

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
И ПРОДОВОЛЬСТВИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

ГЛАВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ, НАУКИ И КАДРОВ

УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
«БЕЛОРУССКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ»

Кафедра мелиоративных и строительных машин

ИЗУЧЕНИЕ КОНСТРУКЦИИ КОНУСНЫХ ДРОБИЛОК ДЛЯ ДРОБЛЕНИЯ КАМЕННЫХ МАТЕРИАЛОВ

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ЛАБОРАТОРНЫМ ЗАНЯТИЯМ

Для студентов специальности 1-74 06 04 – техническое обеспечение
мелиоративных и водохозяйственных работ

Горки 2006

Одобрено методической комиссией факультета механизации сельского хозяйства
19.10.2005 (протокол № 1).

Составил В. А. ДРЕМУК.

УДК 621.926.2(072)

Изучение конструкции конусных дробилок для дробления каменных материалов: Методические указания /Белорусская государственная сельскохозяйственная академия; Сост. В.А. Д р е м у к . Горки, 2006. 32 с.

Рассмотрены основные типы и конструктивные схемы конусных дробилок, устройство, область применения, рабочие процессы, возможные неисправности и способы их устранения. Даны указания по изучению конструкции, технической эксплуатации и технике безопасности при работе.

Для студентов специальности 1-74 06 04 – техническое обеспечение мелиоративных и водохозяйственных работ.

Таблиц 5. Рисунков 13. Библиогр. 7.

Рецензент канд. техн. наук, доцент М. П. ТРЕТЬЯК.

© Составление. В.А. Дремук, 2006
© Учреждение образования
«Белорусская государственная
сельскохозяйственная академия», 2006

ВВЕДЕНИЕ

В отечественной и зарубежной практике при осуществлении операций дробления широкое применение имеют конусные дробилки. Их используют во всех стадиях дробления при переработке самых разнообразных руд и материалов как по крупности дробимого материала, так и по разнообразию физико-механических свойств. Исключением следует считать материалы и руды, имеющие плитняковую структуру или содержащие глинистые фракции при их повышенной влажности. В первом случае может происходить перегрузка приводного двигателя дробилки или увеличение крупности дробимого материала; во втором – частое срабатывание амортизационной системы и забивание камеры дробления.

Цель работы:

1. Изучить технические характеристики конусных дробилок.
2. Изучить устройство, работу и регулировки дробилок.
3. Ознакомиться с возможными неисправностями механизмов дробилок и способами их устранения.
4. Ознакомиться с правилами техники безопасности во время эксплуатации и при техническом обслуживании дробилок.

Оснащение и учебно-наглядные пособия: узлы и макеты дробилок; учебные плакаты по изучению конструкций механизмов дробилок; технические средства обучения; методические указания по выполнению лабораторной работы, литература.

Порядок выполнения работы:

1. Изучить конструкцию, принцип работы и регулировки узлов и агрегатов дробилок.
2. Изучить устройство и работу механической и гидравлической систем управления.
3. Изучить особенности эксплуатации дробилок.
4. Изучить возможные неисправности дробилок и способы их устранения.
5. Изучить технику безопасности при эксплуатации и техническом обслуживании дробилок.

1. ОСНОВНЫЕ КОНСТРУКТИВНЫЕ СХЕМЫ

Конусные дробилки можно классифицировать по различным признакам. В зависимости от назначения их разделяют на дробилки для крупного (ККД), среднего (КСД) и мелкого (КМД) дробления. В горной промышленности используют конусные дробилки, которые занимают промежуточное положение между дробилками крупного и среднего дробления, получившие название "дробилки редукционного дробления" (КРД). Их используют для повторного дробления продукта дробилок крупного дробления.

Конструктивные решения дробилок могут быть весьма разнообразными. Рассмотрим некоторые из них.

Группа 1 (рис. 1) – конусные дробилки с верхним расположением точки гирации. Они характеризуются большим ходом рабочих органов (дробящих конусов) в нижней части камеры дробления по сравнению с ходом в верхней части у загрузочного отверстия, что способствует повышению пропускной способности и рыхлому расположению материала в камере дробления.

Основной недостаток дробилок такой конструктивной схемы – затруднено равномерное распределение дробимого материала по периметру дробящего пространства ввиду отсутствия загрузочной тарелки и траверса частично перекрывает загрузочное пространство.

Подгруппа 1.1. Подавляющее большинство дробилок крупного дробления в мировой практике сделано по рассмотренной конструктивной схеме. Разновидностью такой конструктивной схемы следует считать дробилки с гидравлическим регулированием разгрузочной щели. В дробилке, *схема 1.1.1* которой показана на рис. 1, вал подвижного конуса опирается через сферическую пятую на гидравлический цилиндр. Гидравлическая схема такой дробилки включает гидронасос и гидробалон. Подкачивая или, наоборот, стравливая масло в гидросистеме, можно изменять положение подвижного конуса по высоте. В момент резкого возрастания усилия дробления (например, при попадании недробимого тела в камеру дробления), а следовательно, и вертикальной составляющей его, давление в гидросистеме увеличивается, гидробалон, который работает наподобие амортизатора, препятствует жесткому удару и ограничивает динамические нагрузки.

В дробилках, выполненных по *схеме 1.1.2*, система гидроамортизации установлена в верхней опоре подвижного конуса. Принцип действия ее идентичен принципу действия дробилки, выполненной по *схеме 1.1.1*. Вместо гидроцилиндров в некоторых случаях применяют пружины – винтовые или тарельчатые. Такие схемы не позволяют регулировать ширину разгрузочной щели дробилки. В дробилке, выполненной по *схеме 1.1.2*, использовано другое конструктивное решение привода дробилки. С эксцентриковым узлом жестко соединен шкив ременной передачи, которая получает движение от двигателя с вертикальным расположением оси (торцовый двигатель).

По своеобразной конструктивной *схеме 1.1.3* выпускает дробилки фирма «Эш-Верке» (ФРГ). В эксцентриковом узле таких дробилок использованы подшипники качения. Амортизационная система не симметрична относительно оси дробилки и может ограничивать нагрузки при попадании недробимого тела только в зону камеры дробления, расположенной со стороны амортизационной системы. В этой зоне камеры дробления ширина разгрузочной щели может увеличиваться путем поворота траверсы дробилки в шарнирных соединениях.

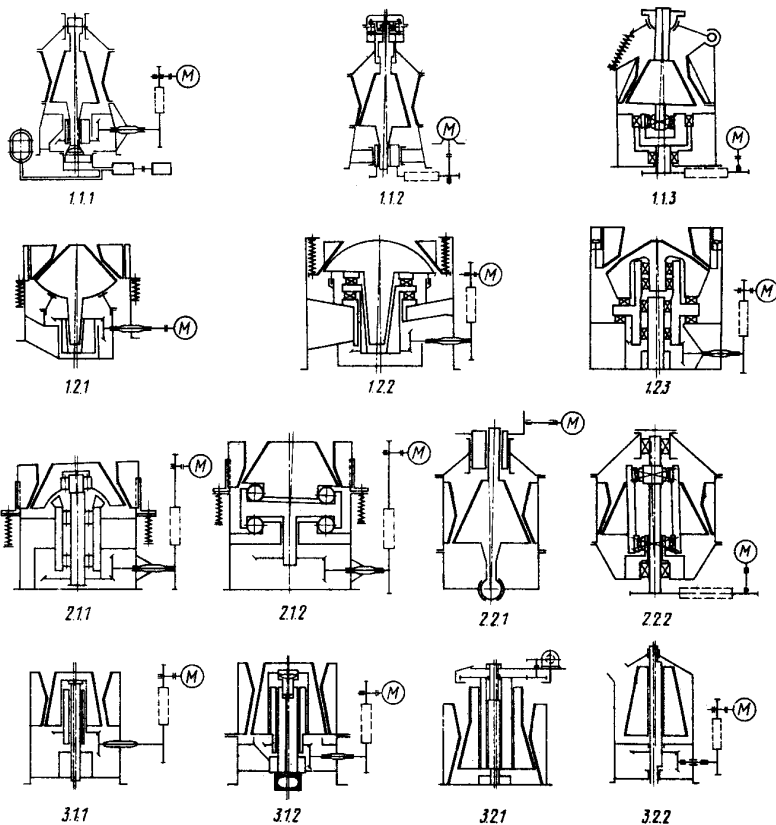


Рис. 1. Конструктивные схемы дробилок: 1.1.1 – 1.2.3 — с точкой подвеса над камерой; 2.1.1 – 2.2.2 — с нижним расположением точки гирации; 3.1.1 – 3.2.2 — с параллельными осями дробилки и подвижного конуса.

Подгруппа 1.2. Конусные дробилки среднего и мелкого дробления, выполненные по *схеме 1.2.1*, в настоящее время имеют самое широкое распространение. В эту подгруппу включены также разновидности *схемы 1.2.1*, получившие ограниченное распространение в мировой практике. *Схему 1.2.2* использует фирма «Телсмит» (США). Своеобразной в этих дробилках является камера дробления – сферическая форма подвижного конуса, что позволяет стабилизировать положение равнодействующей усилия дробления при изменении условий процесса дробления. В этих дробилках вместо сферической опоры подвижного конуса, которую использовали в дробилках, выполненных по *схеме*

1.2.1, применены крупногабаритные роликоподшипники специального исполнения. Расположенный между этими подшипниками клиновой диск обеспечивает при вращении эксцентрика прецессионное движение подвижного конуса.

Схему 1.2.3 использует франко-английская фирма «Баббитлесс», что в переводе на русский язык означает безбаббитная. Во всех опорах трения в этих дробилках применены подшипники качения.

Группа 2 – конусные дробилки с нижним расположением точки гирации. В этих дробилках номинальный ход подвижного конуса в верхней части камеры дробления больше, чем в нижней.

Подгруппа 2.1. Дробилки этой подгруппы – с нижним расположением точки гирации, выполненные по *схемам 2.1.1* и *2.1.2*, приведены в патентных материалах, однако промышленность их не изготавливала.

Подгруппа 2.2 включает дробилки с нижним расположением точки гирации подвижного конуса и верхней его опорой.

Эксцентрик и привод дробилки, выполненный по *схеме 2.2.1*, расположены сверху. Дробилки с таким конструктивным решением не нашли широкого применения из-за сложности конструкции и неудобства эксплуатации (размещение привода в зоне загрузки материала).

В дробилке, выполненной по *схеме 2.2.2*, эксцентриковый вал установлен в корпусе дробилки на подшипниках качения. Подвижный конус закреплен на полом вала, который в верхней части опирается через подшипник качения на эксцентриковый вал, а в нижней части – через подшипник качения на корпус дробилки. Центр этого сферического подшипника качения является точкой качения.

Группа 3. В эту группу включены машины с параллельными осями дробилки и подвижного конуса. Рабочий ход конусов в верхней и нижней зонах камеры дробления одинаков.

Подгруппа 3.1 содержит дробилки, в которых подвижный конус расположен на консольной оси. Характерным признаком этих машин является наличие запрессованной в корпус дробилки консольной оси, на которой вращается эксцентриковая втулка. К этой подгруппе относятся дробилки английской фирмы «Пегзон», выполненные по *схеме 3.1.1*, и фирмы «Ведаг» (ФРГ), выполненные по *схеме 3.1.2*, а также некоторые другие.

Подгруппа 3.2. В эту подгруппу включены машины с параллельными осями дробилки и подвижного конуса и двумя опорами центрального вала. В первом случае (*схема 3.2.1*) на двухопорную ось установлен эксцентриковый полый вал, соединенный с приводом, имеющим верхнее расположение.

В дробилках, выполненных по *схеме 3.2.2*, центральный вал, получающий вращение от привода, имеет эксцентриковую часть, на которую посажен подвижный конус. При вращении центрального вала подвижный конус совершает гирационное движение.

2. КОНСТРУКЦИИ ДРОБИЛОК

Дробилки крупного дробления ККД-1500/180 (рис. 2) и среднего дробления КСД-2200 Гр являются типичными для этого класса дробилок.

На массивной станине 1 (см. рис. 2) дробилки закреплен корпус, состоящий из двух частей – нижней 2 и верхней 3, фланцы которых скреплены между собой болтами. Фланцы имеют цилиндрический пояс и соответствующую расточку, которые центрируют одну часть корпуса с другой и станиной. Корпусные детали отлиты из стали 25Л или 35Л. Внутренние поверхности их облицованы в зоне дробления сменными плитами 4 из марганцовистой стали 110Г13Л, в зоне разгрузки дробленого материала – стальными листами из проката, которые защищают станину от изнашивания. К фланцу верхней части корпуса прикреплен траверса 5, лапы которой защищены от изнашивания поступающим в дробилку материалом сменными плитами 6. В средней части траверсы расположен узел подвески вала подвижного конуса, защищенный сверху от попадания грязи в верхний подвес и от ударов падающими кусками дробимого материала колпаком 7.

На вал 8 подвижного конуса на прессовую посадку посажен конус 9, облицованный сменными плитами 10 из высокомарганцовистой стали 110Г13Л, которые образуют дробящую поверхность подвижного конуса. В центре нижней части станины расположен патрубок 15, в котором установлен эксцентриковый узел, состоящий из эксцентрикового стакана 11 с напрессованным на него коническим колесом 12. Внутренняя и наружная поверхности эксцентрикового стакана имеют баббитовую наплавку или заливку. Со стальной втулкой, которая запрессована в центральный патрубок 15, и с валом 8 подвижного конуса эксцентриковый стакан образует два подшипника скольжения, которые воспринимают усилия от дробления.

В вертикальной плоскости эксцентриковый стакан опирается на систему плоских бронзовых и стальных шайб, воспринимающих вес эксцентрика. Ось наружной цилиндрической поверхности эксцентрикового стакана 11 совпадает с осью дробилки, ось внутренней эксцентричной расточки стакана 11 наклонена к оси дробилки и пересекается с ней в точке гирации, чем и достигается гирационное движение оси подвижного конуса. Угол между осями дробилки и подвижного конуса в этой дробилке приблизительно равен 20° .

Эксцентрик 11 получает вращение от клиноременных передач 14, приводных валов 13 и конической передачи 12. Эксцентриковый узел является наиболее нагруженным узлом дробилки, воспринимающим непосредственно составляющие усилия дробления. Для обеспечения надежной работы этого узла используют баббит с повышенными механическими свойствами.

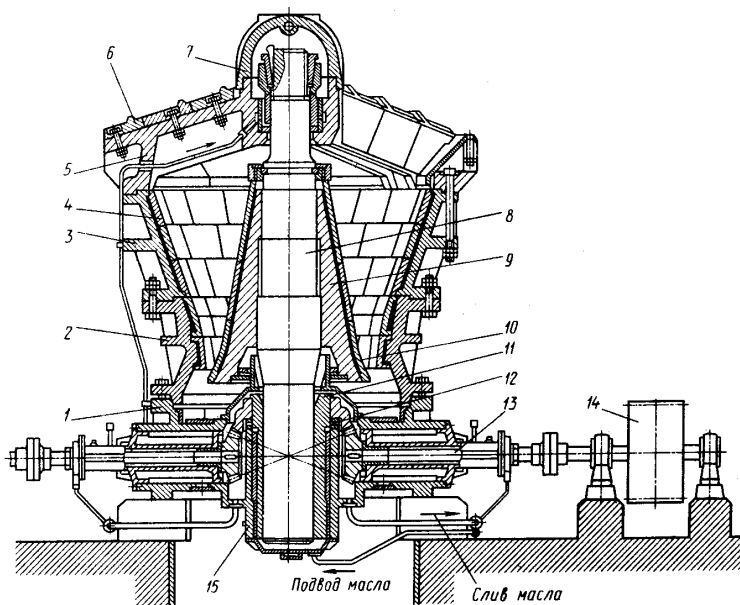


Рис. 2. Конусная дробилка ККД-1500/180 крупного дробления.

На рис. 3 показан узел верхнего подвеса подвижного конуса. В центральной расточке траверсы установлены цилиндрическая втулка 1 и плоская опорная шайба 2. По этим деталям при работе дробилки катается конусная втулка 3, установленная на валу подвижного конуса. Наружные поверхности ее выполнены так, что при наклоне оси этой втулки на угол гирации (угол между осями подвижного конуса и дробилки) образующие этой втулки со стороны наклона станут вертикальной и горизонтальной, т. е. возникнет линейный контакт между конусной втулкой 3, плоской шайбой 2 и цилиндрической втулкой 1. Конусная втулка 3 зафиксирована на валу подвижного конуса с помощью обоймы 4 и гайки 5. Гайка 5, выполненная разрезной для исключения произвольного самоотворачивания, сопрягается с обоймой 4 по конической посадке и дополнительно фиксируется шпонкой. В свою очередь, обойма 4 связана с конусной втулкой 3 шиповым соединением.

Такая конструкция деталей подвеса исключает проворачивание конусной втулки на шейке вала подвижного конуса и тем самым предотвращается изнашивание шейки вала. При ввинчивании или вывинчивании гайки 5 подвижный конус поднимается или опускается, и тем самым регулируется ширина разгрузочной щели дробилки.

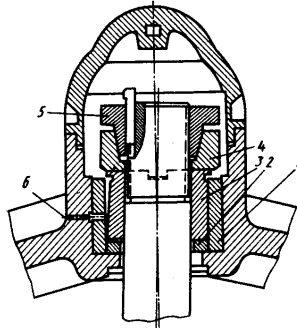


Рис. 3. Верхний подвес подвижного конуса.

Детали конического подвеса воспринимают вес подвижного конуса и составляющие усилия дробления, которые вызывают большие контактные напряжения во втулке 1, шайбе 2 и втулке 3. Поэтому эти детали изготавливают из подшипниковой стали; они имеют высокую чистоту обработки рабочих поверхностей. Твердость рабочих поверхностей сопрягаемых деталей соответственно 48,5–53,5 и 54,5–59 НРС. Густой смазочный материал к трущимся поверхностям верхнего подвеса подается по маслопроводу 6.

Для тяжелых условий эксплуатации при переработке крепких и вязких руд в дробилках ККД-1500/180 предусмотрена установка двух самостоятельных клиноременных передач, как это показано на рис. 2. Опыт эксплуатации таких дробилок показал невысокую эффективность использования двух приводов при дроблении и пуске под завалом, т. е. с заполненной рабочей камерой дробимым материалом. Для пуска дробилки под завалом более эффективна гидроопора подвижного конуса, которая позволяет в период пуска заклиненной дробилки путем опускания подвижного конуса существенно уменьшить сопротивление движению его и обеспечить успешный пуск дробилки под завалом. На рис. 4 показана конусная дробилка среднего дробления (КСД). На консольную часть вала 13 жестко посажен корпус подвижного конуса 4 облицованный плитами из высокомарганцовистой стали. Зазоры между корпусом конуса и плитами залиты цинковым сплавом или высококачественным цементным раствором. Это сделано для того, чтобы плиты не нагружались изгибными напряжениями и не имели возможности подвижки под действием сил трения, возникающих вследствие проскальзывания кусков материала относительно рабочей поверхности подвижных конусов. В первом случае при отсутствии заливки могут возникнуть напряжения в плитах, превышающие допустимые, во втором – будут изнашиваться посадочные поверхности плиты и корпуса конуса, расположенные в нижней части плиты.

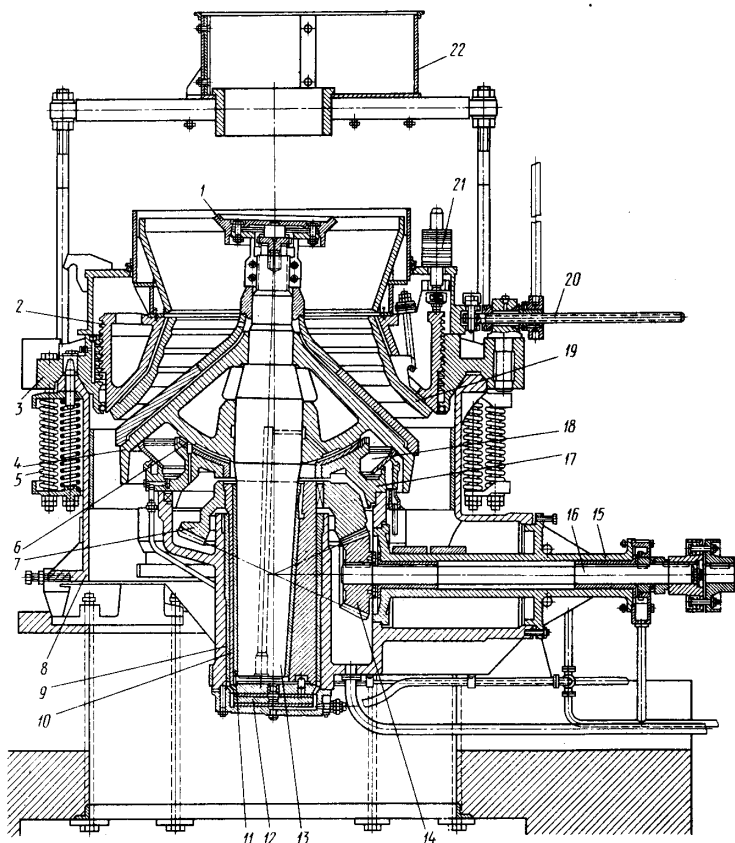


Рис. 4. Конусная дробилка среднего дробления КСД-2200 Гр.

Плиты подвижного конуса 4 прижаты к посадочному пояску корпуса устройством, расположенным в верхней части подвижного конуса, препятствующим ослаблению посадки плит на корпус и имеющим разнообразное конструктивное исполнение. Сверху к этому устройству прикреплена распределительная тарелка 1, которая вместе с подвижным конусом 4 совершает колебательное движение и способствует равномерному распределению дробимого материала по периметру дробящего пространства. Корпус подвижного конуса 4 опирается через бронзовое кольцо 6 на сферический подпятник 17, воспринимающий кроме веса подвижного конуса преимущественно вертикальные составляющие усилия дробления. Нижний конец вала 13 подвижного

конуса 4 входит в центральную расточку эксцентрика 10, ось которой пересекается с осью дробилки в точке гирации. Угол между осями дробилки и подвижного конуса в этих дробилках принимают в зависимости от типоразмера – от 1,5 до 3,5°.

В центральный патрубок станины 8 дробилки запрессована цилиндрическая втулка 9, являющаяся радиальной опорой трения скольжения эксцентрика 10. В центральную расточку эксцентрика запрессована коническая втулка 11, которая является радиальной опорой трения скольжения подвижного конуса. Эта пара трения – хвостовик вала 13 подвижного конуса и коническая втулка 11 – воспринимает горизонтальную составляющую усилия дробления. К эксцентрику 10 прикреплено коническое колесо 7, находящееся в зацеплении с шестерней 14 приводного вала 16 дробилки. Вес эксцентрикового узла в сборе воспринимается системой плоских бронзовых и стальных шайб подпятника 12.

Нагрузки, приходящиеся на эксцентриковый узел, значительны, поэтому он работает в напряженных условиях. Опорные поверхности узла, и прежде всего бронзовые втулки 9 и 11, подвержены изнашиванию. В последнее время получили распространение биметаллические втулки, рабочие поверхности которых наплавлены баббитом. Они экономичней бронзовых и допускают восстановление при ремонтах.

Зазоры в подшипниках скольжения эксцентрикового узла имеют большие размеры по сравнению с обычными подшипниками скольжения. Такое конструктивное решение приводит к образованию между трущимися поверхностями масляной «подушки», хорошо воспринимающей динамические нагрузки от усилий дробления. В дополнение к этому увеличенные зазоры позволяют прокачивать через эксцентриковый узел большое количество смазочного материала, которое является также охлаждающей жидкостью, способствующей нормальной эксплуатации.

В верхней части станины 8 имеется фланец, на который установлено опорное кольцо 3. Опорное кольцо прижато к фланцу станины блоками пружин 5, равномерно расположенных по периметру станины. Число их выбирают из условия необходимого усилия дробления для обеспечения эффективного процесса дробления. При превышении этого усилия, например при попадании в камеру дробления недробимого тела, которым могут оказаться случайные металлические предметы (зубья ковшей экскаваторов, ролики транспортных конвейеров, болты, гайки и др.), опорное кольцо 3 приподнимается в зоне попадания недробимого тела, и амортизирующие пружины получают дополнительную деформацию. Таким образом, максимальное усилие дробления, которое может возникнуть в камере дробления, ограничивается амортизирующими пружинами, которые выполняют функцию предохранительного устройства.

На внутренней поверхности опорного кольца имеется упорная

резьба, в которую ввинчивается корпус регулирующего кольца 2. К внутренней поверхности регулирующего кольца 2 прикреплена плита 19, которая является неподвижным дробящим конусом. Зазор между этой плитой и регулирующим кольцом, так же, как и в подвижном конусе, заполнен цинковым сплавом или высококачественным цементным раствором. Для более надежного крепления неподвижной плиты к регулирующему кольцу 2 неподвижная плита снабжена литыми приливами, за которые, как за крюки, она притянута к регулирующему кольцу скобами. Регулирующее кольцо 2 можно перемещать вверх или вниз, поворачивая его в резьбовом соединении. Тем самым регулируется ширина разгрузочной щели дробилки и компенсируется износ плит при эксплуатации. Регулирующее кольцо поворачивается специальным храповым механизмом 20. После того как установлена необходимая ширина разгрузочной щели, регулирующее кольцо фиксируют относительно опорного кольца стопорным устройством, а затем клиновым соединением 21 выбирают зазоры в резьбовом соединении колец. В результате опорное и регулирующее кольца оказываются плотно соединенными между собой. Это препятствует разработке резьбового соединения опорного и регулирующего колец под действием временной нагрузки дробления.

Дробилки среднего и мелкого дробления имеют смазочную систему жидкого циркуляционного смазывания. Масло под давлением подается специальным насосом в нижнюю часть эксцентрикового узла, смазывает трущиеся поверхности подпятника 12 и поднимается по зазорам втулок 9 и 11 эксцентрикового узла, обильно смазывая и охлаждая их. Одновременно масло поступает в осевое отверстие вала подвижного конуса и далее по радиальному каналу к сферическому подпятнику. После смазывания поверхностей трения эксцентрикового узла и сферической опоры, охлаждения их масло сливается на коническую передачу, смазывая ее, и из нижней части станины 8 по сливной трубе поступает в бак-отстойник. Отстойник выполнен с электроподогревателями для масла, которые используют в холодное время года.

Масляная система имеет контрольные приборы, регистрирующие расход масла (количество масла, поступающего в дробилку), его давление и температуру. При отклонении показателей работы масляной системы от заданных для нормального режима работы включается сигнальная система, а привод дробилки автоматически отключается.

Корпус 15 приводного вала дробилки в сборе является самостоятельной монтажной единицей. Установлен он в патрубке станины дробилки, к которому прикреплен болтами. Под фланцем корпуса привода имеется набор плоских прокладок, с помощью которых регулируют коническую передачу. Другой комплект регулировочных прокладок установлен под шайбами подпятника 12. Нагрузки от усилий в конической передаче воспринимаются двумя подшипниковыми втулками, в

которых установлен вал 16 привода. Смазочный материал к этим подшипникам поступает от общей смазочной системы по маслопроводу непосредственно в корпус привода (на рис. 3 не показан).

Дробимый материал разгружается из дробилки по кольцевому пространству. Патрубок приводного вала и ребра станины, соединяющие центральный патрубок с наружным кольцом, в местах разгрузки дробимого материала закрыты плитами. Для предохранения картера дробилки от пыли в сферической опоре 17 имеется водяная ванна, в которой постоянно находится воротник 18, скрепленный с корпусом подвижного конуса. В результате полость картера дробилки оказывается всегда изолированной от зоны разгрузки дробленого материала. Водяная ванна является проточной – в ванну вода подается под давлением, а слив происходит самотеком. В результате поддерживается постоянный уровень воды в ванне.

Подлежащий дроблению материал подается сверху в приемную воронку 22 и далее на распределительную тарелку 1.

По принципу работы дробилки среднего и мелкого дробления идентичны. Различаются они прежде всего по форме камеры дробления, т. е. профилями дробящих конусов (подвижного и неподвижного). Камеры для мелкого дробления (рис. 5, б) принимают меньшие по размеру куски и при одинаковой ширине разгрузочной щели выдают более мелкий продукт, чем камеры для среднего дробления (рис. 5, а). Это достигается более длинной параллельной зоной, в которой происходит гарантированный захват кусков дробимого материала.

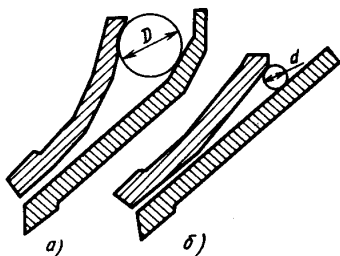


Рис. 5. Камеры дробления конусных дробилок: а – для среднего дробления; б – для мелкого дробления.

На основе фундаментальных исследований в области физики твердого тела и теории колебаний разработаны новые способы и оборудование, позволяющие снизить затраты энергии при дроблении каменных материалов.

Сущность процесса заключается в принудительном самоизмельчении материала внутри собственного слоя под воздействием виброимпульсного сжатия с одновременным сдвигом при дозировании силы воздействия на слой материала по величине предела прочности дефектных поверхностей его структуры.

Машина, реализующая такой процесс, универсальна и может производить щебень для дорог (с кубовидностью до 92% при образовании не более 26% мелочи менее 5 мм), а также цемент или до заданного гранулометрического состава измельчать руду, мел, древесину и твердые сплавы.

Процесс может осуществляться всухую или с подачей воды при повышении производительности в 3–4 раза. Если требуется получать тонкие частицы, то измельчение осуществляется в замкнутом цикле с гидро- или пневмосепараторами. Степень измельчения плавно регулируется от 4 до 30, а в замкнутом цикле – до 100. На перенастройку машины требуется не более 15 мин.

Такая универсальность стала возможной благодаря созданию вибрационных дробильно-измельчительных машин различных типов.

Можно разрушить сколь угодно прочные материалы и притом без излишнего переизмельчения кристаллов, а следовательно, с минимальными потерями компонентов и затратами энергии и с высокой степенью измельчения за один рабочий цикл.

Реализация принципов рационального разрушения осуществляется в конусных инерционных дробилках (рис. 6).

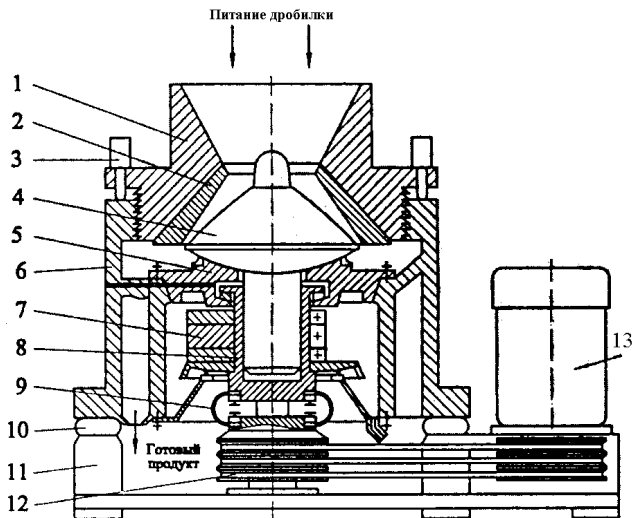


Рис. 6. Виброконусная дробилка: 1 – наружный конус; 2 – броня наружного конуса; 3 – гидродомкрат; 4 – внутренний конус; 5 – сферическая опора; 6 – корпус; 7 – неуравновешенный ротор-вибратор; 8 – подшипник ротора-вибратора; 9 – эластичная муфта; 10 – резиновые амортизаторы; 11 – металлическая опора; 12 – клиноременная передача; 13 – электродвигатель.

При вращении вибратора генерируется центробежная сила, заставляющая внутренний конус совершать гирационное движение на сферической опоре, который также приобретает центробежную силу, зависящую от его амплитуды. Последняя определяется степенью деформации слоя материала и величиной центробежной силы вибратора.

В свою очередь, величина силы сопротивления слоя зависит от степени его уплотнения.

Своеобразную конструкцию верхней опоры подвижного конуса разработала фирма «Кеннеди Ван Саун» (США) и применила ее в дробилках «Кон-о-матик».

Гидроопора (рис. 7) включает многоплунжерный блок, расположенный в траверсе дробилки, и подвижный стакан 4 со сферическим подвесом 5 подвижного конуса. Гидравлический блок 1 имеет общую полость, соединенную с пневматическим аккумулятором. Сферический подпятник подвеса воспринимает только вертикальную составляющую усилия дробления, горизонтальная составляющая усилия дробления воспринимается конусной втулкой 7. При этом центр качения и угол гирации в процессе регулирования разгрузочной щели остаются неизменными.

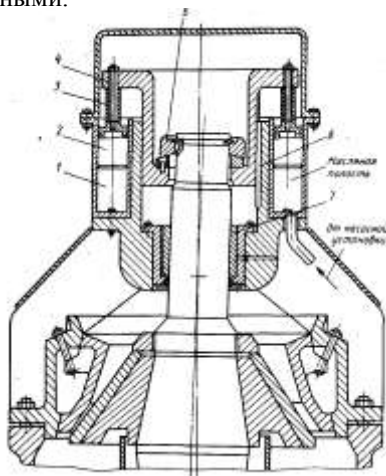


Рис. 7. Верхний подвес дробилки фирмы «Кеннеди Ван Саун»: 1 – гидравлический блок; 2 – поршень; 3 – распорная втулка; 4 – подвижный стакан; 5 – сферический подвес; 6 – направляющая шпонка; 7 – конусная втулка.

На рис. 8 показана гидравлическая опора подвижного конуса дробилки КРД-900. Эта опора представляет собой своеобразную комбинацию подшипника качения и гидравлического цилиндра. Хвостовик вала подвижного конуса через толстостенную шайбу 1 опирается на

деталь 3, получившую название «пест». Торцовые поверхности песта выполнены конусными. Нижняя коническая поверхность песта упирается в плоскую толстостенную шайбу 5, аналогичную шайбе 1. Шайба 5 установлена в поршне 6 гидроцилиндра 7. Конусность поверхностей песта выбирают такой, что при работе достигается линейный контакт между этими поверхностями и шайбами 1 и 5. Гидроцилиндр 7 прикреплен болтами к центральному стакану корпуса 10 дробилки. Гидроцилиндр и поршень имеют сменные втулки 8 и 9, которые образуют антифрикционную пару и по мере изнашивания могут быть заменены новыми. Таким образом достигается повышенная стойкость всего узла в целом, воспринимающего вертикальную составляющую усилия дробления.

Для восприятия горизонтальных сил, которые возникают от несосного нагружения торцовых поверхностей песта, в центральной расточке вала подвижного конуса и поршне гидроцилиндра имеются две втулки: 2 и 4.

Масло от насоса высокого давления подается в рабочую полость гидроцилиндра, которая расположена в нижней его части.

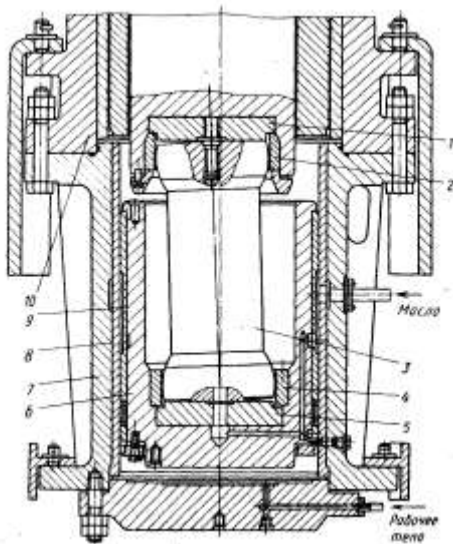


Рис. 8. Пестовая опора.

Такая конструкция нижней опоры подвижного конуса позволяет, не останавливая эксплуатацию дробилки, «на ходу» регулировать ширину разгрузочной щели, ограничивать усилие дробления и расклинивать подвижный конус при остановке дробилки под завалом.

Детали пестовой опоры, воспринимающие нагрузки от усилия

дробления, являются высоконагруженными. Поэтому детали ее изготовляют из высоколегированных высокопрочных сталей: материал песта – хромоникелевая молибденовая сталь 5ХНМ, толстостенные шайбы и втулки – из подшипниковой стали ШХ15СГ. Твердость рабочих поверхностей принимают соответственно 41,5 – 51,5 и 56 – 63 HRC.

На рис. 9 показан эксцентриковый узел дробилки КМД-2200. Между хвостовиком вала 1 подвижного конуса и эксцентриком 2 установлена промежуточная втулка 3. Хвостовик вала подвижного конуса имеет в нижней части сферическую поверхность, которая с центральной расточкой промежуточной втулкой 3 образует шарнирное соединение. Это соединение фиксирует положение горизонтальной составляющей усилия дробления, передающееся на эксцентрик. Положение этой нагрузки эксцентрикового узла такое, что втулки 3 и 4 нагружаются центральной силой, в результате чего исключаются перекосяк и неравномерное нагружение рабочих поверхностей подшипников скольжения. Шарнирное соединение оказывается нагруженным элементом. Для повышения его надежности уменьшены скорости проскальзывания рабочих поверхностей: хвостовик вала 1 оканчивается прямоугольным выступом, который входит в прямоугольный паз шайбы 5, запрессованной в промежуточную втулку 3. Ось цилиндрической расточки промежуточной втулки 6 при работе совпадает с осью подвижного конуса. Такие конструктивные решения делают эксцентриковый узел надежным в эксплуатации. Собственный вес промежуточной втулки 3 воспринимается плоской шайбой. Смазочная система узла остается без изменений.

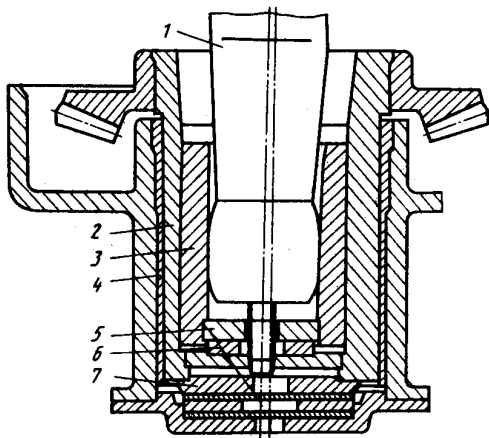


Рис. 9. Эксцентриковый узел.

При модернизации и совершенствовании дробилок большое внимание уделяют механизации трудоемких операций при ремонте и обслуживании. На рис. 10,а показана установка гидродомкрата для регулирования затяжки амортизирующих пружин. Гидродомкрат 1 сжимает амортизирующие пружины 3, а гайки болтов 2, которые стягивали фланцы корпуса дробилки 4 и опорного кольца 5, оказываются незатянутыми. Это облегчает установку гаек в нужном положении. На рис. 10,б показана установка гидродомкрата для распрессовки камеры дробления. Схема работы его очевидна: подъем опорного кольца позволяет освободить запрессованный в камере дробления разрушаемый материал или недробимое тело и таким образом исключить трудоемкую операцию «разборки» камеры дробления, которую осуществляют вручную.

На рис. 10,в показана схема устройства для поворота регулирующего кольца. Этот механизм состоит из гидроцилиндра с толкателем, который размещен в подвижной опоре, установленной на опорном кольце. Толкатель закреплен на штоке гидроцилиндра. При выдвигении штока гидроцилиндра толкатель сообщает храповому венцу кожуха и регулирующему кольцу вращение. Для изменения направления вращения регулирующего кольца гидроцилиндры должны быть развернуты на угол 90° (положения толкателей I и II).

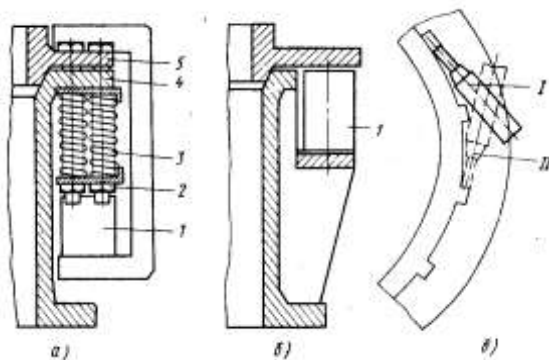


Рис. 10. Схема приспособлений для механизации трудоемких операций: а – установка гидродомкрата для регулирования затяжки амортизирующих пружин; б – установка гидродомкрата для распрессовки камеры дробления; в – устройство для поворота регулирующего кольца.

Повышение технологического уровня дробилок достигается широким внедрением средств автоматизации работы дробилки и процесса дробления как технологической операции. При автоматизации процесса дробления и работы дробилки решаются следующие задачи:

- 1) автоматический контроль состояния оборудования технологиче-

ской секции: фиксации нахождения металлических предметов на ленте питающего конвейера; состояния элементов поточно-транспортных систем технологической секции; уровня руды в бункере; длительности работы и простоев технологического оборудования; температуры подшипников технологических агрегатов; централизованной подачи жидкого смазочного материала; подпрессовки дробилки; уровня загрузки;

2) автоматический контроль технологических параметров процесса дробления: производительности по исходной руде; времени работы под нагрузкой; расхода электроэнергии на дробление; гранулометрического состава дробленого материала;

3) автоматическое управление: стабилизацией производительности дробилки; стабилизацией мощности дробления; остановкой питания при перегрузке приводного электродвигателя; централизованным пуском дробилки и смазыванием ее блокировкой отдельных механизмов при возникновении аварийных ситуаций.

Технические характеристики дробилок приведены в табл. 1,2,3.

Многообразие требований к переработке материалов среднего и мелкого дробления потребовало расширения ряда новых конусных дробилок. Заводами объединения «СТРОММАШ» были освоены дробилки мелкого и среднего дробления (СМД-120-Т и СМД-601), которые могут работать на исходных щелях 10 и 5 мм соответственно. Кроме того, освоено производство дробилки ДРО-592 с диаметром дробящего конуса 600 мм для грубого дробления, которая принимает куски крупностью до 90 мм, а также дробилки ДРО-560 с гидроопорой неподвижного конуса. Гидравлическая схема дробилки обеспечивает её работу в автоматическом режиме и пропуск недробимых предметов.

Техническая характеристика конусных дробилок, выпускаемых заводами объединения «СТРОММАШ» приведена в табл. 4.

3. ЭКСПЛУАТАЦИЯ КОНУСНЫХ ДРОБИЛОК

Бесперебойная работа конусных дробилок во многом зависит от правильного функционирования систем жидкой смазки. В связи с этим маслосистемы оборудуют специальными приборами, контролирующими давление в системе, температуру масла, наличие слива масла в аккумулирующую емкость.

Цепи управления современными дробилками монтируют таким образом, чтобы исключить запуск или работу дробилки при отсутствии смазки или неудовлетворительной работе маслосистемы.

При отсутствии электрической блокировки перед запуском дробилки необходимо включить маслонасос и убедиться в наличии слива масла в маслбак и нормальном давлении масла в маслосистеме. Только после этого можно включить привод дробилки.

Т а б л и ц а 1. Техническая характеристика дробилок крупного дробления

| Показатели | ККД-1500 | ККД-900 | ККД-1200 | ККД-1350 | ККД-1500 | КРД-700 | |
|---|----------|---------|-----------|--------------------------------------|-------------|--------------------------------------|-----------|
| Ширина b приемной щели, мм | 500 | 900 | 1200 | 1350 | 1500 | 700 | |
| Номинальная ширина b_1 разгрузочной щели в фазе раскрытия профилей, мм | 75 | 140 | 150 220 | 170 250 | 180 270 | 75 100 | |
| Наибольший размер кусков питания, мм | 400 | 750 | 1000 | 1100 | 1200 | 550 | |
| Производительность, м ³ /ч, при номинальной ширине разгрузочной щели на материале с временным сопротивлением сжатию 100 – 150 МПа и влажностью до 4%, не менее | 200 | 420 | 680 | Определяют при приемочных испытаниях | 1450 2000 | 400 780 | |
| Мощность главного привода, кВт, не более | 110 | 250 | 320 | То же | 400 | Определяют при приемочных испытаниях | 250 400 |
| Масса дробилки без комплектующих изделий и запасных частей, т | 43 | 150 | 250 | То же | 410 | То же | 145 280 |

Т а б л и ц а 2. Техническая характеристика дробилок среднего дробления

| Показатели | КСД-600 | КСД-900 | КСД-1200 | КСД-1750 | КСД-2200 | КСД-3000 |
|---|---------|---------|-----------------|--------------------|--------------------|----------------|
| Диаметр D основания дробящего конуса, мм | 600 | 900 | 1200 | 1750 | 2200 | 3000 |
| Ширина b приемной щели на открытой стороне, мм | 75 | 130 | 185/125 | 250/220 | 350/275 | 600/475 |
| Диапазон регулирования ширины b_1 разгрузочной щели в фазе сближения профилей, мм | 12–35 | 15–40 | 20–50 10–25 | 25–60 15–30 | 30–60 15–30 | 50–80 25–50 |
| Разность ширины разгрузочной щели b_1 в четырех точках, мм, не более | 4 | 4 | 7/5 | 8/6 | 8/6 | 10/8 |
| Наибольший размер кусков питания, мм | 60 | 105 | 150/100 | 200/160 | 300/250 | 500/380 |
| Производительность, м ³ /ч, на материале с временным сопротивлением сжатию 100–150 МПа и влажностью до 4% в открытом цикле | 12–40 | 30–70 | 77–115 42–95 | 170–320 100–190 | 360–610 180–360 | Не установлено |
| Мощность главного привода, кВт, не более | 40 | 55 | 75 | 160 | 250 | 500 |
| Масса дробилки без комплектующих изделий и запасных частей, т, не более | 5,6 | 12,5 | 21 | 53 | 98 | 250 |

П р и м е ч а н и е . В числителе приведены данные дробилок грубого дробления, в знаменателе – тонкого дробления.

Т а б л и ц а 3 . Техническая характеристика дробилок мелкого дробления

| Показатели | КМД-600 КМД-900 | КМД-1200 | КМД-1750 | КМД-2200 | КМД-3000 | |
|--|--------------------|----------------|------------------|--------------------------|----------|---------|
| Диаметр D основания дробящего конуса, мм | 600/900 | 1200 | 1750 | 2200 | 3000 | |
| Ширина b приемной щели на открытой стороне, мм | 50 / 75 | 100 / 50 | 130 / 80 | 140 / 100 (-) | 220 | 120 |
| Диапазон регулирования ширины b_1 разгрузочной щели в фазе сближения профилей, мм | 4–13 5–15 | 5–15 3–12 | 9–20 5–15 | 10–20 5–15 (7–15) | 15–25 | 6–20 |
| Разность ширины разгрузочной щели b_1 в четырех точках, мм, не более | 4/4 | 5/4 | 5/4 | 5/4 (4) | 6 | 5 |
| Наибольший размер кусков питания, мм | 40/60 | 80/40 | 100/70 | 110/85 (-) | 180 | 100 |
| Производительность, м ³ /ч, на материале с временным сопротивлением сжатию 100 –150 МПа и влажностью до 4% в открытом цикле, не менее | 5–15 12–40 | 45–60 27–50 | 95–130 85–110 | 220–260 170–230 (150) | 360–620 | 320–440 |
| Мощность главного привода, кВт, не более | 40 / 55 | 75 | 160 | 250 (320) | 500 | |
| Масса дробилки без комплектующих изделий и запасных частей, т, не более | 5,0 / 12,5 | 21 | 53 | 98 | 250 | |

П р и м е ч а н и е . Для дробилки КМД-2200 в знаменателе приведены данные для тонкого дробления – Т1, в скобках –Т2.

Т а б л и ц а 4 **Конусные дробилки, выпускаемые заводами объединения «СТРОММАШ»**

| Модель | Диаметр конуса, мм | Размер кусков исходного материала, мм | Ширина разгрузочной щели, мм | Производительность, м ³ /ч | Мощность двигателя основного привода, кВт | Габаритные размеры, мм | Масса, т |
|------------|--------------------|---------------------------------------|------------------------------|---------------------------------------|---|------------------------|----------|
| ДРО-592 | 600 | 90 | 12–35 | 19–40 | 30 | 2400×1600×1600 | 4,6 |
| СМД-119 | 600 | 60 | 12–35 | 12–40 | 30 | 1650×1460×1460 | 4,3 |
| СМД-120А | 900 | 120 | 15–40 | 46–88 | 55 | 2800×2500×2400 | 11,6 |
| СМД-120А-Т | 900 | 80 | 10–30 | 25–50 | 55 | 2800×2500×2400 | 11,6 |
| СМД-601 | 900 | 60 | 5–15 | 12–40 | 55 | 2800×2500×2400 | 11,6 |
| ДРО-560 | 900 | 90 | 15–40 | 46–88 | 55 | - | 10,0 |

При наличии системы автоматизированного контроля состояния системы смазки запуск дробилки с отключенной блокировкой не разрешен.

Несмотря на то что конусные дробилки крупного дробления могут работать под завалом, в целях обеспечения равномерной крупности продукта дробления и нагрузки на всю технологическую линию целесообразно для загрузки этих дробилок применять питатели. При этом загрузка может быть односторонней или двухсторонней.

Конусные дробилки среднего и мелкого дробления также предпочтительно загружать с помощью питателей. Это обеспечивает высокую производительность дробилок и лучшее качество дробления.

Исходный материал, загружаемый в конусные дробилки, не должен превышать размеров, указанных в их технических характеристиках, так как негабаритные куски породы могут перекрыть загрузочное отверстие.

Питание дробилок среднего и мелкого дробления должно быть организовано так, чтобы загружаемый материал падал на середину распределительной тарелки. Не следует допускать одностороннюю подачу помимо распределительной тарелки или на ее край (рис. 11).

Неравномерное распределение материала вызывает перегрузку дробилки, односторонний износ брони снижает производительность, дробилка выдает неравномерный продукт.

По мере износа брони неподвижного и подвижного конусов для поддержания установленного размера разгрузочной щели требуется ее периодическое регулирование, которое производят только при остановленной машине.

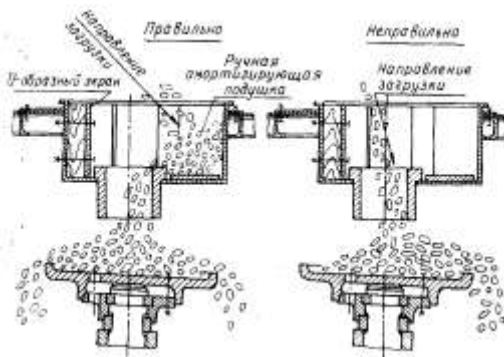


Рис. 11. Схемы загрузки материала в конусную дробилку КСД и КМД.

Уменьшение разгрузочной щели дробилки крупного дробления достигается подъемом дробящего конуса вверх путем навинчивания раз-

резной гайки на вал с последующим фиксированием ее клиновой шпонкой.

В конусных дробилках мелкого и среднего дробления размер разгрузочной щели регулируется вращением регулировочного кольца. Для этого освобождают от затяжки упорную резьбу и затем регулирующее кольцо поворачивают с помощью ручного приспособления, лебедки или гидравлических домкратов.

При раскручивании лебедкой конец стального каната крепят к одной из проушин на кожухе регулирующего кольца, оборачивают два-три раза вокруг кожуха дробилки и далее через оборотные блоки направляют на барабан лебедки (рис. 12).

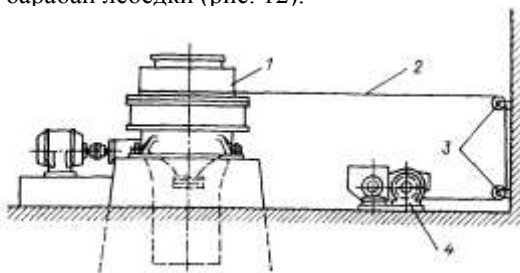


Рис. 12. Изменение ширины разгрузочной щели конусной дробилки с пологим конусом: 1 – кожух регулирующего кольца; 2 – трос; 3 – направляющие блоки; 4 – электролебедка.

На рис. 13 показана дробилка, оснащённая гидроприводом для регулирования размеров выходной щели.

Размеры выходной щели регулируют путем ввинчивания (или вывинчивания) корпуса 5 в опорное кольцо 3, закрепленное на фланце 11. При этом с помощью гидроцилиндров 19 и 21 отпускается контргайка 10. Корпус 5 остается неподвижным, так как он соединен выступом 22 с кольцом 7, зафиксированным от проворачивания собачкой 4 (так как она закреплена на станине). Затем собачка 4 гидроцилиндром 23 выводится из зацепления с зубчатым венцом 8 кольца 7, а собачка 9 гидроцилиндра 20 вводится в зацепление с этим венцом, чем достигается кинематическая связь контргайки 10 с корпусом 5 (так как собачка 9 жёстко связана с контргайкой 10), и он при вращении контргайки ввинчивается (или вывинчивается) в опорное кольцо 3, изменяя размеры выходной щели. По окончании регулирования собачка 9 выводится из зацепления, а собачка 4 вводится в зацепление с венцом 8 и гидроцилиндрами 19 и 21 затягивается контргайка.

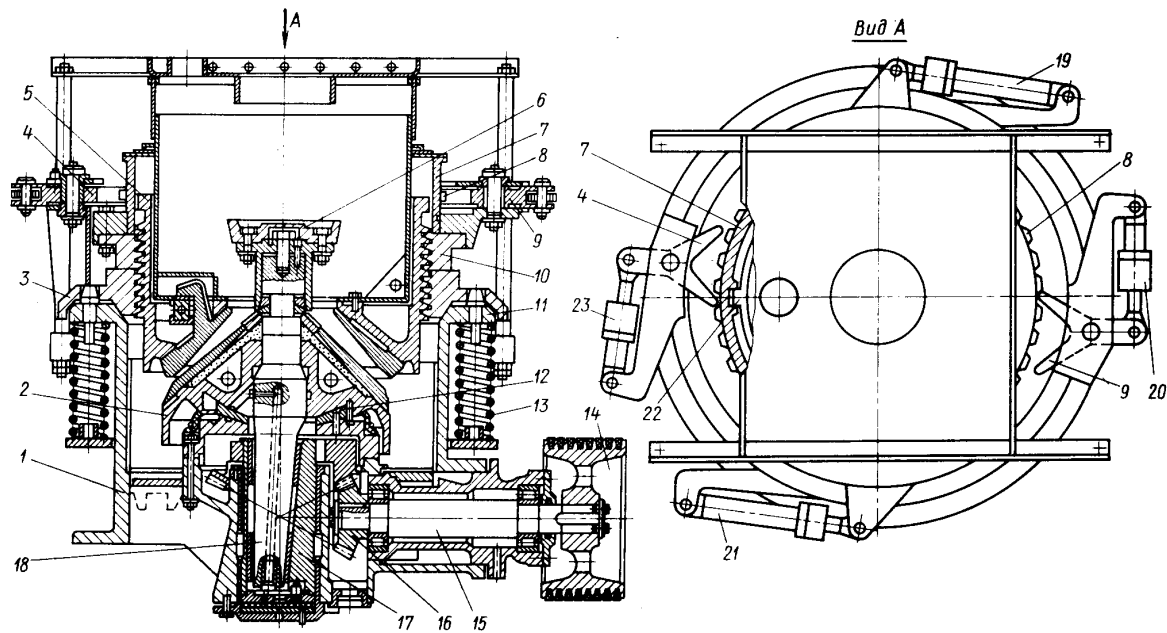


Рис. 13. Дробилка СМД-105 с гидравлическим регулированием размеров выходной щели.

Замеряют разгрузочную щель конусной дробилки крупного дробления мерительным инструментом в нескольких местах по образующей дробящего конуса. Наименьшее из значений является величиной разгрузочной щели. Перед замером дробилка должна быть остановлена.

Разгрузочную щель конусной дробилки среднего и мелкого дробления определяют при работе дробилки вхолостую свинцовыми болванками цилиндрической или шаровидной формы размером несколько большим ожидаемого зазора. Укрепленные на концах стальных проволок диаметром 2–3 мм болванки опускают в зону дробления в четырех точках через 90°.

Минимальная толщина расплюсненной болванки соответствует ширине разгрузочной щели дробилки КСД (КМД). После регулирования разгрузочной щели прочно затягивается резьба опорного и регулирующего колец. Пуск дробилки без затяжки упорной резьбы запрещается.

Если в результате значительного износа брони дальнейшее уменьшение разгрузочной щели путем подъема дробящего конуса невозможно или состояние броней может вызвать их разрушение, то необходимо заменить изношенные брони новыми.

Износ броней до их разрушения недопустим, так как куски поломавшихся броней могут попасть в дробилки следующих стадий и вызвать их заклинивание или поломку. Кроме того, при работе дробилки с разрушенной броней могут быть выведены из строя основные детали дробилки (дробящий конус, регулировочное кольцо).

При наличии на предприятии нескольких однотипных конусных дробилок с целью сокращения простоев оборудования целесообразно иметь резервный дробящий конус и регулировочное кольцо.

В этом случае дробящие элементы на резервные детали устанавливают в механических мастерских или на специальных площадках и заменяют эти детали целиком.

Снятые детали передают в ремонт для последующей замены.

При разборке и сборке дробилки, вызванных необходимостью замены дробящих элементов, особенно при отсутствии оборотных деталей, целесообразно проверить состояние основных узлов дробилки.

В среднем срок службы броней конусных дробилок крупного дробления в зависимости от твердости, вязкости и абразивности перерабатываемых горных пород колеблется от 2 до 8 месяцев для нижних броней дробящего конуса, от 4 до 12 месяцев – для нижних поясов брони неподвижного конуса.

С целью предотвращения загрязнения смазочного масла пылью, образующейся при дроблении, следует периодически очищать от пыли противопыльные воротники дробилок. Если в корпусе дробления имеется очищенный от влаги и пыли вентиляционный воздух, то рекомен-

дуются подключить его в кольцевой канал для создания избыточного давления, препятствующего проникновению пыли. Для создания избыточного давления и очистки канала от пыли может быть использован также компрессор.

Нельзя допускать работу дробилок КСД, КМД-1200, КМД-1750 и КМД-2200 без водяного уплотнения (гидрозатвора). Для предохранения кольцевого канала гидрозатвора от загрязнения рекомендуется применять чистую воду, регулярно очищать канал от грязи, следить за исправностью пылеотбойного кольца и в случае необходимости немедленно его ремонтировать.

В процессе эксплуатации не следует допускать длительную работу конусных дробилок мелкого дробления вхолостую, так как при малых размерах разгрузочной щели возможны удары дробящего конуса о броню неподвижного конуса.

При длительном прекращении подачи материала дробилки останавливаются. Для ускорения последующего запуска маслосистемы не отключают. Перед конусными дробилками среднего и мелкого дробления необходимо предусматривать устройства для удаления недробимых предметов из перерабатываемого материала во избежание аварий оборудования. В табл. 5 приведены возможные неполадки в работе конусных дробилок мелкого и среднего дробления и меры по их устранению.

Т а б л и ц а 5. Основные неисправности дробилок и способы их устранения

| Неисправности | Возможные причины | Способы устранения |
|---|--|---|
| 1 | 2 | 3 |
| Увеличилась крупность продукта дробления | Износ броней подвижного и неподвижного конусов | Уменьшить ширину разгрузочной щели; при сильном износе броней произвести замену |
| Дробящий конус начинает быстро вращаться | Зажатие или прихватывание вала дробящего конуса в конической втулке эксцентрика вследствие: работы без смазки или наличия грязи в смазке; осадки дробящего конуса в связи с выработкой или разрушением сферического подпятника; недостаточных зазоров в конической втулке эксцентрика | Немедленно освободить дробилку, выяснить причины увеличения конуса и устранить их |
| Глухой треск, приводной шкив вращается, дробящий конус неподвижен | Поломка зубьев конической шестерни или зубчатого колеса | Сменить вышедшие из строя детали |

Продолжение табл.5

| 1 | 2 | 3 |
|---|---|---|
| Усиление шума при дроблении | Ослабление брони: дробящего конуса; регулирующего кольца | Бронь затянуть до отказа с помощью гаек на скобах |
| Вибрация дробилки, частое срабатывание амортизационных пружин | Ослабление брони: неравномерное и избыточное питание; большое количество мелочи в питании; неравномерная односторонняя загрузка; вязкий или липкий материал при малой разгрузочной щели; недостаточное натяжение пружин | Выяснить и устранить причину; затянуть пружины |
| В маслоуказателе нет струи масла | Перестал работать маслонасос | Проверить и прочистить насос и трубы |

ЛИТЕРАТУРА

1. К л у ш а н ц е в Б. В. Дробилки. Конструкция, расчёт, особенности эксплуатации / Б. В. Клушанцев, А. И. Косарев, Ю. А. Муйземнек. М.: Машиностроение, 1990. 320 с.
2. Строительные машины / А.В. Раннев, В.Ф. Корелин, А.В. Жаворонков и др. М.: Машиностроение, 1991. 496 с.
3. В а с и л ь е в А. А. Дорожные машины / А. А. Васильев. М.: Машиностроение, 1987. 416 с.
4. С т е п а н о в Л. П. Устройство и монтаж дробильно-обогачительного оборудования / Л. П. Степанов, А. И. Косарев. М.: Высш. шк., 1982. 192 с.
5. Ф е й г и н П. А. Дробильные, сортировочные и транспортирующие машины / П. А. Фейгин. М.: Высш. шк., 1983. 223 с.
6. Строительные машины / Д.П. Волков, Н.И. Алешин, В.Я. Крикун и др. – М.: Высш. шк., 1988. 319 с.
7. С е р г е е в В. П. Строительные машины и оборудование / В. П. Сергеев. М.: Высш. шк., 1987. 376 с.

СОДЕРЖАНИЕ

| | |
|--|----|
| Введение..... | 3 |
| 1. Основные конструктивные схемы..... | 3 |
| 2. Конструкции дробилок..... | 7 |
| 3. Эксплуатация конусных дробилок..... | 19 |
| Литература..... | 29 |

Учебно-методическое издание

Владимир Алексеевич Дремук

**ИЗУЧЕНИЕ КОНСТРУКЦИИ КОНУСНЫХ ДРОБИЛОК
ДЛЯ ДРОБЛЕНИЯ КАМЕННЫХ МАТЕРИАЛОВ**

Методические указания к лабораторным занятиям

Редактор-корректор Е. В. Ковалёва
Техн. редактор Н. К. Шапрунова

ЛИ № 348 от 09.06. 2004. Подписано в печать 21.06.2006.

Формат 60×84 ¹/₁₆. Бумага для множительных аппаратов.

Печать ризографическая. Гарнитура "Таймс".

Усл. печ. л. 1,86. Уч.-изд. л. 1,72.

Тираж 100 экз. Заказ . Цена 2900 руб.

Редакционно-издательский отдел БГСХА
213407, г. Горки Могилёвской обл., ул. Студенческая, 2
Отпечатано в секторе издания учебно-методической литературы и ризографии БГСХА
г. Горки, ул. Мичурина, 5