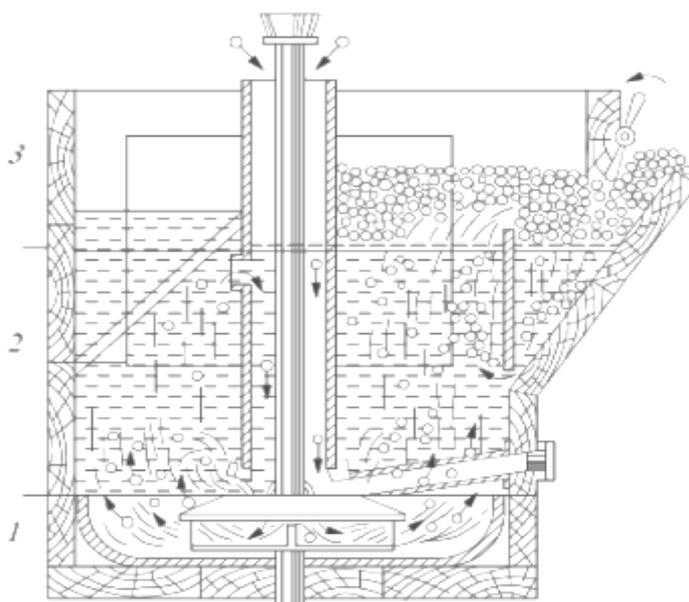
– возможность регулировки аэрации пульпы в широких пределах, вплоть до $1,5 \dots 1,8 \text{ м}^3$ воздуха за одну минуту на 1 м^3 пульпы.

Из пневматических флотационных машин наибольшее распространение получили аэролифтные. Они имеют простую и дешевую конструкцию, высокую производительность, незначительный расход энергии, меньшую площадь

пола, чем для механических машин. Недостатки аэролифтных флотационных машин следующие: при флотации труднофлотируемых руд получают недостаточно стабильные технологические показатели и концентраты высокой влажности; возникает опасность осаждения крупных и более плотных частиц на дно ванны или накапливание таких частиц в нижней зоне ванны вследствие менее интенсивного перемешивания пульпы; отсутствует возможность подсасывания промпродуктов, что при сложных схемах обогащения вызывает необходимость установки большого числа насосов.

Пневматические флотационные машины следует применять при сочетании следующих условий: легкой флотируемости полезного ископаемого, малой или средней его плотности, простой схеме обогащения, большем выходе концентрата. При других условиях в большинстве случаев следует выбирать пневмомеханические машины. Однако если по технологическим причинам процесс флотации нельзя интенсифицировать, то механические машины могут оказаться наиболее экономичными.

Механические флотационные машины (рисунок 6.1) широко применяются для флотации пульпы обычной крупности (максимальная крупность до 1 мм при крупности 74 мкм не менее 50 %), при разных схемах флотации, требующих регулирования уровня пульпы на малом числе камер и при необходимости подсосов промежуточных продуктов. Применение механических машин позволяет не создавать на фабрике воздуходушного хозяйства.



1 – зона перемешивания; 2 – зона разделения; 3 – зона концентрации

Рисунок 6.1 – Схема действия механической флотационной машины:

Модификация механических флотационных машин.

Машины с кипящим слоем успешно применяются для флотации калийных руд крупностью 0,8 мм и для более крупнозернистых пульп крупностью 3 мм.

Флотационные машины с турбоцентробежным импеллером изготавлива-

ются с камерами, имеющими две зоны – аэрации и всплывания, и рекомендуются преимущественно для флотации тонкоизмельченных шламистых пульп. Эти же машины с обычными камерами могут применяться для пульп обычной крупности. Машины могут работать с засосом воздуха или с поддувом, как пневмомеханические.

Пневмомеханические машины вследствие указанных выше их достоинств принимаются к установке наиболее часто. Они применяются для обычных пульп (до 40 % твердого и не менее 50 % крупностью 74 мкм). Машины прямоточные и рекомендуются там, где не требуется покамерная регулировка уровня пульпы и нет частых возвратов промпродуктов. В машину можно включить механические камеры для подсоса продуктов и для приема пульпы (как головную камеру).

До недавнего времени самыми распространенными флотомашинами на обогатительных фабриках РФ были флотомшины института Механобр, из которых лучшими считались пневматические глубокие аэролифтные машины.

Многокамерная машина состоит из модулей (секции двухкамерные), кармана загрузочного, устройств разгрузочных – промежуточного и хвостового. В одной прямоточной нитке не более четырех камер (две двухкамерные секции). Камеры имеют противокоррозионную защиту в виде полимерных покрытий.

Конструкция флотационной машины обеспечивает:

- автоматическое регулирование уровня пульпы в камерах;
- автоматическое регулирование расхода воздуха в камерах;
- отдельный вывод из камеры шламов и песков, что снижает содержание полезного компонента в песках.

Преимущества:

- оригинальный узел разгрузки с отдельным выводом шламов и песков из машины;
- на внутренней поверхности камеры полиуретановое напыление;
- не нарушая прочностных характеристик, металлоемкость новой конструкции ФИМ-16 значительно ниже металлоемкости флотомашин данного типа других заводов-изготовителей (по предварительным подсчетам экономия металла составляет 1 т на две камеры).

Для современных обогатительных фабрик Metso предлагает широкий диапазон типоразмеров флотомашин объемом от 0,8 до 200 м³.

Во флотационных машинах RCS применяется запатентованный аэрационный механизм DV™. Данный механизм состоит из ротора, смонтированного на полом вала, и статора, закрепленного на несущей трубе. Ротор имеет уникальную компоновку вертикальных лопастей с нижними гранями специальной формы и диспергационную полку. Такая конструкция аэрационного механизма обеспечивает мощную радиальную циркуляцию пульпы к стенкам камеры и сильные обратные потоки к нижней стороне ротора, при этом создаются условия, препятствующие запесочиванию флотомашин. Уникальной особенностью аэрационного механизма DV™ является наличие циркуляционных потоков в верхней части ротора, что позволяет поддерживать оптимальное

распределение твердого по объему флотационной камеры, не допуская критического увеличения плотности пульпы в нижней части.

Достоинства:

- вертикальные лопасти статора, обеспечивающие радиальное направление циркуляционных потоков, полностью устраняющие вращение пульпы в камере и возможность образования каких-либо воронок;

- максимальное количество столкновений пузырьков воздуха с минеральными частицами как внутри аэрационного механизма, так и в объеме флотационной камеры;

- эффективный режим формирования взвеси минеральных частиц, а также удаление песков из флотационной камеры, при запуске после остановки;

- эффективная диспергация воздуха и равномерное распределение пузырьков по объему камеры;

- снижение эксплуатационных затрат;

- аэрационный механизм, позволяющий свести к минимуму образование локальных зон с высокой турбулентностью в роторе и статоре, что значительно снижает износ элементов конструкции;

- постановка роторов и статоров в различном исполнении: с покрытием из износостойких эластомеров или литого полиуретана;

- профиль ротора, позволяющий минимизировать потребление энергии.

Каждая флотационная камера RCSTTM имеет два внутренних пересеченных пенных желоба для эффективного удаления пенного продукта при минимальном расстоянии его транспортировки:

- оба пенных желоба обеспечивают сбор пенного продукта с двух сторон и имеют разгрузку на одну сторону флотационной машины, что упрощает проектирование флотационных схем;

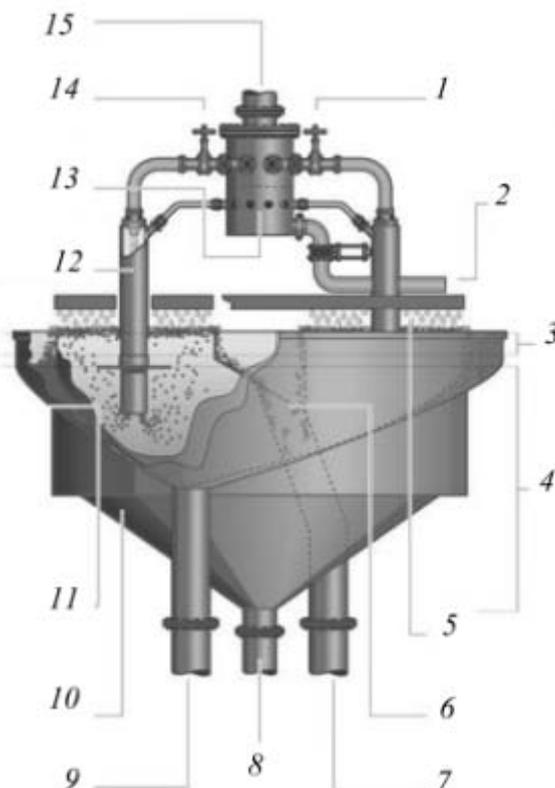
- для сокращения пребывания минеральной частицы в пенном слое могут быть установлены направляющие пластины, при этом достигается увеличение извлечения крупных классов и сростков.

Управление уровнем пульпы во флотомашине производится при помощи пробковых клапанов Дарт с пневматическим приводом. Для контроля уровня применяется поплавковый датчик или другой тип датчика по требованию заказчика. Все компоненты механизма DVTM закреплены на верхней раме, что позволяет производить одновременный демонтаж обоих компонентов для текущего техобслуживания. Компоненты защиты от износа, расположенные внутри флотационной камеры, также могут быть заменены без демонтажа всего механизма.

Флотационный воздух подается на флотомашину при помощи воздуховодки. Регулировка расхода воздуха для каждой флотомашины производится вручную или автоматически.

Для флотационных камер объемом до 70 м³ обычно применяется клиноременной привод. Для флотомашин объемом свыше 70 м³ стандартным является редукторный привод с увеличенным подшипниковым узлом вторичного вала; подшипники вторичного вала работают в сухом колодце.

Во флотационной камере Jameson Cell (рисунок 6.2) контакт «частица – пузырек» происходит в аэраторе. В емкости происходит отделение пены от пульпы, в ней также может быть интегрирована система промывки пены, что способствует получению концентрата с высоким содержанием.



1 – изоляция отдельного аэратора; 2 – воздух из атмосферы; 3 – зона пены в емкости; 4 – зона пульпы в емкости; 5 – промывочная вода (опционально); 6 – желоб для сбора пены; 7 – флотационный концентрат; 8 – хвосты; 9 – флотационный концентрат; 10 – емкость; 11 – желоб для сбора пены; 12 – аэратор; 13 – центральный распределитель воздуха; 14 – центральный распределитель питания; 15 – питание аэратора

Рисунок 6.2 – Схема флотационной машины Jameson Cell

Камера Jameson Cell включает в себя три основные зоны: аэратор, зону пульпы в емкости и зону пены в емкости.

Аэратор – это основа Jameson Cell, в нем происходит интенсивный контакт пузырьков и частиц. Питание подается в аэратор через входное отверстие линзы пульпы, создавая струю высокого давления. Эта струя жидкости захватывает воздух из атмосферы. При удалении воздуха внутри аэратора создается вакуум, в результате чего столб жидкости перемещается в аэраторе вверх. Струя ударяет в столб жидкости, где кинетическая энергия удара разбивает воздух на мелкие пузырьки, которые сталкиваются с частицами. Очень большая граничная площадь пузырьков и интенсивное перемешивание обеспечивают быстрый контакт частиц и пузырьков воздуха, способствуя высокой несущей способности камеры.

В зоне пульпы в емкости пузырьки с минералом отделяются от пульпы.

Проектные скорости и рабочая плотность в этой зоне обеспечивают поддержание частиц во взвешенном состоянии без необходимости в механическом перемешивании. Вследствие быстрой кинетики и наличия отдельной зоны контакта в аэраторе время пребывания не имеет значения при расчете размера емкости, поэтому объем емкости значительно меньше, чем объем аналогичных механических и колонных камер. Работа камер Jameson Cell зависит от контакта, а не от времени пребывания.

В зоне пены в емкости содержание концентрата контролируется с помощью дренажа и промывки пены. Камеры спроектированы для создания эффективной спокойной зоны, обеспечивающей максимальное извлечение в пенный продукт. Расстояние перемещения пены и нагрузки порога концентрата являются интегральной частью проекта емкости.

Благодаря отсутствию мешалок, воздуходувок и компрессоров флотомашин Jameson Cell отличается простотой, а ее эксплуатация – крайне низким энергопотреблением. Потребляемая мощность значительно ниже, чем у соответствующей механической или колонной флотационной камеры. Энергия для флотации обеспечивается стандартным насосом подачи питания.

Оптимальные показатели работы флотомашин Jameson Cell поддерживаются постоянным объемным потоком пульпы к каждому аэратору. Для компенсации колебаний технологических потоков во время работы фабрики камера Jameson Cell оснащена системой рециркуляции хвостов, которая автоматически компенсирует изменения в питании. В дополнение к поддержанию стабильной оптимальной работы аэратора рециркуляция хвостов способствует улучшению технологических показателей за счет многократных «проходов» частиц через контактную зону аэратора. Повышение селективности и управление механическим выносом частиц в пенный слой во флотомашине Jameson Cell не влияют на содержание в конечном продукте.

Флотомашин Jameson Cell не имеют движущихся частей, техническое обслуживание которых можно легко произвести в режиме онлайн без остановки камер.

Контрольные вопросы

- 1 Приведите описание схем обогащения материалов.
- 2 Приведите описание механических флотомашин.
- 3 Приведите описание пневмомеханических флотомашин.
- 4 Приведите описание пневматических флотомашин.

7 Практическое занятие № 7. Основы проектирования технологических комплексов для выполнения горных работ

Цель работы: изучить методику проектирования технологических комплексов для выполнения горных работ.

Порядок выполнения работы

- 1 Изучить теоретические сведения.
- 2 Представить пример последовательности проектирования технологического комплекса для выполнения горных работ.

Содержание отчета: описание последовательности проектирования технологического комплекса для выполнения горных работ.

Теоретические сведения

Введение в методику проектирования технологических комплексов для горных работ позволяет глубже понять процессы, стоящие за эффективной организацией добычи полезных ископаемых. Современные реалии требуют оптимизации всех этапов – от планирования до реализации проектов, что обуславливает необходимость детального изучения теоретических основ проектирования. Важно учитывать как геомеханические, так и экономические аспекты, обеспечивая рациональные подходы к созданию технологических комплексов.

Классификация технологических комплексов для горных работ может быть основана на различных признаках, таких как объемы добычи, тип полезного ископаемого, используемые технологии и масштабы освоения месторождений. Основные принципы проектирования включают гибкость, адаптивность и устойчивость, что позволяет учитывать изменяющиеся рыночные условия и требования безопасности. Критерии выбора технологий и оборудования зависят от специфики горных работ, климатических условий, а также экономической целесообразности. Анализ современных технологий для горных работ выявляет новые возможности, включая автоматизацию процессов и применение цифровых решений. Таким образом, адаптация оборудования не только повышает эффективность, но и способствует снижению воздействия на окружающую среду. Современные организационные стратегии включают внедрение инновационных подходов, что, в свою очередь, открывает новые горизонты для повышения производительности и снижения затрат на технологии и оборудование. Например, можно выделить комплексы для открытых горных работ (карьеры, разрезы) и подземных разработок (шахты, рудники). Внутри каждой группы существует дальнейшая специализация, учитывающая геологические особенности месторождения, глубину залегания полезного ископаемого, его физико-механические свойства и другие факторы.

Выбор оптимального технологического комплекса напрямую зависит от конкретной классификации, позволяющей сфокусироваться на наиболее подходящих решениях.

Основные принципы проектирования технологических комплексов должны основываться на принципах безопасности, эффективности и экономической целесообразности. Безопасность персонала и окружающей среды является приоритетом, что требует тщательного анализа рисков и внедрения соответствующих мер защиты.

Эффективность оценивается по производительности, затратам на добычу и переработку, а также по минимизации потерь полезного ископаемого. Экономическая целесообразность определяется на основе сравнения затрат и доходов, с учетом сроков окупаемости инвестиций и прогнозируемой прибыли. Критерии выбора включают в себя технико-экономические показатели, экологические требования, доступность ресурсов, квалификацию персонала и другие факторы, которые необходимо тщательно взвешивать.

Процесс выбора технологий и оборудования включает в себя несколько этапов: анализ геологических данных, оценку запасов полезного ископаемого, разработку горно-геологической модели, выбор горных работ, проектирование технологической схемы, подбор оборудования, разработку плана производства и оценку эффективности. На каждом этапе необходимо учитывать взаимодействие различных компонентов технологического комплекса, обеспечивая их согласованную работу.

Анализ современных технологий для горных работ показывает тенденцию к автоматизации, роботизации и применению цифровых технологий. Это позволяет повысить производительность, улучшить безопасность и снизить затраты.

Критерии выбора и адаптации оборудования зависят от многих факторов, таких как производительность, надежность, энергоэффективность, стоимость, условия эксплуатации и доступность запчастей. Важно учитывать совместимость оборудования, его интеграцию в существующую инфраструктуру и возможность модернизации. Адаптация оборудования к специфическим условиям месторождения может включать в себя модификацию существующих машин или разработку новых решений.

Организационные решения и инновационные подходы играют ключевую роль в успешном проектировании и реализации технологических комплексов. Современные организационные стратегии в горных работах ориентированы на повышение эффективности управления, оптимизацию логистических цепочек, внедрение систем контроля качества и безопасности, а также на развитие человеческого капитала. Инновационные подходы включают в себя применение цифровых технологий, искусственного интеллекта, больших данных и других передовых решений для оптимизации всех этапов горного производства.

Анализ инноваций и перспективных методик проектирования показывает, что будущее горнодобывающей промышленности связано с устойчивым развитием, цифровизацией и автоматизацией.

Применение систем управления на основе искусственного интеллекта,

беспилотных технологий, прогнозного моделирования и других инноваций позволит значительно повысить эффективность горных работ, снизить затраты и улучшить безопасность. Методика проектирования технологических комплексов для горных работ постоянно развивается, адаптируясь к новым вызовам и возможностям. Внедрение новых технологий и организационных подходов является ключом к успешному развитию горнодобывающей промышленности в будущем.

Контрольные вопросы

- 1 Приведите описание методики проектирования технологического комплекса для горных работ.
- 2 Приведите последовательность проектирования технологического комплекса для горных работ.

Список литературы

- 1 **Демченко, И. И.** Горные машины карьеров / И. И. Демченко, И. С. Плотников. – Красноярск: СФУ, 2015. – 252 с.
- 2 **Демченко, И. И.** Буровые станки для открытых горных работ : учеб. пособие / И. И. Демченко, А. О. Муленкова. – 2-е изд., испр. и доп. – Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2020. – 120 с.
- 3 Оборудование металлургического производства : учеб. пособие / Н. В. Васюнина, Т. Р. Гильманшина, Э. А. Рудницкий [и др.]. – Красноярск : Сиб. федер. ун-т, 2021. – 264 с.
- 4 **Кантович, Л. И.** Машины и оборудование для горностроительных работ: учеб. пособие / Л. И. Кантович, Г. Ш. Хазанович, В. В. Волков. – М. : Горная книга, 2011. – 445 с.