



**ИнфоМайн** 

**исследовательская группа**

Объединение независимых экспертов в области минеральных ресурсов,  
металлургии и химической промышленности

---

# Обзор рынка дробильно- сортировочного оборудования (мобильного и стационарного) в России и на Украине

*Демонстрационная версия*

**Москва  
июнь, 2012**

Internet: [www.infomine.ru](http://www.infomine.ru)

e-mail: [info@infomine.ru](mailto:info@infomine.ru)

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>Аннотация.....</b>	<b>11</b>
<b>Введение .....</b>	<b>12</b>
<b>1. Краткая характеристика дробильно-сортировочного оборудования..</b>	<b>15</b>
1.1. Дробильное оборудование.....	15
1.1.1. Щековые дробилки .....	16
1.1.2. Конусные дробилки.....	19
1.1.3. Роторные дробилки .....	23
1.1.4. Прочие дробилки (молотковые, валковые).....	28
1.1.5. Основные типы дробилок, используемых российскими предприятиями .....	31
1.2. Сортировочное оборудование (грохоты) .....	35
1.3. Передвижные и мобильные дробильно-сортировочные установки.....	38
1.3.1. Передвижные ДСУ.....	38
1.3.2. Мобильные ДСУ.....	40
<b>2. Производство дробильно-сортировочного оборудования в России .....</b>	<b>41</b>
2.1. Объемы и структура производства в 2007-2011 гг. ....	41
2.1.1. Дробилки.....	44
2.1.2. Грохоты .....	48
2.2. Текущее состояние крупнейших российских предприятий- производителей ДСУ.....	50
ОАО «Ухоловский завод «Строммашина» (Рязанская обл.).....	50
ООО «Стромнефтемаш» (Костромская обл.) .....	51
ОАО «Объединенные машиностроительные заводы» .....	54
ОАО «Уральский завод тяжелого машиностроения» («Уралмашзавод», г. Екатеринбург).....	55
ОАО «Ормето-ЮУМЗ» (Оренбургская обл.) .....	61
ЗАО «Автокомполит» (ранее ОАО «Дробмаш», г. Выкса Нижегородской обл.).....	63
ООО «Канмаш ДСУ» (Чувашская Республика).....	70
ОАО «НПК «Механобр-Техника» (г. Санкт-Петербург) .....	71
ОАО «Волгоцеммаш» (г. Тольятти Самарской обл.).....	73
ЗАО «Урал-Омега» (г. Магнитогорск Челябинской обл.).....	76
ОАО ПО «Иркутский завод тяжелого машиностроения».....	77
ОАО «Рудгормаш» (Воронежская обл.) .....	78
ЗАО НПО «Пневмаш» (Челябинская обл.).....	79
Прочие производители ДСУ .....	80
Планы по созданию новых заводов по выпуску ДСУ .....	84

<b>3. Производство дробильно-сортировочного оборудования на Украине</b>	<b>85</b>
3.1. Объемы и структура производства в 2007-2011 гг. ....	<b>85</b>
3.2. Текущее состояние крупнейших украинских предприятий-производителей ДСО.....	<b>88</b>
<i>ПАО «Новокраматорский машиностроительный завод» (Донецкая обл.)</i>	88
<i>ООО «Машстройиндустрия», Луганская обл.</i> .....	91
<i>ООО «Луганский электромашиностроительный завод»</i> .....	92
<i>ООО «Луганский машиностроительный завод имени А. Я. Пархоменко»</i>	95
<i>ПАО «Кременчугский завод дорожных машин «КРЕДМАШ» (Полтавская обл.)</i> .....	96
<i>ООО «Донбасская индустриальная компания» («ДИК», Донецкая обл.)</i>	97
<i>Прочие производители ДСО</i> .....	102
<b>4. Внешнеторговые операции с дробильно-сортировочным оборудованием</b>	<b>104</b>
4.1. Внешнеторговые операции с дробильно-сортировочным оборудованием в России в 2007-2011 гг. ....	<b>104</b>
4.1.1. <i>Экспорт</i> .....	106
4.1.2. <i>Импорт</i> .....	113
4.2. Внешнеторговые операции с дробильно-сортировочным оборудованием на Украине в 2007-2011 гг. ....	<b>128</b>
4.2.1. <i>Экспорт</i> .....	129
4.1.2. <i>Импорт</i> .....	131
4.3. Краткая характеристика крупнейших зарубежных компаний-производителей ДСО.....	<b>136</b>
<i>METSO Minerals (Финляндия)</i> .....	136
<i>SANDVIK</i> .....	139
<i>SANDVIK Rock Processing (Швеция)</i> .....	139
<i>EXTEC Screen &amp; Crushers Ltd. (Великобритания)</i> .....	141
<i>FINTEC (Великобритания)</i> .....	141
<i>TEREX</i> .....	143
<i>TEREX Pegson Limited. (Великобритания)</i> .....	143
<i>TEREX Powerscreen Ltd. (Северная Ирландия)</i> .....	143
<i>TEREX Finlay (Северная Ирландия)</i> .....	144
<i>DERRICK Corporation (США)</i> .....	145
<i>ASTECS (США)</i> .....	146
<i>Прочие производители ДСО</i> .....	148
<b>5. Ценовой анализ</b> .....	<b>150</b>
5.1. Цены на ДСО российского производства в 2007-2011 гг.....	<b>150</b>
5.2. Цены на ДСО зарубежного производства.....	<b>154</b>

<b>6. Анализ спроса на дробильно-сортировочное оборудование .....</b>	<b>157</b>
6.1. Анализ спроса на ДСО в России в 2007-2011 гг. ....	157
6.1.1. Балансы производства и потребления дробильно-сортировочного оборудования в 2007-2011 гг. ....	157
6.1.2. Структура потребления ДСО в России .....	163
6.1.3. Ситуационный анализ и перспективы развития основных потребляющих отраслей.....	166
Горнодобывающая отрасль .....	166
Производство щебня .....	180
Переработка промышленных отходов .....	186
6.2. Анализ спроса на ДСО на Украине в 2007-2011 гг. ....	188
6.2.1. Баланс производства и потребления дробильно-сортировочного оборудования.....	188
6.2.2. Структура потребления.....	190
6.2.3. Ситуационный анализ и перспективы развития основных потребляющих отраслей.....	191
<b>7. Перспективы и прогноз развития рынка дробильно-сортировочного оборудования в России и на Украине на период до 2020 г. ....</b>	<b>198</b>
<b>Приложение 1. Номенклатура дробильно-сортировочного оборудования производства ЗАО «Автокомполит» .....</b>	<b>202</b>
<b>Приложение 2. Технические характеристики ДСО крупнейших мировых компаний-изготовителей, представленного на российском рынке.....</b>	<b>208</b>
<b>Приложение 3. Адресная база основных производителей ДСО в России и на Украине.....</b>	<b>221</b>

## СПИСОК ТАБЛИЦ

- Таблица 1. Основные типы дробилок, выпускаемых предприятиями России и Украины
- Таблица 2. Некоторые технические характеристики стандартных дробильно-сортировочных линий
- Таблица 3. Основные экономические показатели РФ в 2007-2011 гг.
- Таблица 4. Крупнейшие предприятия-производители дробилок в РФ в 2007-2011 гг., штук
- Таблица 5. Крупнейшие предприятия-производители грохотов в РФ в 2010-2011 гг., штук
- Таблица 6. Технические характеристики дробилок производства ООО «Стромнефтемаш»
- Таблица 7. Технические характеристики грохотов производства ООО «Стромнефтемаш»
- Таблица 8. Технические характеристики дробилок производства ОАО «Уралмашзавод»
- Таблица 9. Технические характеристики конусных дробилок среднего и мелкого дробления производства ОАО «Уралмашзавод»
- Таблица 10. Поставки дробильного оборудования производства ОАО «Уралмашзавод» крупнейшим потребителям в 2007-2010 гг.
- Таблица 11. Техничко-эксплуатационные характеристики мобильных установок ДСУ-30 и ДСУ-90 производства ЗАО «Автокомполит»
- Таблица 12. Техничко-эксплуатационные характеристики установки МДСУ-50 производства «Дробмаш»
- Таблица 13. Объем производства основных видов продукции и структура доходов ОАО «Дробмаш» в 2004-2009 гг.
- Таблица 14. Технические характеристики агрегатов дробления производства ОАО «Волгоцеммаш»
- Таблица 15. Технические характеристики щековых дробилок производства ОАО «Волгоцеммаш»
- Таблица 16. Российские предприятия, эксплуатирующие дробилки Титан производства ЗАО «Новые Технологии»
- Таблица 17. Основные экономические показатели Украины в 2007-2011 гг.
- Таблица 18. Крупнейшие предприятия-производители ДСО на Украине в 2007-2011 гг., штук
- Таблица 19. Основные технические характеристики дробилок производства ПАО «Новокраматорский машиностроительный завод»
- Таблица 20. Основные технические характеристики грохотов производства ООО «Луганский электромашиностроительный завод»
- Таблица 21. Основные технические характеристики грохотов производства ООО «Донбасская индустриальная компания»

- Таблица 22. Объемы экспорта дробильно-сортировочного оборудования в натуральном и денежном выражении в 2007-2011 гг., шт., млн \$, тыс. \$/шт.
- Таблица 23. Структура российского экспорта дробилок и агрегатов дробления в 2007-2011 гг., шт., тыс. \$, тыс. \$/шт.
- Таблица 24. Структура российского экспорта грохотов и агрегатов сортировки в 2007-2011 гг., шт., тыс. \$, тыс. \$/шт.
- Таблица 25. Структура российского экспорта ДСУ (мобильных и стационарных) в 2007-2011 гг., шт., тыс. \$, тыс. \$/шт.
- Таблица 26. Объемы импорта дробильно-сортировочного оборудования в натуральном и денежном выражении в 2007-2011 гг., шт., млн \$, тыс. \$/шт.
- Таблица 27. Географическая структура российского импорта дробильно-сортировочного оборудования (мобильного и стационарного) в 2007-2011 гг., шт., тыс. \$, тыс. \$/шт.
- Таблица 28. Поставки дробильно-сортировочного оборудования крупнейших зарубежных производителей в 2007-2011 гг., шт.
- Таблица 29. Объемы российского импорта ДСО с разбивкой по областям РФ в 2007-2011 гг., единиц техники
- Таблица 30. Объемы российского импорта ДСО с разбивкой по областям РФ в 2011 гг., единиц техники
- Таблица 31. Объемы украинского экспорта дробильно-сортировочного оборудования в натуральном и денежном выражении в 2007-2011 гг.
- Таблица 32. Основные показатели украинского импорта дробильно-сортировочного оборудования в 2007-2011 гг., шт., млн \$, тыс. \$/шт.
- Таблица 33. Географическая структура украинского импорта дробильно-сортировочного оборудования (мобильного и стационарного) в 2007-2011 гг., шт., тыс. \$, тыс. \$/шт.
- Таблица 34. Поставки дробильно-сортировочного оборудования крупнейших зарубежных производителей на Украину в 2007-2011 гг., шт.
- Таблица 35. Прайс-лист на дробилки производства ОАО «Ухоловский завод «Строммашина» (с 01.02.2011 г.), тыс. руб. за штуку с НДС
- Таблица 36. Цены на некоторые модели импортного дробильно-сортировочного оборудования в 2011 г., тыс. \$/шт.
- Таблица 37. Баланс производства-потребления дробильного оборудования в России в 2007-2011 гг., шт.
- Таблица 38. Основные потребительские группы на рынке дробильно-сортировочного оборудования
- Таблица 39. Индексы производства потребляющих ДСО отраслей в России в 2007-2011 гг.
- Таблица 40. Список крупнейших ГОКов России
- Таблица 41. Прогноз добычи железорудного сырья и производства стали в России на период до 2020 г., млн т

Таблица 42. Крупнейшие горно-обогатительные предприятия РФ, введенные в эксплуатацию за последние 15 лет

Таблица 43. Крупнейшие угледобывающие предприятия России с разбивкой по экономическим районам

Таблица 44. Расчетная динамика добычи угля в России до 2030 г., млн т

Таблица 45. Изменение региональной структуры производства щебня и гравия в России в 2005-2011 гг., тыс. м<sup>3</sup>, %

Таблица 46. Список крупнейших производителей щебня в России

Таблица 47. Индексы производства потребляющих ДСО отраслей на Украине в 2007-2011 гг.

Таблица 48. Крупнейшие угледобывающие предприятия Украины

Таблица 49. Развитие шахтного фонда Украины на период до 2030 г.

Таблица 50. Производство руды, концентрата, агломерата и окатышей на Украине по предприятиям в 2010-2011 гг., тыс. т

## СПИСОК РИСУНКОВ

- Рисунок 1. Схема дробильно-сортировочного комплекса
- Рисунок 2. Способы механического разрушения материалов, реализуемые в дробилках и мельницах
- Рисунок 3. Принципиальная схема щековой дробилки
- Рисунок 4. Принципиальная схема конусной дробилки
- Рисунок 5. Принципиальная схема роторной дробилки
- Рисунок 6. Принципиальная схема центробежно-ударной дробилки
- Рисунок 7. Принципиальные схемы молотковых дробилок с горизонтальной и вертикальной осями вращения ротора
- Рисунок 8. Принципиальная схема валковой дробилки
- Рисунок 9. Динамика производства дробильного оборудования в России в 2005-2011 гг., тыс. штук, % к пред. году
- Рисунок 10. Помесячное производство дробилок и грохотов в России в 2010-2012 гг., тыс. штук
- Рисунок 11. Региональная структура производства дробилок в России в 2011 г., %
- Рисунок 12. Доли крупнейших предприятий-производителей дробилок в России в 2011 г., %
- Рисунок 13. Динамика объемов внешнеторговых операций с ДСО в России в 2007-2011 гг., шт., млн \$
- Рисунок 14. Товарная структура российского импорта ДСО в 2011 г. в сравнении с 2008 г., %
- Рисунок 15. Динамика российского импорта ДСО в натуральном и ценовом выражении в 2007-2011 гг., шт., тыс. \$/шт.
- Рисунок 16: Изменение географической структуры российского импорта ДСО в 2011 г. по сравнению с 2008 г., %
- Рисунок 17. Региональная структура потребления импортного ДСО в России в 2007-2011 гг., %
- Рисунок 18. Динамика объемов внешнеторговых операций с ДСО на Украине в 2007-2011 гг., шт., млн \$
- Рисунок 19. Динамика цен на дробилки и передвижные дробильно-сортировочные машины в 1998-2009 гг. (на конец года), тыс. руб./шт.
- Рисунок 20. Динамика средних месячных цен на сортировочное оборудование в РФ в 2010-2011 гг. и за 2 мес. 2012 г., тыс. руб./шт.
- Рисунок 21. Динамика средних месячных цен на дробильно-измельчительное оборудование в РФ в 2010-2011 гг. и за 2 мес. 2012 г., тыс. руб./шт.
- Рисунок 22. Динамика производства, экспорта, импорта и потребления дробильного оборудования в России в 2007-2011 гг., шт.
- Рисунок 23. Динамика потребления ДСО в России в 2007-2011 гг., шт., млн \$
- Рисунок 24. Изменение долей крупнейших поставщиков импортного ДСО в Россию в 2011 г. по сравнению с 2008-2009 гг., %



- Рисунок 25. Изменение долей крупнейших отечественных производителей в поставках ДСО на внутренний рынок в 2011 г. по сравнению с 2008-2009 гг., %
- Рисунок 26. Изменение долей крупнейших компаний-изготовителей ДСО в структуре российского рынка в 2011 г. по сравнению с 2008-2009 гг., %
- Рисунок 27. Динамика производства товарной железной руды в России в 1998-2011 гг., млн т
- Рисунок 28. Карта расположения основных производственных мощностей в черной металлургии РФ
- Рисунок 29. Динамика добычи нерудных строительных материалов в России в 2004-2011 гг., млн м<sup>3</sup>
- Рисунок 30. Динамика добычи угля в России по способам в 2005-2011 гг., млн т
- Рисунок 31. Динамика производства щебня и гравия в России в 2000-2011 гг., млн м<sup>3</sup>, %
- Рисунок 32. Региональная структура производства щебня и гравия в РФ в 2011 г., %
- Рисунок 33. Динамика потребления ДСО на Украине в 2007-2011 гг., шт., млн \$
- Рисунок 34. Изменение долей крупнейших компаний-изготовителей ДСО в структуре украинского рынка в 2011 г. по сравнению с 2008-2009 гг., %
- Рисунок 35. Динамика добычи угля на Украине в 2003-2011 гг., млн т
- Рисунок 36. Динамика производства железных руд и концентратов на Украине в 2003-2011 гг., млн т
- Рисунок 37. Динамика производства щебня и ввода жилья в эксплуатацию на Украине в 2003-2011 гг.
- Рисунок 38. Прогноз потребления ДСО в России на период до 2020 г., шт., млн \$
- Рисунок 39. Прогноз потребления ДСО на Украине на период до 2020 г., шт., млн \$

## **Аннотация**

Настоящий отчет посвящен исследованию текущего состояния рынка дробильно-сортировочного оборудования (ДСО) в России и на Украине и прогнозу его развития. Отчет состоит из 7 частей, содержит 224 страницы, в том числе 39 рисунков, 50 таблиц и 3 приложения. Представленная работа является кабинетным исследованием. В качестве источников информации использовались данные Росстата, Федеральной таможенной службы РФ, базы железнодорожных перевозок по РФ ОАО «РЖД», Госкомстата Украины, Государственной таможенной службы Украины, годовых и квартальных отчетов эмитентов ценных бумаг, отраслевой и региональной прессы, а также интернет-сайтов предприятий-производителей ДСО. Кроме того, были проведены интервью с представителями крупнейших предприятий-производителей дробильно-сортировочной техники в России и на Украине.

В первой главе отчета дано описание существующего дробильно-сортировочного оборудования, приведены основные типы дробилок, используемых предприятиями России и Украины.

Во второй главе отчета представлены данные о производстве ДСО в России, проанализированы его объемы и структура в 2007-2011 гг. Также в этой главе описано текущее состояние основных отечественных предприятий-производителей рассматриваемой техники. В третьей главе аналогичные данные представлены по производству ДСО на Украине.

Четвертая глава посвящена анализу внешнеторговых операций с дробильно-сортировочной техникой в России и на Украине в 2007-2011 гг. Определены крупнейшие поставщики и потребители импортного оборудования, приведены экспортно-импортные цены, а также дана краткая характеристика крупнейшим зарубежным компаниям, выпускающим такую технику, их контактная информация.

В пятой главе отчета представлены цены на технику отечественного и импортного производства на российском рынке.

Шестая глава посвящена анализу спроса на ДСО в России и на Украине. Приводятся данные об объемах и структуре внутреннего потребления, балансы производства-потребления рассматриваемого оборудования в этих странах. Кроме того, проведен ситуационный анализ и описаны перспективы развития основных потребляющих отраслей.

В заключительной шестой главе отчета дан прогноз развития рынков ДСО России и Украины на период до 2020 г.

В приложениях приведены технические характеристики ДСО некоторых отечественных и зарубежных производителей, а также адреса и контактная информация предприятий-производителей техники в России и на Украине.

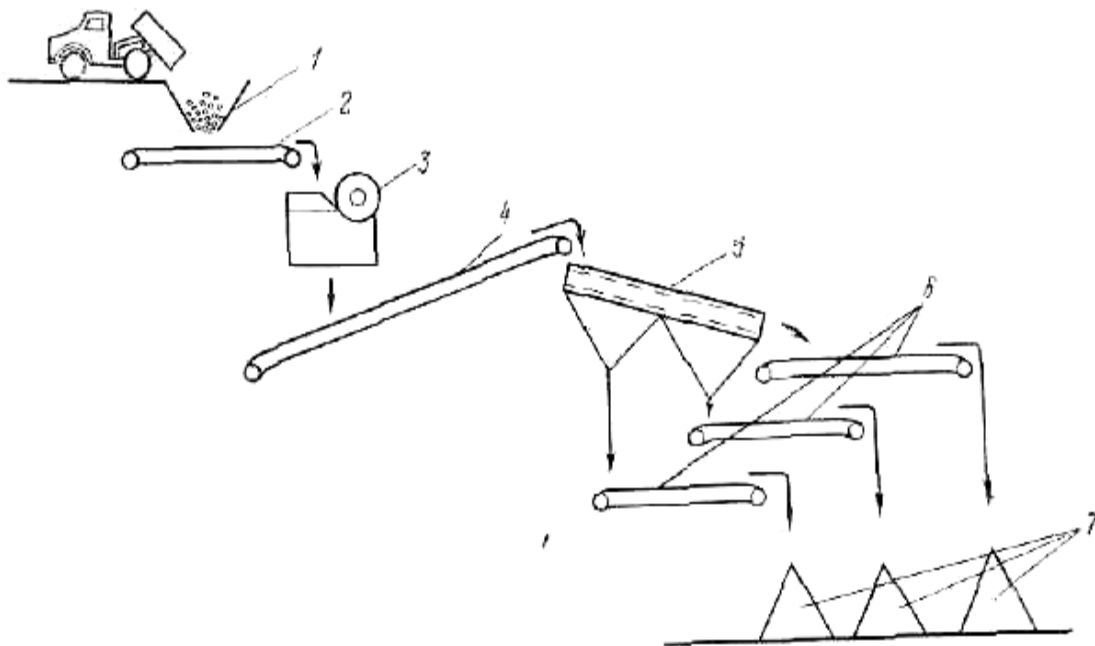
Настоящее исследование может быть полезно:

- российским и зарубежным компаниям-производителям ДСО;
- торговым представителям компаний-производителей;
- потребителям ДСО: ГОКи, асфальтные, щебеночные заводы и др.

## Введение

Дробильно-сортировочное оборудование (ДСО) предназначено для первичной переработки и подготовки добытой горной массы к промышленному использованию. Как правило ДСО используется в комплексе (ДСК). С целью дробления и сортировки исходный материал загружается в бункер 1 (рисунок 1).

**Рисунок 1. Схема дробильно-сортировочного комплекса**



*Источник: обзор специальной литературы*

В состав ДСК обычно включено основное (дробилки и грохоты) и вспомогательное (питатели, ленточные конвейеры) оборудование. Назначение оборудования:

- питатели (2) – для приема исходного материала и равномерной подачи на дальнейшую переработку);
- дробилки (3) крупного и среднего дробления – для измельчения материала;
- грохоты (5) – для сортировки материала по фракциям;
- ленточные конвейеры (4, 6) – для транспортировки материала от одного технологического поста к другому).

После отсева различные фракции материала направляются на дальнейшую переработку или на склады готовой продукции 7.

Для России и стран бывшего СССР в целом характерна добыча каменных материалов на крупных карьерах. Согласно нормативам, принятым в СССР, месторождение считалось пригодным к разработке при расчетном сроке существования предприятия не менее 30-40 лет.

Разработка столь больших запасов подразумевала строительство стационарных дробильно-сортировочных комплексов со всей сопутствующей инфраструктурой (производственные, административные и складские здания, жилой фонд и т.д.). Предприятия работали, как правило, круглогодично, с некоторым сокращением отгрузки и увеличением складских запасов в зимнее время.

Карьеры с малыми запасами полезного ископаемого практически не использовались. Исключение составляли территории, примыкающие к так называемым «ударным стройкам» и вдоль железнодорожных и автомобильных дорог.

Исходя из принятой технологии и выпускалось стационарное оборудование, за исключением двух моделей передвижных дробильно-сортировочных установок – ПДСУ-30 и ПДСУ-90 (производитель – «Дробмаш»).

После распада СССР произошло резкое снижение объемов промышленного и гражданского строительства. Переход к рыночной экономике сопровождался резким ростом тарифов на транспортировку грузов по железной дороге, стоимости топлива и электроэнергии.

Совокупность этих факторов привела к тому, что расположенные вдали от основных потребителей карьеры остановились, коллективы распались. Этот период продолжался примерно семь лет.

В конце 2000-х гг. в России наблюдался определенный дефицит каменных материалов для строительства (в частности, кубовидного щебня узких фракций) практически во всех регионах. Основными причинами дефицита были:

- износ основных фондов дробильно-сортировочных заводов;
- сокращение объемов добычи из-за закрытия целого ряда карьеров;
- сокращение производства продукции на существующих предприятиях из-за требований по кубовидности материала и др.

Единственным способом быстро увеличить объемы выпуска каменных материалов стало использование мобильных дробильно-сортировочных комплексов с автономным приводом, что позволило включить в процесс разработки небольшие карьеры, отвалы вскрышных пород и месторождения песчано-гравийных смесей, на которых строительство стационарных дробильных заводов ранее было нерентабельно.

Появление на рынке мобильного дробильного оборудования (МДСО) позволяло решить и одну из проблем по утилизации строительного мусора и железобетонных конструкций, которая возникла в больших городах. Возможность получения качественного, но более дешевого вторичного щебня привело к появлению на рынке нового бизнес-направления – рециклинг или ресайклинг материалов.

Вторым направлением (более длительным, но с лучшей средне- и долгосрочной перспективой) увеличения объемов выпуска и повышения качества нерудных строительных материалов является установка новых или реконструкция существующих стационарных дробильно-сортировочных комплексов.

Как мобильное, так и стационарное ДСО имеют свои особенности, достоинства и недостатки. При проектировании комплекса выбор технологии и конкретных моделей оборудования зависит от масштабов и организации производства, типа перерабатываемого материала, качества и назначения готового продукта.

## 1. Краткая характеристика дробильно-сортировочного оборудования

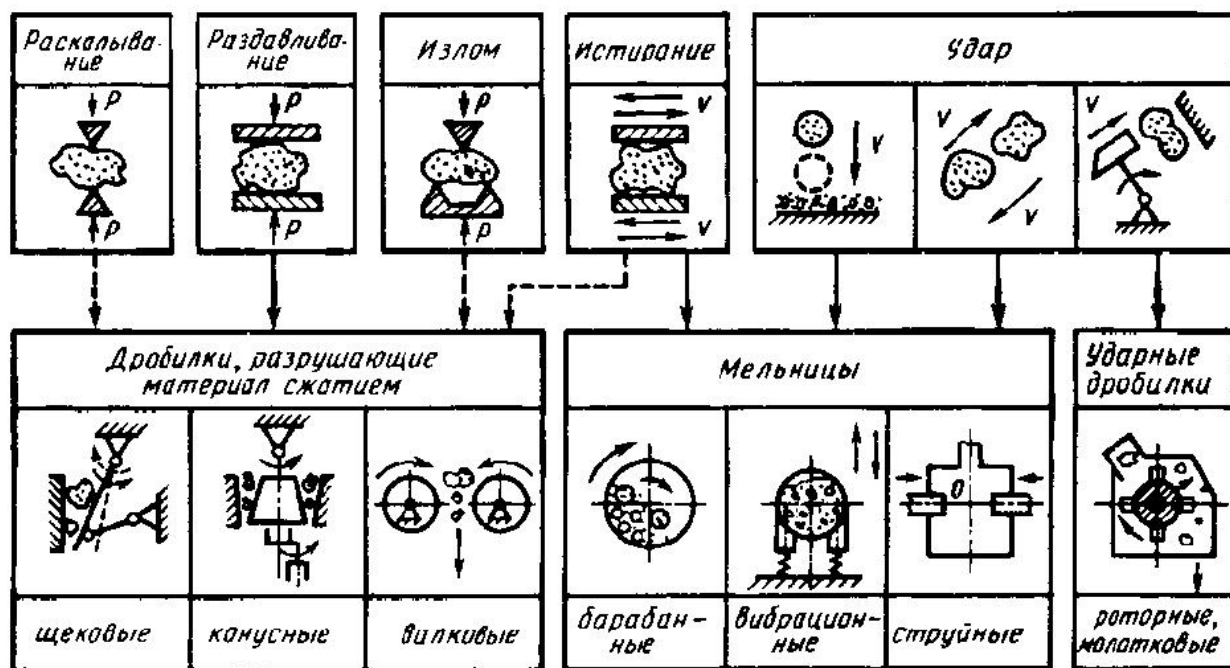
### 1.1. Дробильное оборудование

**Дробилки** – машины, предназначенные для превращения фрагментов карьерного камня в специальный продукт. Для дальнейшего измельчения материала используют мельницы.

В зависимости от назначения и принципа действия для достижения необходимого эффекта в машинах для измельчения могут использоваться различные виды нагрузок: раздавливание (сжатие куска), излом (изгиб), раскалывание (эквивалентно растяжению), истирание и удар (рисунок 2).

Соответственно, различают *щелевое, конусное, и роторное* дробление.

**Рисунок 2. Способы механического разрушения материалов, реализуемые в дробилках и мельницах**



Источник: обзор специальной литературы

В каждой измельчающей машине реализуются, как правило, все способы измельчения, перечисленные виды силовых нагрузок при этом действуют одновременно (например, раздавливание и истирание, удар и истирание). Однако при работе измельчителей в зависимости от их конструкций преобладает тот или иной способ измельчения.

Дробилки могут быть *мелкого, среднего и крупного* дробления.

При проектировании схем измельчения любых материалов необходимо соблюдать принцип «не измельчать ничего лишнего», поскольку переизмельчение приводит к излишнему расходу энергии, снижению производительности и росту износа дробилок и мельниц. Материалы

высокой и средней крепости дробятся, как правило, в две-три стадии, более мягкие – в одну.

Имеются практические рекомендации по использованию соответствующих видов нагрузок в зависимости от типа измельчаемого материала. Так, дробление прочных и хрупких материалов целесообразно осуществлять раздавливанием и изломом, а прочных и вязких – раздавливанием и истиранием.

Крупное дробление мягких и хрупких материалов предпочтительно выполнять раскалыванием, среднее и мелкое – ударом. В промышленности дробление материалов проводят, как правило, сухим способом. Реже применяют мокрое дробление, когда в загрузочные устройства машин разбрызгивают воду для уменьшения пылеобразования, либо дробление производится в жидкости с помощью движущихся в ней твердых частиц (бисера).

### ***1.1.1. Щековые дробилки***

На первой стадии крупного (первичного) дробления обычно применяют щековые дробилки (ЩКД). Это обусловлено двумя основными факторами: относительно большими размерами приемных отверстий и большими развиваемыми усилиями дробления, основанными на способе «раздавливания». Такие дробилки могут перерабатывать твердые породы с высокими показателями абразивности, такие как граниты, базальты, габбро, диабазы, мрамор, доломит и др.

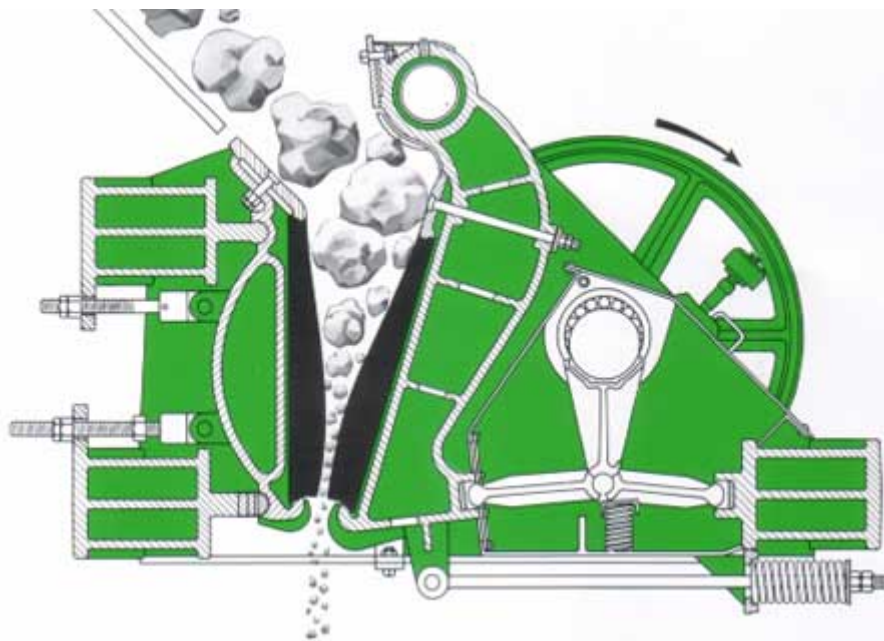
Принцип работы щековых дробилок заключается в следующем: в камеру дробления, имеющую форму клина и образованную двумя щеками, одна из которых подвижная, а другая – неподвижная, поступает порода, подлежащая дроблению (рисунок 3).

Подвижная щека, периодически приближаясь к неподвижной, сдавливает находящиеся в камере куски породы, которые по мере разрушения продвигаются вниз по камере под действием силы тяжести и выходят из камеры дробления, если их размер становится меньше размера выпускной щели дробильной камеры.

Щековые дробилки изготавливаются двух типов: с простым (по дугам окружностей) – ЩДП – и сложным (по замкнутым кривым) – ЩДС – движением подвижной щеки дробилки относительно оси ее подвеса. Дробилки со сложным движением щеки предназначены для дробления мягких руд.

Основными параметрами, характеризующими щековую дробилку, являются размеры приемного отверстия ( $B$  – ширина,  $L$  – длина отверстия). Наибольший размер максимального куска в питании дробилки должен быть на 15-20% меньше ширины приемного отверстия. Отношение  $L:B$  принимается равным 1,3:1,5. Выпускаются, однако, дробилки с большим отношением  $L:B$ .

### Рисунок 3. Принципиальная схема щековой дробилки



*Источник: обзор специальной литературы*

Для переработки материалов повышенной прочности (с пределом прочности на сжатие до 500 МПа) выпускаются модификации щековых дробилок с усиленной станиной.

Щековые дробилки характеризуются простотой конструкции, компактными размерами, эффективной работой и стабильностью характеристик.

В настоящее время на стационарных дробильно-сортировочных заводах первичное дробление горной массы производится щековыми дробилками типов СМД-111, СМД-118 или СМД-117.

СМД-111 (ЩДП-912) – щековая дробилка с простым качанием щеки, размеры приемного отверстия 900-1200 мм, исходя из этого наибольший размер куска исходного материала – 750 мм. Такие дробилки, в том числе СМД-117 и СМД-118, производит ОАО «Волгоцеммаш», ООО «Объединенные машиностроительные заводы» (ОМЗ). Это надежные машины со сроком службы 30 лет и более. Их устанавливают совместно с питателем типа 1с-15-90 (ширина полотна – 1500 мм).

СМД-118 (ЩДП-1215) также распространенная дробилка с размером приемного отверстия (ширина и длина) 1200-1500 мм; наибольший размер куска исходного материала – до 1000 мм. Дробилка устанавливается совместно с питателем типа 1с-18-120 (ширина полотна – 1800 мм).

СМД-117 (ЩДП-1521) – более мощная дробилка с соответствующим по крупности выходом куска дробимого материала, который может быть переработан конусными дробилками типа КСД-3000 или КСД-2200Гр2, поэтому используется только на особо крупных заводах.



Дробилки с простым качанием щеки (ЩДП) менее эффективны по сравнению с дробилками со сложным качанием щеки (ЩДС), но у них больше срок службы футеровок. Дробилки со сложным качанием щеки базовых и модифицированных моделей СМД и ДРО выпускает ЗАО «Автокомполит» (ранее «Дробмаш»), ЩДС – НПК «Механобр-Техника».

Традиционно на заводах горная масса из карьера сразу подается в отделение первичного дробления. Такая схема является самой простой. Однако более целесообразна схема, при которой перед щековой дробилкой происходит отбойка мелочи, отбор мелкой и средней фракций на вибропитателях. Карьерная мелочь подается сразу на стадию вторичного дробления.

Крупная фракция идет на переработку в щековой дробилке, а затем также поступает на стадию вторичного дробления. Таким образом, поток горной массы, проходящий стадию первичного дробления, заметно снижается, что позволяет использовать щековые дробилки более эффективно.

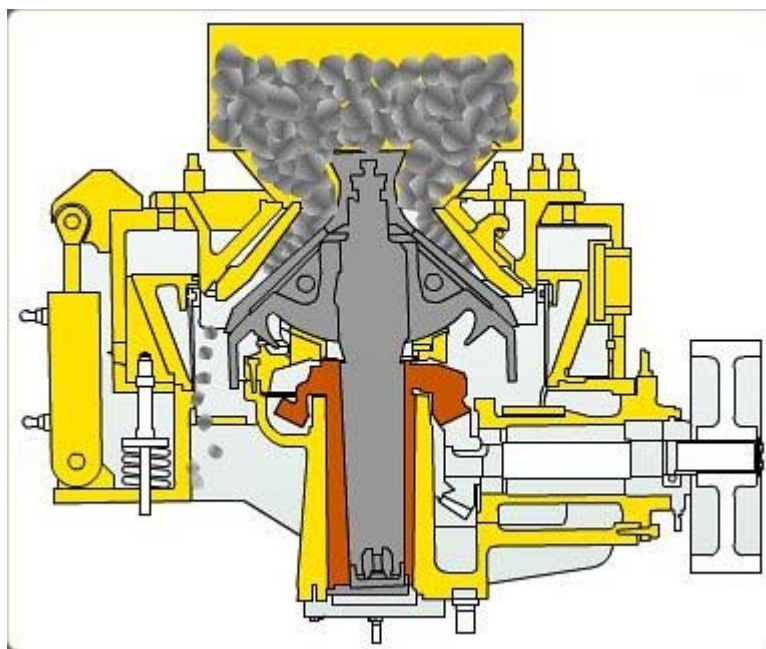
Подобные схемы практикуют иностранные производители дробильно-сортировочных комплексов, например, Metso-Minerals и Sandvik. Отбор малых и средних фракций перед первичным дроблением может производиться на вибропитателях.

### 1.1.2. Конусные дробилки

Конусная дробилка предназначена для дробления твёрдых материалов (руды чёрных и цветных металлов, неметаллические материалы, включая особотвёрдые, абразивные и труднодробимые, не обладающие повышенной вязкостью и содержанием глины) посредством раздавливания кусков внутри неподвижной конусообразной чаши конусом, совершающим круговое качание (гирационное движение).

Таким образом, в основу принципа работы конусных дробилок, как и щековых, положен способ «раздавливание». Разрушение происходит за счет попадания кусков породы в пространство между подвижной и неподвижной бронями, при этом образующие поверхности подвижного конуса поочередно приближаются к неподвижному конусу, а затем удаляются от него, т.е. подвижный конус как бы перекачивается по неподвижному через слой породы, в результате чего порода непрерывно дробится (рисунок 4).

**Рисунок 4. Принципиальная схема конусной дробилки**



*Источник: обзор специальной литературы*

Конусные дробилки классифицируют по технологическому признаку – **крупного дробления** (неподвижная конусообразная чаша установлена вершиной вниз, дробящий конус крутой, угол при вершине около 20°), **среднего** и **мелкого дробления** (неподвижная конусообразная чаша установлена вершиной вверх, дробящий конус пологий, угол при вершине около 100°).

В общем случае конусные дробилки имеют следующие характеристики:

- ширина приёмного отверстия – до 1500мм;
- ширина разгрузочной щели на открытой стороне – до 300 мм;

- размер максимального конуса (по 5%-му остатку на квадратной ячейке): питания – до 1200 мм, продукта – до 390мм;
- производительность – до 3420 м<sup>3</sup>/ч;
- мощность главного привода – до 800 кВт;
- напряжение подводимого тока 50Гц – до 6000 В;
- масса без комплектующих изделий и запасных частей – до 675 т.

Конусные дробилки крупного дробления выпускаются двух типов:

- дробилки типа ККД с одним или двумя приводами для первичного крупного дробления с загрузочными отверстиями 500, 900, 1200 и 1500 мм, предназначенные для приема кусков размером от 400 до 1300 мм. применяются обычно как головные машины горно-обогатительных комплексов;

- дробилки типа КРД (редукционные) для вторичного крупного дробления при четырехстадиальной схеме дробления с загрузочными отверстиями 500, 700 и 900 мм, предназначенные для приема кусков размером от 400 до 750 мм.

Конусные дробилки среднего (КСД) и мелкого (КМД) дробления предназначены соответственно для второй и третьей стадий дробления при трехстадиальной или для третьей и четвертой стадий дробления при четырехстадиальной схеме дробления руд с пределом прочности при сжатии до 3000 кгс/см<sup>2</sup>.

Размер конусных дробилок среднего и мелкого дробления характеризуется диаметром основания подвижного (дробящего) конуса. Дробилки КСД и КМД в соответствии с ГОСТ 6937-69 изготавливают в двух исполнениях: Гр – грубого дробления (исполнение Б по ГОСТ 6937-62, нормальный тип), Т – тонкого дробления (исполнение А по ГОСТ 6937-62, среднеконусный тип). Дробилки типа КСД-Гр применяются в трехстадиальных, а дробилки типа КСД-Т – в четырехстадиальных схемах дробления.

Различают дробилки КСД и КМД по профилю дробящей зоны и по размерам загрузочного отверстия и разгрузочной щели. В отличие от конусных дробилок крупного дробления, паспортное значение разгрузочной щели дробилок среднего и мелкого дробления определяется как минимальное расстояние между футеровками подвижного и неподвижного конусов. Подвижный конус совершает качания, угол отклонения которого от вертикальной оси дробилки колеблется в пределах 2-2,5°.

Дробилки КМД по сравнению с дробилками КСД имеют меньшую длину образующей подвижного конуса и значительно большую (в 1,5-2 раза) длину параллельной зоны, поэтому дробилки КМД обычно называют короткоконусными.

*Преимуществом конусных дробилок по сравнению с щековыми является более высокая производительность, связанная с непрерывностью процесса дробления и меньшая энергоемкость. Основной недостаток –*

*сложность и громоздкость ремонта. Лучшие всего такие дробилки работают на сухом материале, не содержащем мелочи. Поэтому во избежание забивания дробилки перед ней следует устанавливать грохот.*

Эксцентрикковые конусные дробилки по сравнению с любыми другими дробильно-измельчительными аппаратами занимают меньшие площади, проще в эксплуатации, имеют пониженный расход электроэнергии и высокий коэффициент движения (до 90%). Именно по этим причинам такие машины нашли наибольшее распространение в промышленности.

Конусные дробилки первичного дробления, снабженные эксцентрикковым приводом, принимают куски до 1,5 м и устанавливаются в корпусе первичного дробления обогатительных фабрик. Чаще всего они используются попарно, чтобы в случае ремонта одной из них не прекращать круглосуточную работу фабрики.

В России конусные дробилки крупного дробления (ККД) выпускает ОАО «Объединенные машиностроительные заводы» (ОМЗ).

После стадии крупного дробления обычно следуют еще 2-3 стадии: среднего и мелкого. Для вторичного (среднего) дробления на подавляющем большинстве отечественных дробильных заводов применяют в основном конусные дробилки КСД-1750Гр (Гр2) или КСД-2200Гр (Гр2). После вторичного дробления обычно происходит частичный отбор щебня крупных фракций 40-70 мм или 25-60 мм, являющихся готовым продуктом вполне удовлетворительного качества.

На третичном дроблении с использованием конусных дробилок КМД-1750 либо КМД-2200 получают щебень мелких фракций от 3 до 20 мм.

Конусные дробилки среднего и мелкого дробления есть в номенклатуре каждой зарубежной фирмы-производителя. Так, Metso Minerals предлагает дробилки серии НР (пришедшей на смену дробилкам типа Symons) и МР, а также гирационные дробилки серии GР. Кроме того, компания остается единственным производителем дробилок мокрого дробления серии Waterflush.

Фирма Sandvik Rock Processing предлагает на рынке дробилки Hydrocone серий S (среднего дробления) и H (мелкого дробления), производство которых перешло к ней от Svedala в 2001 г. Дробилка H3800; H4800; H6800; H8800 производительностью от 100 т/час до 550 т/час при разгрузочной щели 13 мм обеспечивает крупность материала 80% мельче 6–7 мм. Это оборудование успешно работает в Германии, Чили, Китае, России, Саудовской Аравии. Недавно Sandvik официально представил новый типоразмер – Hydrocone H7800.

Компания Telsmith продвигает дробилки Gyrasphere серий D и H, фирма ThyssenKrupp – дробилки серии Kubria.

Конусные дробилки PVT-Z2227; PVT-Z1211; PVT-Z0907 (при разгрузочной щели от 5 до 20 мм – производительность от 50 т/час до 580 т/час) производятся также Шеньянским заводом тяжелого машиностроения

(Китай). Эксклюзивным представителем завода в России является компания «Сибтехсервис» (г. Томск).

Отметим, что в настоящее время для решения проблемы производства качественного кубовидного щебня ООО «ОМЗ-дробильно-размольное оборудование» (ЗАО МК «Уралмаш») предлагает конусные дробилки КМД-1750Т7 и КМД-2200Т7, конструкция рабочих камер которых выполнена таким образом, чтобы обеспечивать дробление в стесненных условиях, т. е. когда куски породы дробят сами себя в момент сжатия. Такое дробление способствует разрушению лещадных зерен. Чтобы обеспечивалось такое дробление, камера должна быть заполнена материалом, т. е. дробилка постоянно работает «под завалом» или «в слое». Для контроля режима загрузки применяются датчики, а также желательна установка небольших бункеров-накопителей прямо над приемным отверстием дробилки.

Дробление «в слое» обеспечивается также в разработанных ОАО НПК «Механобр-Техника» конусных инерционных дробилках (КИД) и виброщечковых дробилках (ВЩД). Безэксцентриковые дробилки КИД (конусные дробилки инерционного действия с регулируемым дебалансным вибровозбудителем) применяются на последней стадии дробления и в настоящее время уже с успехом эксплуатируются многими щебзаводами Карелии, Воронежской, Оренбургской, Московской и др. областей.

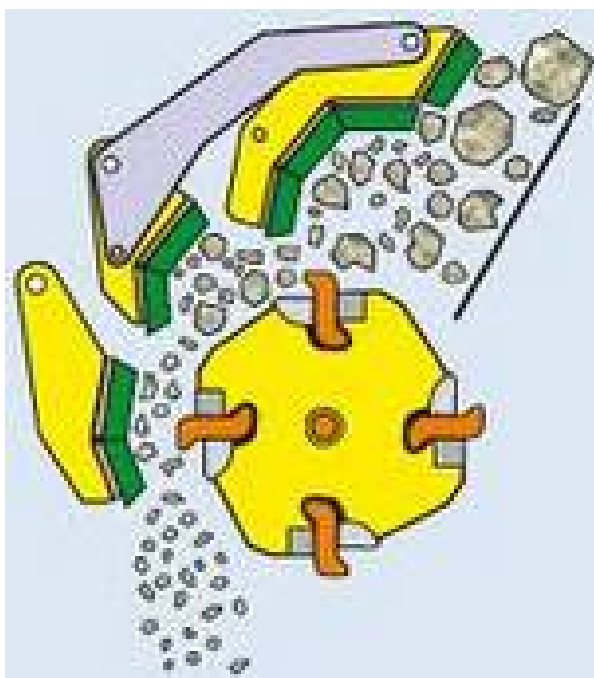
Принцип дробления «в слое» применяется в конусных дробилках ведущих мировых производителей уже не один год. Такие дробилки выпускают фирмы Sandvik Rock Processing (дробилки серии Hydrocone) и Metso Minerals (дробилки серий HP, MP и GP).

### 1.1.3. Роторные дробилки

Роторные дробилки – это установки, имеющие массивный ротор, на котором жестко закреплены сменные била из марганцовистой стали. В отличие от щековых и конусных дробилок, сжимающих кусок породы между двумя дробящими поверхностями, в роторных дробилках материал подвергается воздействию ударом.

Исходный материал загружается в дробилку сверху и под действием силы тяжести свободно падает на быстро вращающийся ротор. Под действием удара била порода разрушается и отбрасывается на футеровку, образующую камеру дробления. Ударяясь о футеровку, материал дополнительно измельчается и, отражаясь, снова падает на била ротора. Это повторяется многократно до тех пор, пока куски породы, достигнув определенной крупности, не выйдут через выходную щель на разгрузку (рисунок 5).

**Рисунок 5. Принципиальная схема роторной дробилки**



*Источник: обзор специальной литературы*

Роторные дробилки используются для измельчения малоабразивного каменного материала средней прочности. За счёт ударного разрушения материал получается кубовидной формы. Крупность готового продукта регулируется скоростью ротора, зазором между билами и отражательной плитой. В роторных дробилках может быть от трёх до четырёх таких настроенных регулировок, пройдя последнюю материал разгружается на отводящий от дробилки конвейер.

В общем случае роторные дробилки имеют следующие характеристики:

- размеры ротора: диаметр – до 2000 мм, длина – до 1600 мм;

- размеры приемного отверстия: продольный – до 1600 мм, поперечный – до 1400 мм;
- производительность – до 370 м<sup>3</sup>;
- максимальный размер куска загружаемого материала – до 1100 мм;
- окружная скорость бил ротора – до 35 м/с;
- мощность электродвигателя – до 340 кВт;
- габаритные размеры: длина – до 5600 мм, ширина – до 3600 мм, высота – 4400 мм;
- масса дробилки – до 68 т;

Отметим, что использовать роторные дробилки в качестве измельчающих нецелесообразно – слишком большой износ бил, поэтому чаще всего их применяют в качестве грануляторов – установок для улучшения формы зерен щебня. В связи с этим роторные дробилки используются на третьей-четвертой стадии дробления для получения кубовидного щебня узких фракций.

Так на фазе грануляции может быть использован агрегат ДРО-629 («Дробмаш») на базе роторной дробилки ударного действия. Новая дробилка ударного действия ДИМ разработана также ООО «Обуховская промышленная компания». Дробильно-измельчительная машина ДИМ-800К позволяет получать высококачественный кубовидный щебень (I группа ГОСТ 8267-93), перерабатывать нерудные материалы, строительные отходы и отходы металлургических комбинатов.

Институтом ОАО «НИИпроектасбест» также разработана конструкция и изготавливается типоразмерный ряд роторных дробилок, используемых в производстве строительных материалов, в том числе щебня. Дробилки обеспечивают производительность от 5 до 70 м<sup>3</sup>/ч с размером куска исходного материала от 40 до 400 мм.

Роторные дробилки при низкой энергоемкости процесса дробления (1,07 кВт·ч/м<sup>3</sup>) обеспечивают высокие потребительские свойства продукта. При этом удается достичь:

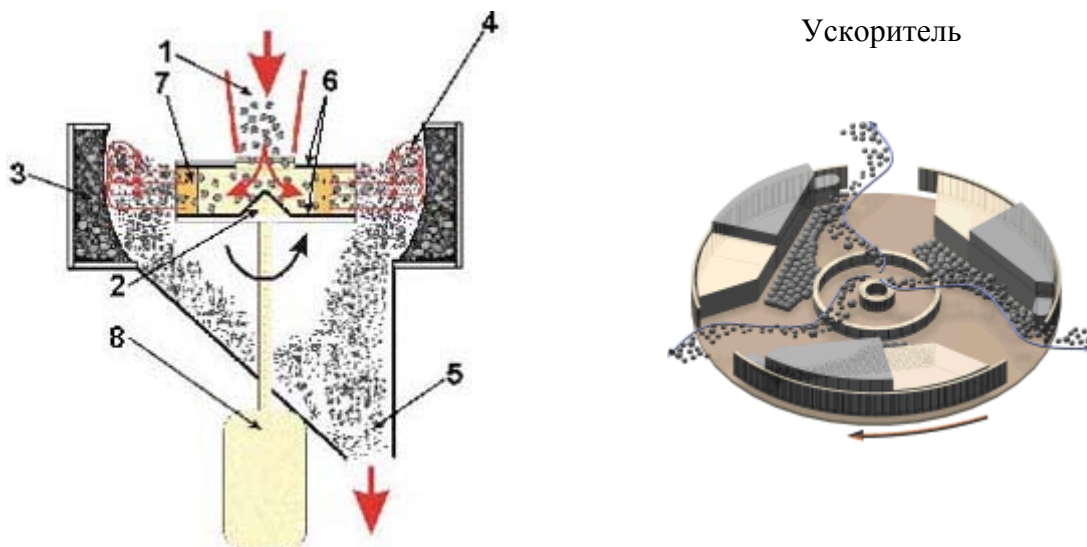
- снижения содержания зерен щебня пластинчатой и игловатой формы от 30-44% в исходном продукте до 10-16% в готовых фракциях;
- увеличения прочности получаемых фракций щебня на 10-15% за счет снижения микротрещиноватости кусков и селективности раскрытия.

После дробления выход отсевов (фракция 0-5 мм) не превышает 30%.

Отдельным типом роторных дробилок являются *центробежно-ударные* дробилки, отличающиеся вертикальным расположением ротора и использованием центробежного разгона материала и удара его кусков не о брони, а о самофутеровку.

Такие дробилки предназначены для мелкого дробления (принимающим материал исходной крупностью до 180 мм) рудных и нерудных материалов любой крепости и прочности, поступающих в загрузочное отверстие 1, и падающих оттуда в ускоритель 2 (рисунок 6).

## Рисунок 6. Принципиальная схема центробежно-ударной дробилки



Источник: обзор специальной литературы

Падение кусков материала на конус ускорителя переводит куски в горизонтальное движение. Ускоритель вращается двигателем 8 и создает центробежную силу, действующую на куски материала, которые пройдя по каналам ускорителя вылетают в камеру измельчения 3. Происходит соударение «камней» 4 и их разрушение. Дроблённый материал 5 под действием силы тяжести падает вниз и выгружается из дробилки. Для обеспечения достаточного ресурса ускорителя его каналы защищаются быстроизнашиваемыми элементами, которые можно заменять по мере износа: подкладные листы 6 (верхние и нижние), конус, лопатки 7. Лопатки вместе с внутренними стенками канала создают карманы футеровки в самом ускорителе, что также снижает износ и повышает ресурс.

Центробежно-ударная дробилка подходит для дробления невзрывоопасных твёрдых материалов высокой прочности, в том числе: гранитов, габбро, базальтов, металлосодержащего шлака. Также дробилки этого типа применяются для дробления стекла, кварцита, шлаков, клинкера, некоторых ферросплавов.

*Одним из самых существенных недостатков роторных центробежных дробилок является большое количество отсева, иногда до 45%. Применение таких дробилок для дробления вязко-упругих материалов вообще невозможно (есть выраженная пластическая деформация, но нет разрушения).*

Особенности работы:

- В отличие от других дробилок, в которых имеет место регулирование крупности дроблённого материала за счёт ширины разгрузочной щели, данный тип дробилок не имеет контроля за крупностью готового продукта, поэтому при организации работы требуется применение



внешнего классифицирующего оборудования (грохота) и обеспечения соответствующих материалопотоков. Надрешётный продукт с грохота (крупнее требуемого размера) должен возвращаться в дробилку на додробливание.

- Высокая частота вращения ускорителя, большие ударные нагрузки и дисбаланс ускорителя требуют применения дорогостоящей опорной конструкции на подшипниках качения и ограничения крупности питания (иностранные дробилки). Отечественные дробилки лишены этих ограничений из-за применения существенно более дешёвого и необслуживаемого воздушного подшипника (воздушный подвес).
- За счет использования самофутерующихся карманов в ускорителе и камере измельчения возможна работа на прочных и абразивных материалах с сохранением низкого удельного намола железа, но износ рабочих поверхностей и быстроизнашиваемых элементов ускорителя требует проведения плановых работ по замене ускорителя раз в неделю-месяц (остановка работы дробилки на 1-1,5 часа, далее восстановление ускорителя производится независимо от работы дробилки слесарем и сварщиком). Периодичность замены зависит от дробимого материала, крупности исходного и готового и производительности.

В общем случае центробежно-ударные дробилки имеют следующие характеристики:

- производительность – до 500 т/ч;
- линейная скорость ускорителя – от 60 м/с;
- диаметр ускорителя – от 700 мм;
- размер ускорителя – до 2,5 м;
- крупность кусков исходного материала – от 5 мм.

Применение на третьей-четвертой стадиях дробления роторных центробежных дробилок в настоящее время является одним из решений вопроса выпуска кубовидного щебня с низкой лещадностью (до 10%) на действующих заводах. Такие установки могут работать в режиме кубизатора, когда скорость вращения ротора дробилки снижена и разрушаются только зерна лещадной формы, а степень дробления сокращается до единицы. Кубизатор можно устанавливать на стадии доводки товарной фракции уже после третичного дробления.

Роторные центробежные дробилки серий Merlin фирмы Sandvik Rock Processing (Швеция), Barmac фирмы Metso Minerals (Финляндия), ODV и CBD компании Alta (Чехия), а также дробилки компаний ThyssenKrupp (Германия), TelSmith (США) уже не один год работают на российских дробильных заводах на третьей-четвертой стадиях дробления.

Отечественные центробежные дробилки представляют на рынке ЗАО «Урал-Омега» (дробилки ДЦ-1,6; ДЦ- 1,25) и Санкт-Петербургская машиностроительная компания ЗАО «Новые Технологии» (дробилки Титан Д-125, Д-160, Д-250).

Дробилки серий ДЦ (ЗАО «Урал-Омега») и Титан Д (ЗАО «Новые Технологии») оснащены самобалансирующимся опорным узлом вращающейся системы на воздушном подвесе. Образованная вентилятором высокого давления воздушная подушка под ротором и воздушный зазор играют роль газового подшипника, что позволяет создать самобалансирующуюся систему рабочего органа. Отсутствие подшипниковых узлов позволяет уйти от целого ряда проблем, связанных с высокой чувствительностью последних к дисбалансу. Дробилки этого типа не вызывают относительно сильных вибраций и не требуют массивного фундамента.

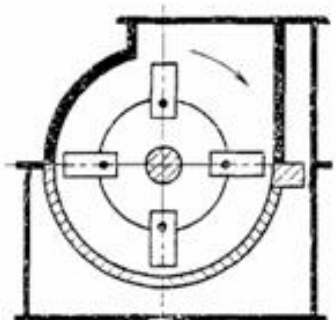
*Основные преимущества ударных дробилок – простота конструкции и низкая цена. К недостаткам (помимо повышенного выхода отсева и быстрого износа бил и др. изнашиваемых частей) можно отнести еще и то, что эти дробилки нередко выдают щебень, форма зерен которого приближается к окатанной, что существенно снижает его качественные характеристики.*

### 1.1.4. Прочие дробилки (молотковые, валковые)

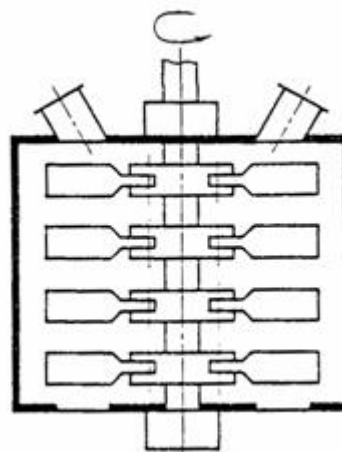
**Молотковая** дробилка представляет собой механизм, состоящий в основном из системы дробильных молотков, надетых на горизонтальные или вертикальные стержни, вращающиеся вокруг одной общей оси (рисунок 7).

**Рисунок 7. Принципиальные схемы молотковых дробилок с горизонтальной и вертикальной осями вращения ротора**

Молотковая дробилка с горизонтальной осью вращения ротора



Молотковая дробилка с вертикальной осью вращения ротора



Источник: обзор специальной литературы

Процесс дробления осуществляется по принципу удара о загружаемый материал молотками во время быстрого вращения вала. Молотковые дробилки бывают *однороторными* и *двухроторными*.

Также как и роторные, молотковые дробилки используют в основном для среднего и мелкого дробления малоабразивных материалов.

Размер готового продукта регулируется количеством и формой молотков, изменением частоты вращения ротора, на котором закреплены молотки, зазором между колосниками разгрузочной решетки, а также расстоянием между окружностью вращения молотков и окружностью колосниковой решетки. Количество возможных изменений в работе дробилки является преимуществом молотковых дробилок, так как позволяет подобрать режим максимально соответствующий поставленной задаче.

*Особенность эксплуатации молотковых дробилок в том, что они не могут работать на влажных материалах – при этом возможно «замазывание» колосниковых решеток. Поэтому влажность исходного материала не должна превышать 5-7%.*

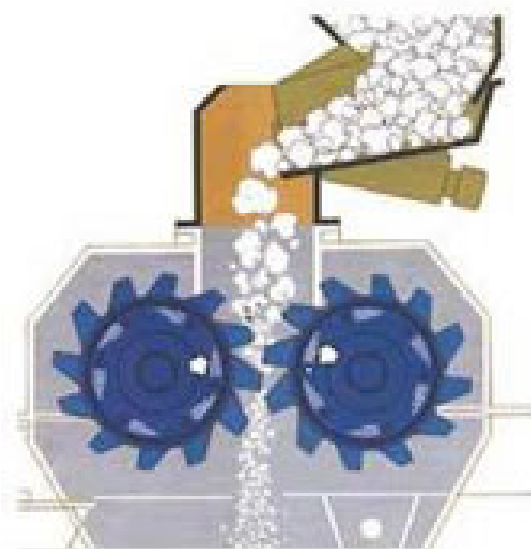
Работа на более влажных материалах возможна при демонтированных колосниковых решетках, однако крупность продукта дробления при этом повысится.

В общем случае молотковые дробилки имеют следующие характеристики:

- размеры ротора: диаметр – до 2000 мм, длина – до 3000 мм;
- размер наибольшего куска загружаемого материала – до 600 мм;
- ширина щели решётки – до 25 мм;
- производительность – до 1000 т/час;
- крупность дробленного материала – до 20 мм;
- мощность электродвигателя – до 1250 кВт;
- число оборотов – до 1000 об/мин;
- габаритные размеры: длина – до 4000 мм, ширина – до 5500 мм, высота – до 3100 мм;
- масса дробилки – от 80 кг.

**Валковая** дробилка является компрессионной дробилкой, оснащённой валками с закреплёнными на них зубчатыми сегментами, имеющими форму многогранника, жестко насаженными на вал (рисунок 8).

**Рисунок 8. Принципиальная схема валковой дробилки**



*Источник: обзор специальной литературы*

Рабочим органом в валковой дробилке являются два вала, вращающиеся навстречу друг другу. Расстояние между валками определяется максимальным размером выходящего продукта. Материал, подлежащий дроблению, вследствие трения затягивается между валками и при этом постепенно измельчается.

*Главные преимущества валковой дробилки в том, что она даёт хороший размер продукции и остается немного пыли.*

Валковая дробилка, также как и молотковая эффективно используется в минеральном дроблении, где руды не такие абразивные, а также хрупких материалов (стекла, керамической плитки и др.). Помимо этого, их применяют в мелкомасштабном производстве более абразивных металлических руд, таких как золото, а также в лабораторных целях.

Производительность валковых дробилок в зависимости от размеров валков, числа их оборотов и вида измельчаемого материала колеблется от 5 до 100 т/ч и более.

Основные характеристики:

- диаметр валков – до 1600 мм;
- длина валков – до 2000 мм;
- дробление горных пород с пределом прочности на сжатие – до 250 МПа;
- высота зубьев – от 30 мм.