

**№ 2251**

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ «МИСиС»

Горный институт  
Кафедра обогащения и переработки полезных ископаемых  
и техногенного сырья

А.М. Думов  
А.А. Николаев

# **Оборудование фабрик по переработке минерального сырья**

Учебное пособие

Рекомендовано редакционно-издательским  
советом университета



Москва 2016

УДК 622.7  
Д82

Рецензент:  
д-р техн. наук, проф. *В.В. Морозов*

**Думов А.М.**  
Д82 Оборудование фабрик по переработке минерального сырья : учеб. пособие / А.М. Думов, А.А. Николаев. – М. : Изд. Дом НИТУ «МИСиС». 2016. – 224 с.  
ISBN 978-5-906846-45-7

Содержит информацию о конструкции, принципе работы основного оборудования для обогащения минерального сырья. Рассмотрено оборудование для дробления, измельчения, дезинтеграции и грохочения минерального сырья, его гравитационного, флотационного обогащения, магнитной и электрической сепарации. Приведены технические характеристики обогатительного оборудования.

Рекомендовано студентам, обучающимся по направлению 22.03.02 «Металлургия», профиль «Технология минерального сырья», может быть интересно для студентов других направлений.

УДК 622.7

ISBN 978-5-906846-45-7

© А.М. Думов,  
А.А. Николаев, 2016  
© НИТУ «МИСиС», 2016

## ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение .....	5
1. Дробилки .....	7
1.1. Общие положения .....	7
1.2. Щековые дробилки.....	10
1.3. Конусные дробилки крупного дробления.....	18
1.4. Конусные дробилки среднего и мелкого дробления.....	23
1.5. Валковые дробилки.....	30
1.6. Роллер-прессы .....	32
1.7. Дробилки ударного действия .....	34
2. Мельницы .....	39
3. Оборудование для грохочения .....	54
3.1. Общие положения .....	54
3.2. Колосниковые неподвижные грохоты .....	59
3.3. Валковые грохоты .....	60
3.4. Барабанные грохоты .....	61
3.5. Дуговой грохот .....	64
3.6. Плоские качающиеся грохоты .....	65
3.7. Вибрационные грохоты с простым дебалансным вибратором.....	66
3.8. Вибрационные самобалансные и резонансные грохоты .....	69
4. Оборудование для дезинтеграции и промывки .....	72
4.1. Общие положения .....	72
4.2. Промывочные машины .....	73
5. Оборудование для обогащения гравитационными методами .....	87
5.1. Аппараты для обогащения в тяжелых суспензиях.....	87
5.2. Аппараты для обогащения в потоке воды, текущей по наклонной плоскости.....	93
5.3. Аппараты для обогащения в суживающихся желобах .....	102
5.4. Винтовые сепараторы .....	107
5.5. Концентрационные столы .....	113
5.6. Отсадочные машины.....	123
6. Флотационные машины .....	134
6.1. Механические флотационные машины.....	135
6.2. Пневмомеханические флотационные машины.....	140
6.3. Пневматические флотационные машины .....	147
7. Контактные чаны .....	152
8. Оборудование для обогащения магнитными методами .....	154

8.1. Сущность магнитного обогащения.....	154
8.2. Физическая классификация магнетиков .....	155
8.3. Классификация минерального сырья в процессах магнитного обогащения.....	159
8.4. Магнитная сила, действующая на частицы в магнитном поле.....	160
8.5. Магнитные поля сепараторов .....	161
8.6. Классификация сепараторов, выбор, расчет.....	163
8.7. Сепараторы для сильномагнитных руд.....	167
8.8. Производительность сепараторов для сухой магнитной сепарации .....	179
8.9. Производительность сепараторов для мокрой магнитной сепарации.....	180
8.10. Магнитные системы сепараторов для слабомагнитных минералов .....	181
8.11. Высокорадиентная сепарация.....	186
9. Оборудование для электрических методов обогащения .....	191
9.1. Силы, действующие на частицы в электрическом поле.....	191
9.2. Свойства минералов, использующиеся при электрическом обогащении. ....	192
9.3. Способы сообщения частицам электрического заряда.....	194
9.4. Заряжение частиц путем трения о транспортирующий лоток или друг о друга (трибоэлектрическая сепарация)....	197
9.5. Физические основы разделения минеральных частиц в поле коронного разряда.....	198
9.6. Заряжение и поведение частиц в поле коронного разряда...	201
9.7. Типы коронных электросепараторов.....	203
9.8. Коронные сепараторы камерного типа .....	209
9.9. Электрическая сепарация минералов при электризации трением.....	211
9.10. Трибоадгезионная сепарация .....	217
Библиографический список .....	222

## ВВЕДЕНИЕ

Современные обогатительные фабрики представляют собой весьма сложные комплексы технологического, транспортного оборудования и оборудования общего назначения.

С уменьшением содержания ценных компонентов в рудном и нерудном минеральном сырье требуется перерабатывать большее количество минерального сырья. Это приводит к закономерному росту производительности обогатительных фабрик, которая в настоящее время может достигать 100...120 тыс. тонн в сутки.

Для обеспечения такой производительности требуется устанавливать обогатительное оборудование больших размеров, массы и мощности. Например, диаметр барабана современной мельницы может превышать 13 м, а мощность ее привода достигает 28 МВт. Крупность кусков руды, поступающих на обогатительную фабрику с карьера, достигает 1,1 м, а в операции разделения поступает минеральное сырье, измельченное до 70 мкм и менее.

Содержание ценных компонентов в рудах не превышает десятых, сотых или даже тысячных долей процента. Минеральное сырье часто является полиметаллическим, содержащим два и более ценных компонентов, которые требуется выделить в отдельные концентраты, что является весьма сложной технологической задачей, решаемой за счет использования различий зерен минералов по плотности, физико-химическим и магнитным свойствам, проводимости и др. Данное обстоятельство также должно учитываться конструкторами обогатительного оборудования.

Другим аспектом работы обогатительных фабрик является использование высокой степени автоматизации технологического процесса, следовательно, конструкции современного оборудования для обогащения минерального сырья должны хорошо интегрироваться в действующие и проектируемые Системы автоматизированного управления технологическим процессом (АСУТП).

Таким образом, оборудование обогатительных фабрик должно соответствовать следующим основным требованиям:

- высокая производительность;
- высокая экономичность;
- высокая надежность и длительная наработка «на отказ»;
- низкая трудоемкость в эксплуатации и обслуживании;

- возможность работы в непрерывном режиме в едином комплексе с другим оборудованием;
- встраивание в системы АСУТП.

В данном учебном пособии авторы знакомят студентов с устройством и основными характеристиками современного оборудования по обогащению минерального сырья, используемого на обогатительных фабриках.

# 1. ДРОБИЛКИ

## 1.1. Общие положения

*Дробление и измельчение* – это технологические процессы сокращения крупности минерального сырья.

Процесс дробления зависит:

- от размера и формы разрабатываемых кусков;
- их взаимного расположения в дробящем пространстве;
- физико-механических свойств материала (крепости, твердости, трещиноватости, вязкости, плотности, влажности), формы и массы дробящих частей и т.д.

Процессы дробления применяют не только на рудообогатительных фабриках и металлургических заводах, но и в производстве строительных материалов.

Дробление относится к дорогим энергоемким процессам. Стоимость дробильно-измельчительного оборудования обогатительных фабрик может превышать 50 % общей стоимости установленного оборудования, а энергозатраты и эксплуатационные расходы достигают 70 % общих энергозатрат и эксплуатационных расходов.

Теоретическая, или номинальная, *степень дробления* (измельчения) – это отношение размера наибольшего куска дробимого материала к размеру разгрузочного отверстия дробилки.

Истинная степень дробления (измельчения) – это отношение среднего размера кусков дробимого материала к среднему размеру кусков раздробленного материала.

*Крупность кусков* руд подземной добычи достигает 350 мм, крупность кусков руд, добываемых в карьерах, достигает 1000...1100 мм. Размер частиц продукта, поступающего на обогащение, зачастую не должен превышать 100 мкм. Таким образом, *степень измельчения* при переработке руд достигает 3500–11000, что принципиально невозможно при дроблении (измельчении) в одну стадию. На фабриках, перерабатывающих руды цветных металлов, дробление обычно осуществляется в три стадии: крупное дробление, среднее дробление, мелкое дробление. Далее материал поступает на измельчение. При переработке особо крепких руд в некоторых случаях после первичного крупного дробления устанавливают дробилку для вторичного крупного дробления. В случае использования процессов самоиз-

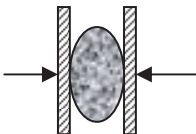
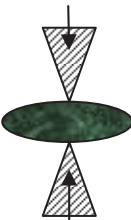
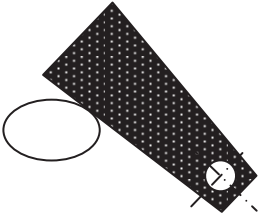
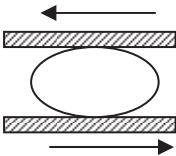
мельчения и полусамоизмельчения ограничиваются только крупным дроблением.

Дробление осуществляется в машинах, называемых дробилками. В табл. 1.1 приведены схемы основных способов дробления.

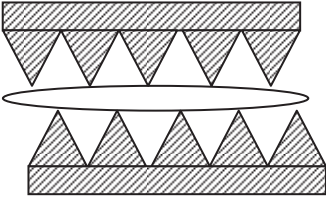
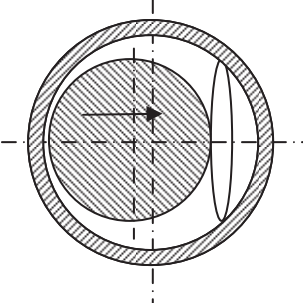
В зависимости от принципа действия и конструкции дробильные машины делятся на *щековые*, *конусные*, *валковые*, *дробилки ударного действия* (например, *молотковые*).

Таблица 1.1

Схемы основных способов дробления

Способ	Схема	Примечание
Раздавливание		Кусок под действием дробящего усилия деформируется во всем объеме и разрушается, когда внутренние напряжения превысят предел прочности сжатию
Раскалывание		Кусок разрушается на части в местах наибольшей концентрации давления от клинообразного измельчителя
Удар		Ударное дробление происходит в результате динамической нагрузки (удара) Удар может быть стесненным (кусок разрушается между двух рабочих поверхностей) и свободным (кусок разрушается в результате столкновения с рабочим органом в полете или падении)
Истирание		Наиболее дорогой способ измельчения, связанный с большим расходом энергии и износом рабочих органов



Способ	Схема	Примечание
Раздавливание с раскалыванием, ударом и изгибом		Сочетание раздавливания с раскалыванием, ударом и изгибом применяется в щековых дробилках
Раздавливание с изгибом		Раздавливание с изгибом применяется в конусных дробилках крупного дробления

В табл. 1.2 дана характеристика некоторых горных пород по крепости.

Таблица 1.2

## Характеристика горных пород

Категория	Горные породы	Предел прочности при одноосном сжатии (разрушающее напряжение) $\sigma_c$ , кН/м <sup>2</sup> /МПа	Плотность, кг/м <sup>3</sup>	Коэффициент крепости по шкале Протодьяконова, $f \approx 0,1 \sigma_c$
Очень мягкие (слабые)	Уголь каменный	2000...4000 / 2...4	1,2...1,5	2...5
	Антрацит	9000 / 9		
	Известняк пористый	40 000 / 40	2,3...2,5	
Мягкие	Известняк плотный	50 000...100 000 / 50...100	2,5...3,0	6...10
	Песчаник		1,9...2,2	
	Бурый железняк	80 000 / 80		

Категория	Горные породы	Предел прочности при одноосном сжатии (разрушающее напряжение) $\sigma_c$ , кН/м <sup>2</sup> / МПа	Плотность, кг/м <sup>3</sup>	Коэффициент крепости по шкале Протодьяконова, $f \approx 0,1 \sigma_c$
Средней твердости	Гранит выборгский	120 000 / 120	2,5...2,7	11...15
	Гранит уральский	145 000...160 000 / 145...160	2,5...2,7	
	Мрамор	55 000...150 000 / 55...150	2,7	
	Песчаник плотный	160000 / 160	2,2...2,7	
	Бурые железняки	125 000 / 125		
Твердые (крепкие)	Диабаз	180 000...250 000 / 180...250		16...18
	Диорит	200 000 / 200		
	Гнейс	172 000...220 000 / 172...220		
Весьма твердые (особо крепкие)	Кварцит	198 000...218 000 / 198...218	2,65	18...20
	Диорит	180 000...240 000 / 180...240		
	Порфир	153 000...280 000 / 153...280	2,6...2,9	
	Базальт	285 000...500 000 / 285...500	2,7...3,3	
	Гранит-аплит	До 350 000 / 350	3,0	

## 1.2. Щековые дробилки

**Щековые дробилки** (англ. – *jaw crusher*) относятся к машинам периодического действия. Применяются для крупного дробления различных материалов.

По характеру движения различают дробилки с *простым* и *сложным качанием* щеки (рис. 1.1). Конструкция дробилок с простым качанием щеки была разработана в 1858 г. и без особых изменений применяется до сих пор в силу простоты и надежности. Достижимое усилие раздробливания – до 20 МН (2 000 000 кг).

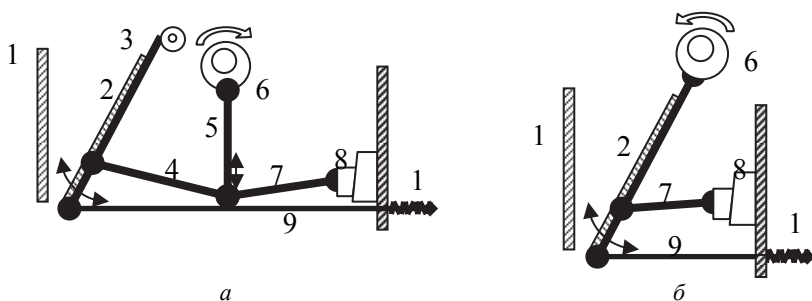


Рис. 1.1. Кинематические схемы щековых дробилок:  
*a* – с простым качанием щеки; *б* – со сложным качанием щеки;  
 1 – неподвижная щека; 2 – подвижная щека; 3 – ось подвеса;  
 4 – передняя распорная плита; 5 – шатун; 6 – эксцентриковый вал;  
 7 – задняя распорная плита; 8 – устройство регулирования  
 разгрузочной щели; 9 – тяга; 10 – пружина

На рис. 1.2 приведен продольный разрез дробилки с длиной зева 2100 мм и шириной зева 1500 мм (завод «Волгоцемтяжмаш»), рассчитанной на дробление весьма крепких горных пород (крепостью до 18–20 по шкале Протодяконова).

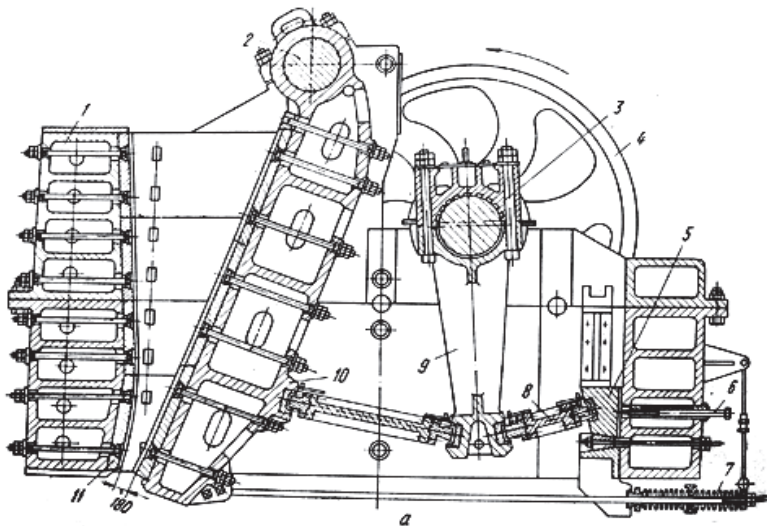


Рис. 1.2. Продольный разрез дробилки 2100 мм x 1500 мм:  
 1 – неподвижная щека; 2 – ось подвижной щеки; 3 – головка шатуна;  
 4 – маховик; 5 – упорный клин; 6 – отжимной болт; 7 – пружина;  
 8 – распорная плита задняя; 9 – шатун; 10 – подвижная щека;  
 11 – футеровка

Особенности конструкции щековой дробилки – значительные инерционные массы движущихся частей (шатун, подвижная щека, вал, маховики). Вследствие этого мощность электродвигателя, необходимая для пуска дробилки, в несколько раз превышает мощность, затрачиваемую при установившемся движении.

В дробилках со сложным движением щеки шатуном служит подвижная щека, надетая на эксцентриковый вал (рис. 1.3). Направление вращения вала выбирается таким, чтобы в процессе дробления щека двигалась вниз, в сторону разгрузки материала. Внешний вид дробилки представлен на рис. 1.4.

По сравнению с дробилками с простым качанием щеки эти дробилки имеют преимущества и недостатки.

*Преимущества:* большая эффективность дробления вязких и липких материалов, большая степень дробления и удельная производительность, более равномерный дробленый продукт с меньшим количеством плитняка, простая конструкция, меньшие габариты и масса.

*Недостатки:* большее истирание дробимого материала, большой (на 20...30 %) износ футеровки, увеличенная нагрузка на вал и подшипники.

Большая часть выпускаемых щековых дробилок имеют сложное качание щеки, и только для дробления особо крепких материалов выпускается незначительное количество дробилок с простым качанием щеки.

**Футеровки** неподвижной и подвижной щек закреплены закладными болтами и клиньями. Футеровочные плиты отлиты из марганцевой стали 110Г13Л и закалены при температуре 1100 °С. При высоких ударных нагрузках эта сталь подвержена наклепу, т.е. образованию твердой корки, повышающей твердость в 2–2,5 раза. Плиты, как правило, двусторонние, что позволяет переворачивать их на 180°, что увеличивает срок службы в 2 раза.

К конструктивным особенностям щековых дробилок необходимо отнести следующие:

- степень дробления от 3 до 5;
- щековые дробилки не могут работать под завалом, следовательно для их питания должны быть установлены питатели (как правило, пластинчатые питатели тяжелого типа);
- распорные плиты (цельнолитые чугунные или составные) являются не только элементом кинематической цепи щековой дробилки, но и предохранительным элементом в случае попадания в дробилку недробимых предметов, поэтому их сечение выбирают по расчету на прочность от сжимающего усилия и предусматривают в них отверстия для ослабления сечения либо срезающиеся болты (заклепки);

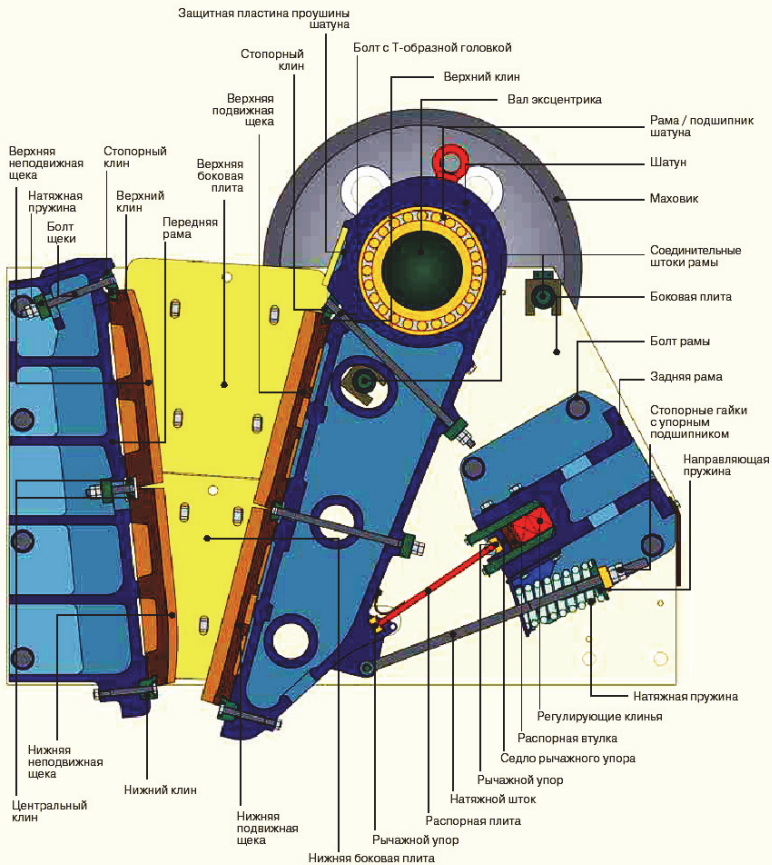


Рис. 1.3. Схема устройства щековой дробилки со сложным качанием щеки. Компания «Метсо Минералз», дробилка «Нордберг» серии С

– так как высота падения кусков раздробленной руды невелика, под разгрузкой дробилки обычно устанавливают ленточный транспортер;

– при стационарной установке фундамент щековых дробилок обычно железобетонный и массивный (ориентировочно масса фундамента равна 10 массам дробилки), причем он должен быть расположен отдельно от фундамента здания во избежание передачи вибраций и ударов (рис. 1.5);



Рис. 1.4. Дробилка «Нордберг С125» компании «Метсо Минералз»

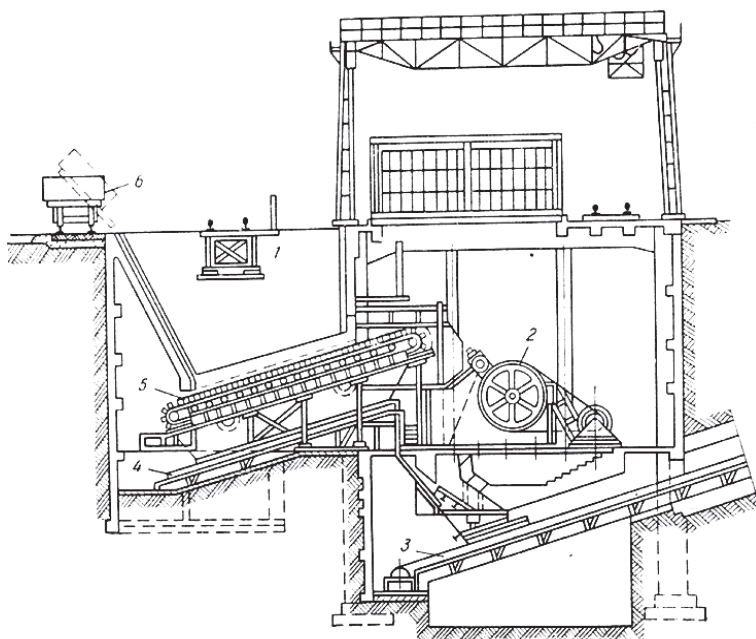


Рис. 1.5. Установка щековой дробилки с питателем:  
 1 – приемный бункер; 2 – дробилка; 3 – ленточный конвейер;  
 4 – ленточный конвейер для подбора мелочи; 5 – пластинчатый  
 питатель тяжелого типа; 6 – думпкар

– грузоподъемность подъемного крана, применяемого для обслуживания и ремонта дробилки, выбирают исходя из массы самой тяжелой части – подвижной щеки в сборе с футеровкой (до 50 т у дробилок 1500 × 2100 мм).

В настоящее время многие компании («Метсо Минералз», «Комаци», «Хартл» и др.) выпускают дробильные и дробильно-сортировочные комплексы (рис. 1.6 и 1.7), установленные на гусеничные и пневмоколесные шасси. Эти комплексы укомплектованы, как правило, щековыми дробилками со сложным качанием щеки, имеют собственную дизельную или дизель-электрическую силовую установку и предназначены в основном для дробления нерудного сырья, однако их можно применять и на рудниках малой производительности.

Получила распространение установка щековых дробилок в составе дробильно-сортировочных комплексов непосредственно в карьерах (рис. 1.8).



Рис. 1.6. Передвижная дробильно-сортировочная установка «Нордберг» компании «Метсо Минералз»



Рис. 1.7. Передвижная дробильно-сортировочная установка компании «Хартл»

Щековые дробилки являются универсальными механизмами, предназначенными для работы в различных условиях: для крупного и среднего дробления сухих, влажных и глинистых материалов различной крепости и абразивности. Конструкция щековых дробилок проста, число деталей невелико, приводной механизм надежен. Высота щековых дробилок в 1,5–1,7 раза меньше, чем у конусных той же производительности, они легче и дешевле в 1,5–2,5 раза.

Недостатками их являются относительно малая производительность, в 1,5 раза больший удельный расход электроэнергии, меньшая равномерность дробленого материала, невозможность пуска и работы под завалом, повышенный уровень вибраций.

Когда требуется высокая производительность дробильного отделения, применяются конусные дробилки.

Теоретически производительность щековых дробилок ( $\text{м}^3/\text{ч}$ ) рассчитывается по формуле

$$Q = 60 \cdot n \cdot V \cdot \mu = 30 \cdot \mu \cdot n \cdot B \cdot S (2e + S) / (\text{tg } \alpha), \quad (1.1)$$

где  $V$  – объем выпавшего за один ход щеки материала,  $\text{м}^3$ ;

$n$  – частота вращения вала,  $\text{мин}^{-1}$ ;

$B$  – длина зева дробилки, м;

$S$  – ход щеки дробилки, м;

$\mu$  – коэффициент разрыхления 0,4–0,65;

$e$  – минимальная величина разгрузочной щели дробилки, м;

$\alpha$  – угол между щеками дробилки.





Рис. 1.8. Дробильно-сортировочный комплекс, установленный в карьере: 1 – приемный бункер; 2 – щековая дробилка; 3 – ленточный конвейер; 4 – инерционный грохот

Так как эта формула не учитывает многих факторов (свойств руды, угла захвата и пр.), результаты расчета получаются весьма приближительными.

Существует много эмпирических формул расчета производительности. Из них самая распространенная следующая:

$$Q = 0,1 B (e + S). \quad (1.2)$$

### 1.3. Конусные дробилки крупного дробления

Конусные дробилки крупного дробления (степень дробления от 3 до 5) широко применяются на горно-обогатительных комбинатах с 1905 г. Как правило, конструкция их характеризуется наличием подвешенного вала (рис. 1.9 (1) и рис. 1.10 (16)). Вал шарнирно подвешен на верхней шаровой опоре. (рис. 1.9 поз. б). На валу жестко закреплен дробящий конус (рис. 1.9 (2) и рис. 1.10, (8)). Нижняя часть вала вставлена в отверстие эксцентрика (рис. 1.9 (4) и рис. 1.10 (3)) с вертикально расположенной осью вращения. Эксцентрик приводит в движение зубчатой конической передачей (рис. 1.9 (5) и рис. 1.10 (23 и 28)). При вращении эксцентрика геометрическая ось вала описывает коническую поверхность с вершиной в точке 0 и углом при вершине  $\beta = 2...3^\circ$ , совершая качания по окружности (гирации). Поэтому другое название этих дробилок – гирационные.

Руда дробится в момент приближения дробящего корпуса к неподвижному (рис. 1.9 (3) и рис. 1.10, (7 и 9)), а разгружается с противоположной стороны. Дробление протекает непрерывно.

На рис. 1.10 показан разрез гирационной дробилки конструкции УЗТМ. Эта конструкция может рассматриваться как типовая для данного класса дробилок.

*Верхняя опора* вала, воспринимающая вес дробящего конуса и вертикальную составляющую дробящего усилия, расположена на траверсе (рис. 1.10 (3) и рис. 1.11.) и защищена колпаком (рис. 1.10, (1) и рис. 1.11). Конус и чаша защищены от истирания футеровкой: конус – двумя бронеконусами, чаша – тремя рядами плит. Для равномерного плотного прилегания пространство между футеровкой и защищаемыми деталями ранее заливались цинком или цинковым сплавом, имеющим свойство расширяться при застывании расплава, или (реже) – напрягающим цементом, расширяющимся при затвердевании раствора. В настоящее время вместо цинкового сплава часто применяются полимерные заливки на основе синтетических смол.

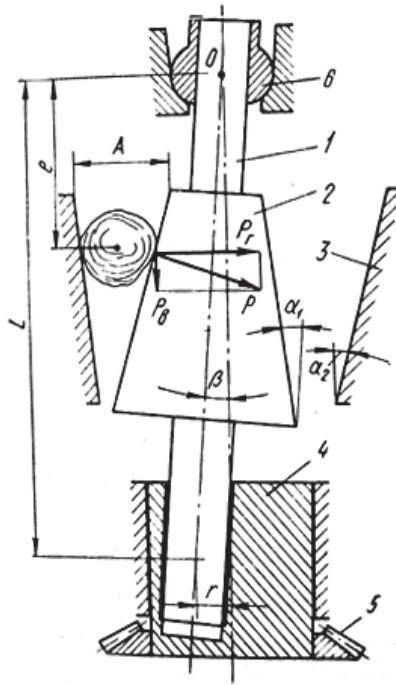


Рис. 1.9. Схема конусной гирационной дробилки крупного дробления с подвесным валом:

1 – вал; 2 – подвижный конус; 3 – неподвижный конус;  
4 – эксцентрик; 5 – коническая зубчатая передача; 6 – верхняя опора

В современных конструкциях дробилок осевое усилие воспринимается не верхней опорой через регулировочную гайку и шаровую опору, а станиной через опорный вал и гидроцилиндр, регулирующий (вместо гайки) зазор между конусами (см. рис. 1.10). Эксцентрик 7, воспринимающий горизонтальную составляющую дробящего усилия, приводится в движение от электродвигателя с помощью клиноременной передачи 18 и конической зубчатой передачи 15. На рис. 1.12 показан разрез отделения крупного дробления с конусной дробилкой.

Так как конусные дробилки с размером приемного отверстия более 1200 мм могут работать под завалом, они устанавливаются без пластинчатого питателя на загрузке. Однако из-за значительной высоты загрузки требуется установка пластинчатого питателя под дробилкой.

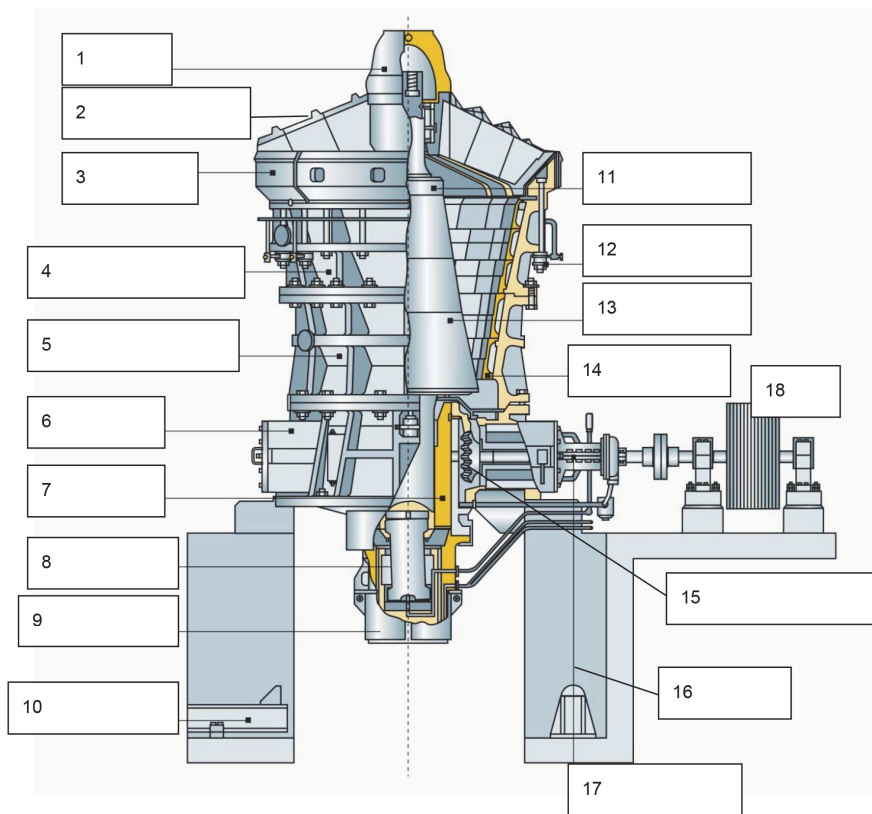


Рис. 1.10. Дробилка ККД 1500/180 производства ОМЗ  
(бывший УЗТМ):

- 1 – колпак; 2 – футеровка траверзы; 3 – траверза; 4 – верхнее кольцо чаши; 5 – нижнее кольцо чаши; 6 – станина; 7 – эксцентрик;  
 8 – опорный вал; 9 – гидроцилиндр; 10 – рельсовый путь;  
 11 – дробящий (подвижный) конус; 12 – вытяжной домкрат;  
 13 – футеровки дробящего конуса; 14 – футеровки неподвижного конуса (чаши); 15 – ведущая шестерня; 16 – фундамент;  
 17 – приводной вал; 18 – шкив



Рис. 1.11. Конусная дробилка крупного дробления.

Вид сверху из загрузочного бункера:

- 1 – верхняя опора с колпаком; 2 – траверса с футеровкой;  
3 – дробящий конус с футеровкой; 4 – неподвижный конус  
с футеровкой

По сравнению с щековыми дробилками крупного дробления, конусные имеют ряд *преимуществ*: большая удельная производительность (процесс дробления носит непрерывный характер), меньший удельный расход электроэнергии, равномерный состав продукта с меньшим содержанием плитняка и мелочи, возможность работы под завалом, меньшее пылеобразование и вибрации.

*Недостатками* являются: большая масса и габариты, более сложная конструкция, сложные и дорогие запасные части, трудности доступа при обслуживании эксцентрика и регулировки разгрузочной щели, отсутствие устройств, предохраняющих машину при перегрузке, большая стоимость дробилки и монтажа.

Выбор дробилки обусловлен размером наибольших кусков породы и заданной производительностью. При малой производительности выгодно применять щековые дробилки. Если одной щековой дробилки недостаточно, устанавливают конусную дробилку.

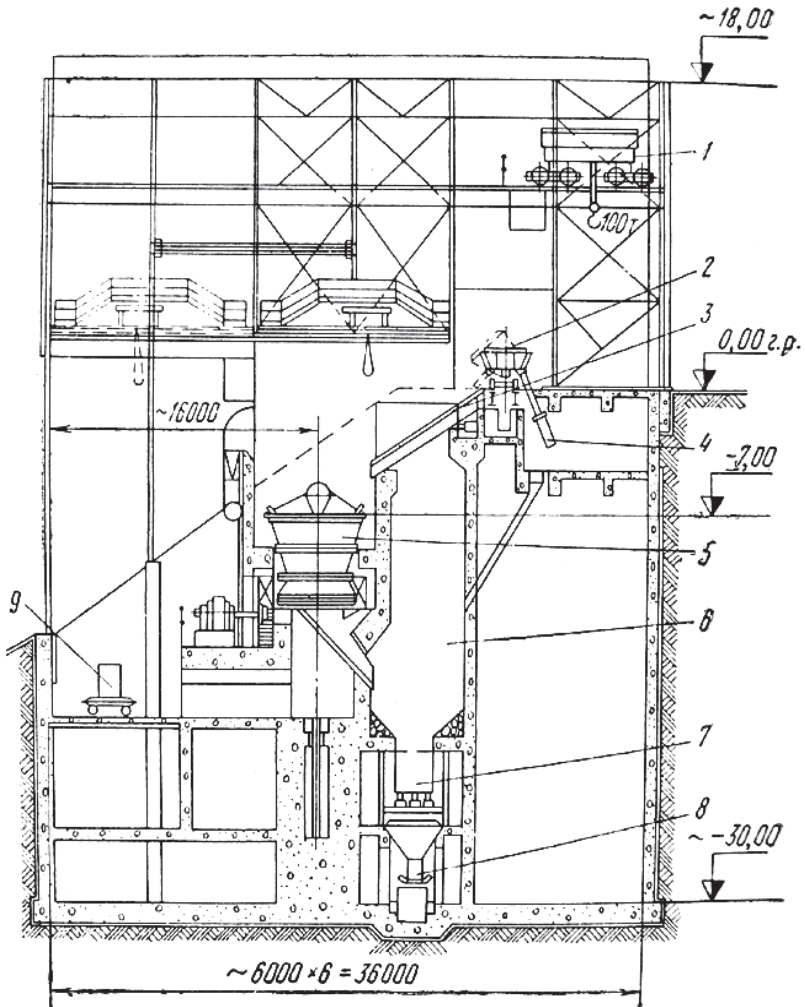


Рис. 1.12. Разрез дробильного цеха с дробилкой ККД-1200:  
 1 – мостовой кран; 2 – думпкар; 3 – колосниковый грохот;  
 4 – гидравлический опрокидыватель вагонов; 5 – дробилка;  
 6 – бункер дробленой руды; 7 – пластинчатый питатель;  
 8 – ленточный конвейер; 9 – гидropодъемник (домкрат) ремонтный