A WIRTGEN GROUP COMPANY

KLEEMANN

СПРАВОЧНИК

МОБИЛЬНЫЕ УСТАНОВКИ ДЛЯ ПЕРЕРАБОТКИ ГОРНЫХ ПОРОД

издание 2017

1 Первичное и вторичное сырьё

Виды горных пород и их распространение 12

Круговорот горных пород 12

Твёрдые горные породы 16

- Магматические горные породы 16
- Осадочные горные породы 20
- Метаморфические горные породы 25

Рыхлые горные породы 28

- Песок 28
- Гравий 30

Строительные отходы 32

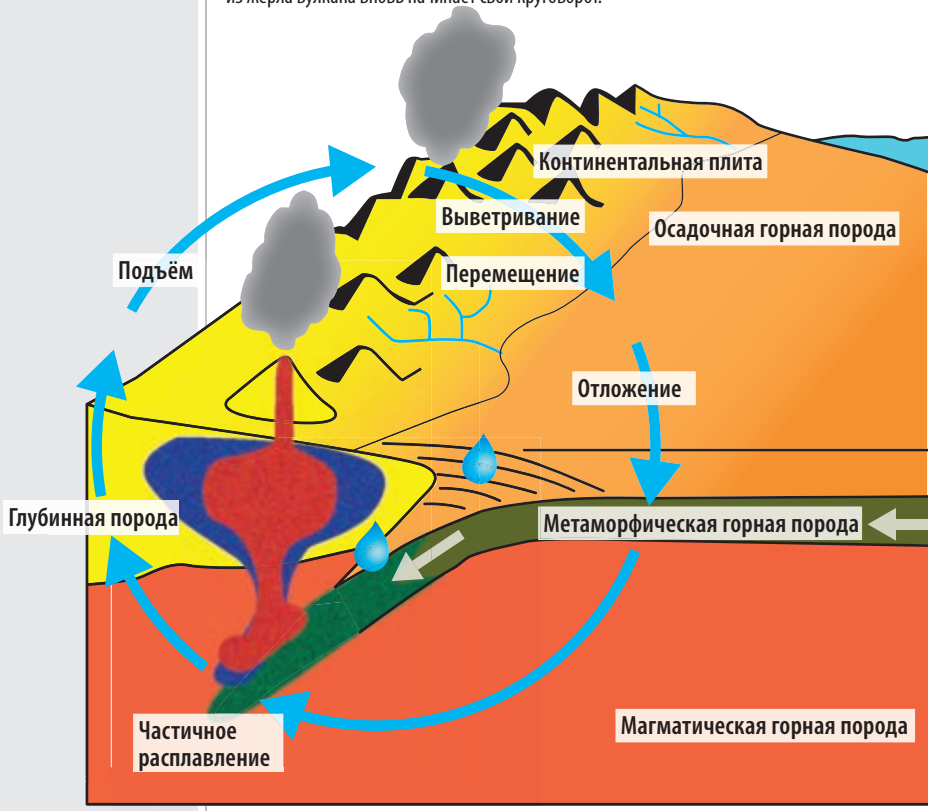
- Асфальтовый лом 32
- Асфальтовая крошка 34
- Бетонный лом 36
- Строительный лом, различный 37

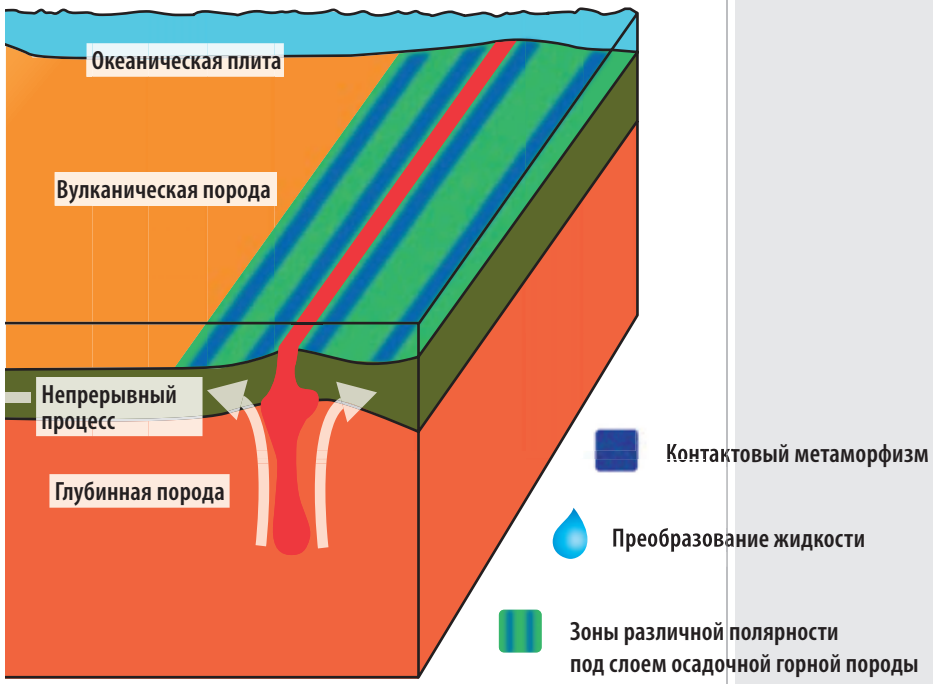
Физико-химические свойства и значения 38

Горная порода потухших вулканов выветривается и вследствие эрозии переносится к расположенной ниже плите, накапливается там и превращается в осадочную. В ходе дальнейшего перемещения плит в месте их столкновения осадочная порода превращается в метаморфическую горную породу под воздействием высоких температур и больших давлений, а затем вновь расплавляется в магму и с выходом из жерла вулкана вновь начинает свой круговорот.

Осадки образуются путём отложения материала разрушенных горных пород, остатков умершей флоры и фауны и в результате химического выпадения из минерализованных вод и растворов. Эти частично слоистые рыхлые отложения в ходе накопления перекрывающих осадочных толщ с ростом давления и температуры подвергаются уплотнению и частичной кристаллизации с цементацией порового пространства. Так возникают осадочные горные породы.

Осадочные горные породы





Магматические горные породы

Магматические горные породы (магматиты) возникают вследствие застывания огненно-жидкой магмы внутри Земли. Излившаяся на поверхность Земли магма очень быстро охлаждается и застывает. В этом случае говорят о эффузивных породах (вулканитах), которые имеют мелкокристаллическую структуру. Если магма застывает в больших глубинах, то говорят о глубинных горных породах (плутонитах), которые имеют средне- и крупнозернистую структуру, так как их охлаждение происходило постепенно.

Метаморфические горные породы

При дальнейшем погружении на большие глубины под действием геодинамических процессов осадочные и вулканогенные толщи в условиях значительного увеличения давления и температуры подвергаются сжатию, перекристаллизации с кардинальным преобразованием минерального состава, частичным плавлением легкоплавких частей, перераспределением химических веществ, и превращаются в метаморфические кристаллические породы высокой твердости. В ходе метаморфических процессов происходит преобразование структуры, физических свойств и облика исходной породы, но наследуются некоторые особенности текстуры и химического состава. Также внутри горной породы возможно новообразование минералов. Метаморфические горные породы получили своё название от греческих слов «мета» (изменять) и «морф» (форма).

Магматическая горная порода – габбро

Карьер для добычи габбро, Германия

Распространение

Распространён по всему миру > Известные, крупные месторождения в Карелии, ОАЭ, Южной Африке, Индии (штат Андхра-Прадеш) и Гренландии (месторождение «Скергард») > Наиболее часто встречающаяся горная порода океанической коры

Происхождение и структура

Магматическая глубинная порода (плутонит) > Вследствие кристаллизации при постепенном остывании на большой глубине от дневной поверхности внедрившихся массивов основной магмы с образованием крупнозернистой структуры > Цвет от тёмно-серого до чёрного, частично с зеленоватым и синеватым мерцанием > Состоит в основном из алюмосиликатов железа и магния > Его вулканическим эквивалентом является базальт

Применение

Без ограничений в качестве заполнителя при строительстве транспортных коммуникаций (дорог, железнодорожных путей и гидроканалов) > Бетон и асфальт > В качестве природного штучного камня внутри и вне помещений

Свойства и обрабатываемость

Дробимость: хор. – плох.

Твёрдость: мягк. – твёрд.

Износ: абразивн. – низкоабразивн.

Получение формы зерна: простое – сложное.

Выход песка: низк. – высок.

Энергопотребление: низк. – высок.

Добыча

Рекомендуемая установка

* получение кубовидного щебня на роторной дробилке с горизонтальным/вертикальным валом

Особенности

- Высокий удельный расход взрывчатого вещества
- В основном крупнокусковая порода с тенденцией к большому выходу крупных негабаритных кусков в навале
- Некоторые месторождения таят опасность возникновения силикоза вследствие продолжительного вдыхания пыли с высоким содержанием свободной двуокиси кремния

Магматическая горная порода – диабаз

Карьер для добычи диабаза, Германия

Распространение

Месторождения по всему миру, в т. ч. в Индии и Турции > Наряду с Германией также распространён в Южной Англии > Другие европейские месторождения в Чехии и Финляндии

Происхождение и структура

Магматическая горная порода > Вследствие кристаллизации при остывании на средних глубинах от дневной поверхности внедрившихся относительно небольших массивов и трещинных тел основной магмы с образованием мелко- и среднезернистой структуры > Цвет от тёмного зеленовато-серого до чёрного, частично зеленоватого

Применение

Использование без ограничений в качестве заполнителя при строительстве транспортных коммуникаций (дорог, железнодорожных путей и гидроканалов) > Бетон и асфальт > Дополнительно в качестве природного штучного камня внутри и вне помещений > Каменная мука из первичной горной породы для улучшения структуры почвы

Свойства и обрабатываемость

Дробимость: хор. – плох.

Твёрдость: мягк. – твёрд.

Износ: абразивн. – низкоабразивн.

Получение формы зерна: простое – сложное.

Выход песка: низк. – высок.

Энергопотребление: низк. – высок.

Добыча

Рекомендуемая установка

* получение кубовидного щебня на роторной дробилке с горизонтальным/вертикальным валом

Особенности

- Исключительная стойкость к атмосферным воздействиям
- В большинстве случаев - высокое сопротивление полировке дорожного покрытия (значение PSV) и тем самым оптимально подходит для верхних слоёв асфальтобетонного покрытия
- Частично: высокое энергопотребление при разрушении

2 Области применения передвижных дробильно-сортировочных установок

Переработка горных пород **44**

Зернистые фракции для производства асфальтобетона **45**

- Конструкция дорожных одежд 45
- Требования к зерновому составу фракции заполнителя 48
- Производство стандартных зернистых фракций асфальтобетона 50

Зерновые составы смесей для устройства оснований дорожных одежд **57**

- Конструктивные слои дорожных одежд 57
- Требования к зерновому составу фракции заполнителя 59
- Производство щебня стандартных фракций 61

Зерновые составы бетонных смесей **74**

- Классификация бетонов 74
- Требования к зерновому составу фракции заполнителя 78
- Производство стандартных фракций щебня для бетона 88

Зерновой состав щебня для балластного слоя железнодорожного пути **98**

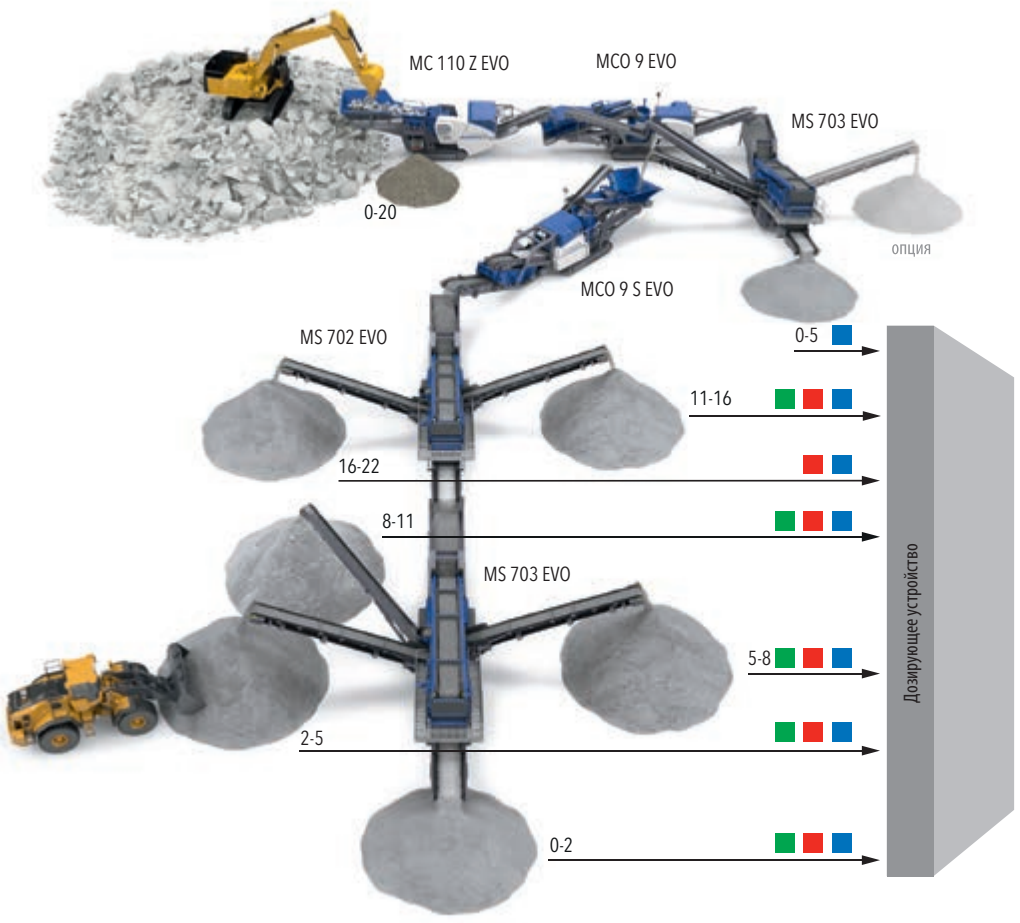
- Использование щебня для балластного слоя железнодорожного пути 98
- Спецификация фракций 99
- Производство стандартных фракций 100

Производство гидротехнического камня **105**

- Использование гидротехнического камня 105
- Требования к гидротехническому камню 105
- Производство стандартного гидротехнического камня 107

Производство стандартных зернистых фракций асфальтобетона

Для производства стандартных фракций в зависимости от конечного продукта подходят разные комбинации установок.



Технологическая линия для производства минеральной составляющей верхнего, связующего и несущего слоёв асфальтобетона

KLEEMANN

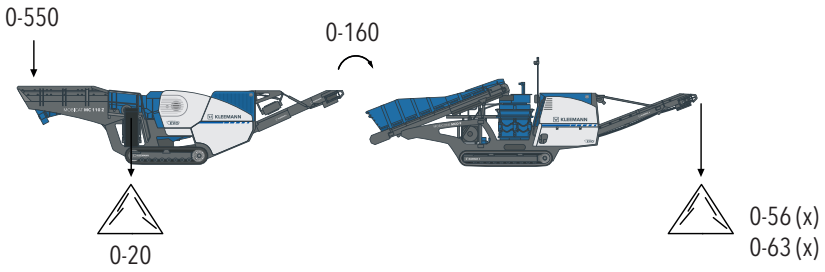
Верхний, связующий и несущий слои асфальтобетонного покрытия

Стандартные заполнители для асфальтобетона получают при многоступенчатом процессе дробления. Только в этом случае они имеют требуемый фракционный состав и форму зерна. В целях экономической выгоды, как правило, используются установки раздавливающего действия. Сложную задачу при производстве заполнителей для асфальтобетона представляет собой соблюдение требуемой формы зерна. Для обеспечения непрерывного и экономичного процесса необходимо тщательно согласовать потоки материала. Используемые на второй и третьей стадиях дробления конусные дробилки должны непрерывно загружаться дробимым материалом.

Для изготовления несущего слоя асфальтобетонного покрытия также можно использовать осадочные горные породы, например известняк, который дробится с помощью роторной дробилки.

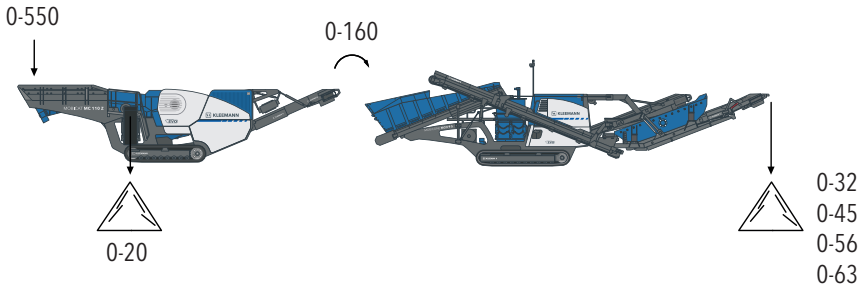
Принять к сведению
Смеси фракций, используемые в отдельных связанных битумом слоях асфальтобетона, подмешиваются с помощью дозирующего устройства.

Вариант 1



Щёковая дробилка 1-й стадии дробления	Конусная дробилка 2-й стадии дробления
Крупность материала питания 0–550 мм, добыча буровзрывным способом	Крупность материала питания 0–160 мм, после одной стадии предварительного дробления
Первичный грохот: оснащение для предварительного грохочения, см. с. 162, разд. «Наладка предварительного грохочения», в зависимости от > количества и размера посторонних включений > вида засоряющих примесей, например клейкие, вяжущие (глина) или приемлемые (древесина, уголь, гумус) > количества и качества песчаной составляющей > требуемой крупности питания для конусной дробилки В выбранном примере: ВЯ: решётка, средняя ширина щели 65 мм НЯ: проволочная сетка с размером ячейки в свету 25 мм	**Первичный грохот:** не требуется, если предусмотрено предварительное грохочение после щёковой дробилки 1-й стадии дробления. Для конусной дробилки допускается доля мелочи 0–5 мм после обработки в щёковой дробилке
Щёковая дробилка: наладку см. на с. 181, разд. «Наладка щёковой дробилки», в зависимости от > требуемого промежуточного продукта > требуемой производительности дробилки 2-й стадии дробления > требуемой крупности питания для конусной дробилки В выбранном примере: Форма зуба щеки дробилки: Regular Teeth Мин. ширина выходной щели: 90 мм (оптим. производительность)	**Конусная дробилка:** наладку см. на с. 188, разд. «Наладка конусной дробилки», в зависимости от > нужной гранулометрической кривой > непрерывности потока материала > оптимальной загрузки конусной дробилки В выбранном примере: Рабочие инструменты дробилки: Standard medium/coarse, 18 % Mn Мин. ширина выходной щели: в соответствии с нужной конечной крупностью

Вариант 2



Щёковая дробилка 1-й стадии дробления	Конусная дробилка 2-й стадии дробления
Крупность материала питания 0–550 мм, добыча буровзрывным способом	Крупность материала питания 0–160 мм, после первой стадии дробления
Первичный грохот: оснащение для предварительного грохочения, см. с. 162, разд. «Наладка предварительного грохочения», в зависимости от > количества и размера посторонних включений > вида засоряющих примесей: например клейкие, вяжущие (глина) или приемлемые (древесина, уголь, гумус) > количества и качества песчаной составляющей > требуемой крупности питания для конусной дробилки В выбранном примере: ВЯ: решётка, средняя ширина щели 65 мм НЯ: проволочная сетка с размером ячейки в свету 25 мм	**Первичный грохот:** не требуется, если предусмотрено предварительное грохочение после щёковой дробилки 1-й стадии дробления. Для конусной дробилки допускается доля мелочи 0–5 мм после обработки в щёковой дробилке
Щёковая дробилка: наладку см. на с. 181, разд. «Наладка щёковой дробилки», в зависимости от > требуемого промежуточного продукта > требуемой производительности дробилки 2-й стадии дробления > требуемой крупности питания для конусной дробилки В выбранном примере: Форма зуба щеки дробилки: Regular Teeth Мин. ширина выходной щели: 90 мм (оптим. производительность)	**Конусная дробилка:** наладку см. на с. 188, разд. «Наладка конусной дробилки», в зависимости от > нужной гранулометрической кривой > непрерывности потока материала > оптимальной загрузки конусной дробилки В выбранном примере: Рабочие инструменты дробилки: Standard medium/coarse, 18 % Mn Мин. ширина выходной щели: в зависимости от нужного конечного продукта Частота вращения дизельного двигателя: 1500 об/мин
	Сортировочный грохот: оснащение грохота в зависимости от > требуемого конечного продукта (смеси фракций) В выбранном примере: Сетка грохота с размером ячейки в свету 35, 50, 62, 70 мм

3 Экономичная эксплуатация передвижных установок

Оптимизация потока материала и повышение производительности **152**

Определение элементарных параметров **156**

Подготовка сырья **158**

Загрузка установки **161**

Наладка предварительного грохочения **162**

- Руководство по выбору сит первичного грохота 168
- Эмпирические формулы для выбора правильной решётки грохота 169
- Варианты потока материала в установках с перекидным клапаном 173
- Варианты потока материала в установках без перекидного клапана 177
- Вибролотки со встроенной решётчатой вставкой 180

Наладка дробилки **181**

- Наладка щёковой дробилки 181
- Наладка роторной дробилки 184
- Наладка конусной дробилки 188

Наладка контура надрешётного продукта **191**

- Пример роторной дробильной установки MOBIREX EVO 191
- Пример конусной дробильной установки MOBICONE EVO 196

Факторы, влияющие на процесс дробления, дробильно-сортировочную установку и конечный продукт **200**

- Инородные материалы 200
- Засоряющие примеси 207

Уменьшение износа / повышение эксплуатационной готовности **214**

Основы металловедения **215**

Следы износа на роторной дробилке **218**

- Била 218
- Следы износа на роторе 235
- Износ отражательных плит и отбойных пластин 236
- Изнашиваемые пластины в дробильной камере 238
- Следы износа на загрузочном бункере дробилки 240
- Следы износа на разгрузочной воронке дробилки 241
- Конфигурация роторов 242
- Выбор частоты вращения ротора 246
- Выбор значений ширины выходных щелей 248
- Макс. степень дробления 250

Следы износа на щёковой дробилке **252**

- Щёки дробилки 252
- Боковые клинья 257
- Зажимные клинья 258

Следы износа на конусной дробилке **259**

- Виды рабочих инструментов дробилки 259
- Правильный выбор рабочих инструментов дробилки с учётом применения 261
- Признаки износа рабочих инструментов дробилки 261

Износ грохотов **266**

- Первичные грохоты 266
- Сортировочные грохоты 270

Износ ленточных конвейеров **274**

Другие примеры ошибок применения и их влияние на картину износа узлов и деталей машины **277**

3 Экономичная эксплуатация передвижных установок

Производственная логистика **280**

Правильное размещение оборудования **281**

- Эксплуатация отдельных дробильно-сортировочных установок 286
- Эксплуатация установок, объединённых в одну линию 296

Расчет объёма отвала и переработанной массы **298**

- Конусообразные отвалы 298
- Дугообразные отвалы 302
- Переработанная масса 303

Выбор типоразмера строительных машин **304**

- Загрузка с помощью гидравлического экскаватора 306
- Разборка отвалов с помощью колёсного погрузчика 310
- Передвижная дробильная установка 314
- Пример переработки строительных отходов 318
- Пример переработки гранита 321

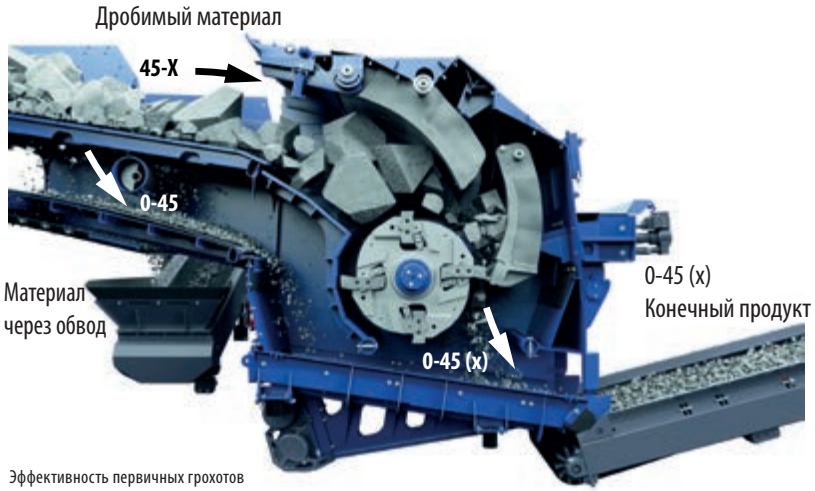
Буровзрывная подготовка **324**

Оснащение первичных грохотов

При оснащении первичного грохота следует предварительно рассчитать ожидаемый проход через сито. Нередко дробление сырья с очень большой долей мелочи приводит к чрезмерной нагрузке на первичные грохоты. Неоптимальная гранулометрическая кривая приводит к перегрузке нижнего яруса, и тем самым - к снижению качества грохочения. Постоянное отключение и включение первичного грохота сокращает срок службы привода.

Принять к сведению
Размер X зависит от установки; его можно измерить, например, при замене сетки нижнего яруса.

Проверить поток материала в нижнем ярусе первичного грохота можно путём приподнимания резинового уплотнения с тыльной стороны. При этом можно проверить, не бьётся ли материал о распорную трубу.



Эффективность первичных грохотов

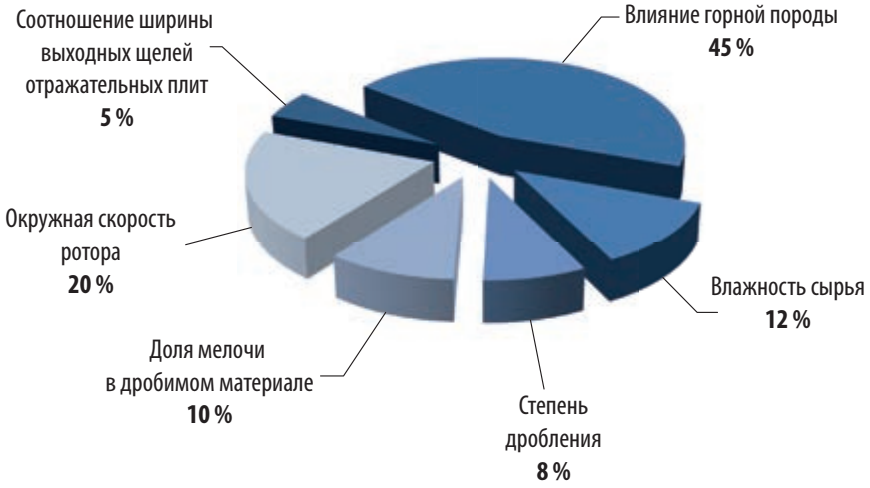
Предварительно просеянный материал крупностью 0–45 мм при соответствующем качестве можно полностью отводить в конечный продукт, что повышает производительность по конечному продукту.

В расчёты технологических параметров закладывается эффективность первичных грохотов и вибролотков со встроенной решёткой 75 %. По разделяемости и наличию доли надситовой и подситовой фракции они значительно уступают сортировочным грохотам. Часто загрязнённое или неоднородное сырьё вследствие своего гранулометрического состава ведёт себя на первичном грохоте по-разному. Как правило, по этой причине выбирают большие фактические значения MSW$_{вя}$, LW$_{вя}$ и MLW$_{ня}$, чем для сортировочного грохота (см. с. 162, разд. «Наладка предварительного грохочения»), поэтому подрешётный продукт нижнего яруса не отвечает требованиям стандарта. Он также называется просевным (или каменным) мусором крупностью от 0–25 до 0–40 мм. Используется этот каменный мусор, например, для отсыпки обочин дорог, при строительстве лесных дорог или незакреплённых площадок.

При обработке легко дробимого сырья с высоким содержанием доли мелочи установку часто настраивают на высокую производительность по выгрузке с повышенной для первичного грохота производительностью по загрузке. В какой мере такое сильное снижение отсева на первичном грохоте будет сказываться на качестве материала конечной крупности, следует проверять в каждом случае отдельно. Для решения проблемы можно использовать отдельную ступень предварительного грохочения перед дробильной установкой.

Если первичный грохот оснащён частотным преобразователем, то при загрузке липкого сырья можно уменьшить частоту вращения привода грохота и одновременно повысить амплитуду колебаний путём регулировки дебалансных грузов. При этом необходимо учесть предельные значения нагрузки как для приводных двигателей, так и для всей конструкции. Увеличение амплитуды колебаний путём изменения дебалансных грузов при сохранении или даже повышении рабочей частоты в большинстве случаев является недопустимым.

Факторы влияния на износ бил



Так как доля издержек, связанная с износом бил, составляет ок. 70 % и является наиболее значимой, этой теме следует уделить особое внимание. На диаграмме представлены факторы влияния на износ бил и их значимость. Наряду с особенностями обрабатываемых горных пород основными факторами влияния на износ бил являются, прежде всего, окружная скорость ротора, а также доля мелочи и влажность сырья.

Признаки износа бил

Появление износа на билах обусловлено многими причинами. Некоторых из них можно избежать путём надлежащего использования установки, т. е. правильной настройки параметров дробления и правильной регулировки потока материала. Другие, напротив, зависят от дробимого материала, и на них едва ли можно как-то влиять.

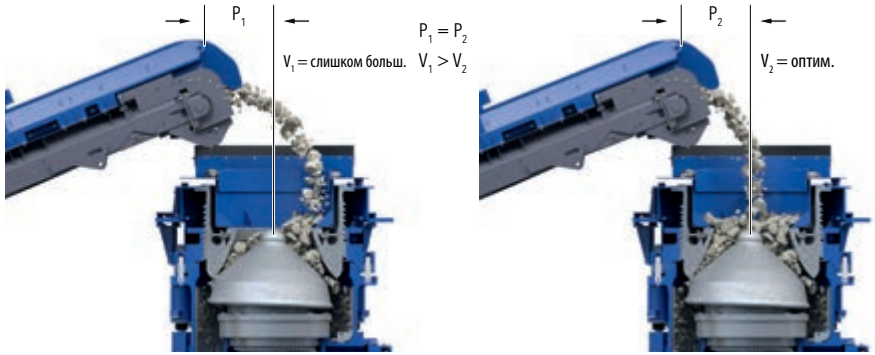
В нижеприведённой таблице представлены полезные указания относительно наиболее частых причин возникновения картин износа и советы по их устранению.

KLEEMANN

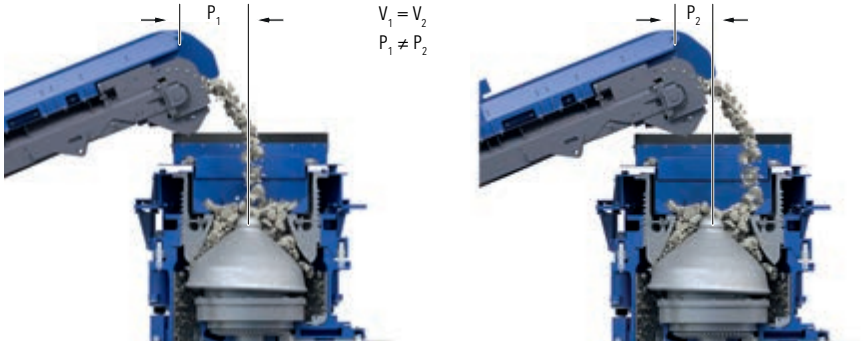
Картина износа	Причина	Способ устранения
	> Оптимальное, равномерное заполнение однородным сырьём, например, на второй стадии дробления	
	> Высокая доля мелочи в загружаемом сырье, которая смещается в сторону, например, гравий > Загрязнение полости дробилки: наличие боковых отложений на внутренних стенках дробилки увеличивает абразивный износ боковых сторон	> Регулярная очистка дробильной камеры > Контроль предварительного грохочения > См. также с. 229, разд. «Примеры из практики, боковой износ»
	> Крупный загружаемый материал с незначительной долей мелочи > Неоднородное заполнение дробильной камеры > Налипание отложения с боков первичного грохота, вследствие чего снижается эффективность дробления снаружи > Неудовлетворительное предварительное грохочение	> При необходимости корректировка потока материала и предварительного грохочения > См. также с. 230, разд. «Примеры из практики, износ по центру»
	> У бил с керамическими вставками - частичное отсутствие или излом керамической части, например, из-за недробимых компонентов в сырье или некачественного материала бил > Слишком большая крупность питания	> Избегать загрузки недробимого материала, в частности, при использовании бил с керамическими вставками > Использовать только оригинальные быстроизнашиваемые детали > Не допускать превышения максимальной крупности питания
	> Повышенный возврат надрешётного продукта > Односторонняя загрузка материала из-за наклонного положения установки > Вязкий материал/отложения	> Проверка положения и загрузки установки > Корректировка потока материала путём соответствующего предварительного грохочения

3

Нецентрированная загрузка конусной дробилки



Скорость загрузочного конвейера



Положение загрузочного конвейера

На загрузку влияют два параметра:

1. Скорость V загрузочного конвейера влияет на траекторию подачи материала.
2. Позиция P места сброса материала с конвейера влияет на точку падения материала на рабочий инструмент.

Принять к сведению
При загрузке конусной дробилки с варьируемой скоростью конвейера настройку следует выбирать таким образом, чтобы загрузка выполнялась по центру.

При центрированной загрузке конусной дробилки дробящий конус почти равномерно нагружается по всей выходной щели. Нецентрированная загрузка приводит к повышенному и неравномерному износу. См. также примеры из практики.

У конусных дробилок с возвратом надрешётного продукта надситовая фракция должна всегда подводиться перед дробилкой, то есть на загрузочный конвейер. В противном случае односторонний износ дробилки возникает на стороне загрузки надситовой фракции.

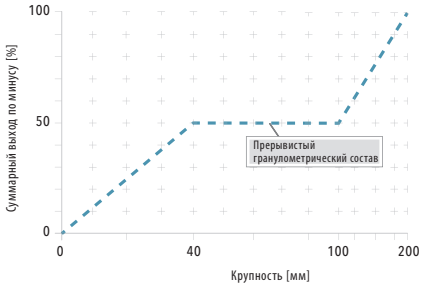
Советы по правильной регулировке загрузочного конвейера:

1. Произведите грубую настройку места сброса материала путём позиционирования загрузочного конвейера.
2. Отрегулируйте нужную ширину выходной щели, при необходимости выполните измерение на рабочем инструменте дробилки.
3. Проверьте качество конечного продукта, при необходимости скорректируйте мин. ширину выходной щели.
4. Проверьте оптимальное заполнение загрузочного бункера дробилки и при необходимости скорректируйте скорость загрузочного конвейера. В результате скорость конвейера будет постоянной при однородном сырье, т. е. система непрерывной подачи регулирует скорость работы конвейера в пределах небольшого диапазона.
5. Переместите загрузочный конвейер таким образом, чтобы траектория подачи материала в нормальном режиме работы выходила на центр дробящего конуса.

Загрузка материала с пропуском некоторых фракций

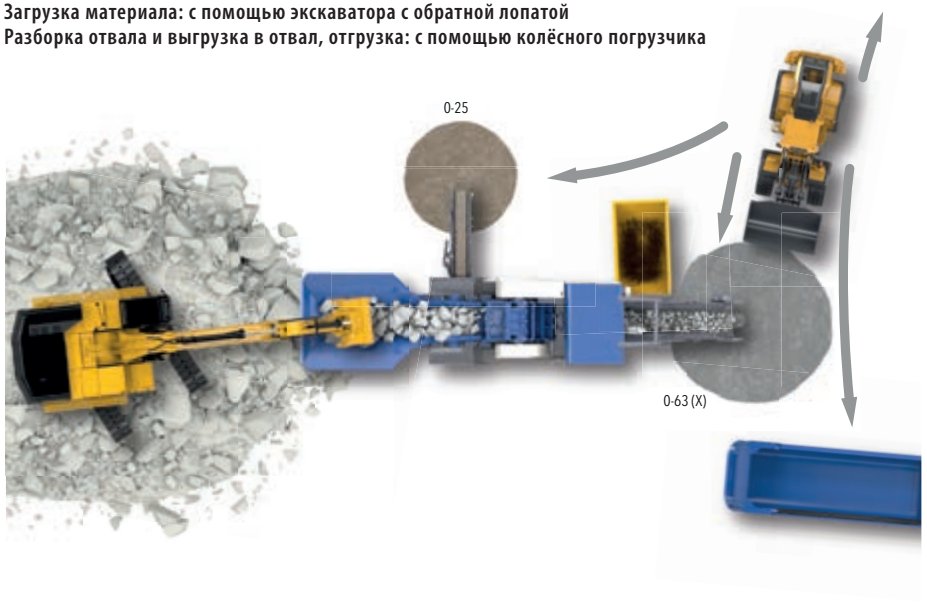
Загрузка материала с пропуском некоторых фракций в конусной дробилке приводит к частичной эрозии.

На показанном примере при крупности питания 0–200 полностью отсутствуют фракции 40–100.



Прерывистый гранулометрический состав

Вариант 1
Загрузка материала: с помощью экскаватора с обратной лопатой
Разборка отвала и выгрузка в отвал, отгрузка: с помощью колёсного погрузчика



Эксплуатация с экскаватором и колёсным погрузчиком

Области применения

- Оптимально подходит для переработки любых отходов и природных горных пород
- Экономически эффективная переработка в первую очередь неоднородного сырья, такого как строительный и бетонный лом
- Возможность достижения высокой суточной производительности

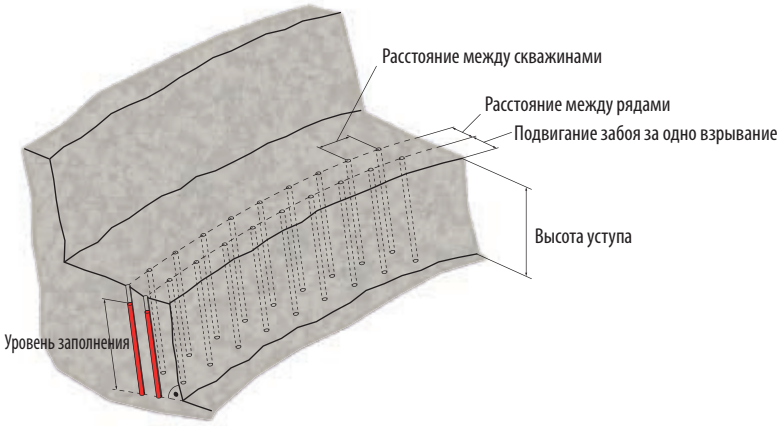
Преимущества	Недостатки
Оптимальный обзор сырья > Возможно предварительное удаление недробимого или слишком крупного материала > Возможно предварительное удаление инородных материалов, таких как пленка, изоляционный материал или древесина	Требуется колёсный погрузчик для разборки отвалов и экскаватор для загрузки установки > Дополнительные расходы на персонал > Дополнительные расходы на оборудование > Повышенный расход топлива > Требуется дополнительная транспортировка колёсного погрузчика к месту эксплуатации
Постоянное короткое расстояние от перерабатывающей установки > Потоки материала на установке находятся под постоянным контролем, например, возвратный конвейер надрешётного продукта, конвейер первичного грохота, конвейер выгрузки железа > Непрерывная подача материала благодаря коротким рабочим циклам	
Оптимальный обзор зоны загрузки материала > Улучшенное распределение сырья в питающем лотке > При правильном выборе экскаватора и размера ковша в питающем лотке всегда остаётся слой материала до следующей загрузки ковшом	

Буровзрывная подготовка

Подготовка к выемке массива скальных и полускальных горных пород заключается во взрывном разрушении при размещении взрывчатых веществ в наклонных или вертикальных скважинах. Параметры буровзрывных работ должны обеспечить максимальный размер куска породы в развале взорванной горной массы, соответствующий приемной способности дробилки первой стадии дробления. Для щековой дробилки этот размер рассчитывается с учетом 90% глубины дробильной камеры , в то время как для конусной дробилки первой стадии дробления определяющим является так называемый «размер , определенный с помощью шарика».

Куски породы, размер которых больше загрузочного отверстия дробилки, называются негабаритами. Качество буровзрывной подготовки определяется выходом негабарита и ровности подошвы уступа, которая обеспечивает эффективную работу выемочно-погрузочной техники при отработке развала горной массы.

Взрывные работы разрешаются производить только уполномоченному персоналу, имеющему соответствующую квалификацию с документальным подтверждением. Для работы методом скважинных зарядов требуется соответствующая квалификация рабочих (с отметкой в подтверждающих документах).



Буровзрывные работы

Разработка горных пород внутри карьера производится горизонтальными слоями, вследствие чего профиль карьера имеет ступенчатую форму. Отдельный слой, который разрабатывается самостоятельными средствами рыхления, выемки и перемещения, называется уступом. Его высота устанавливается с учетом безопасности работ и зависит от рабочих параметров выемочного оборудования и свойств массива.

Основные элементы уступа — площадки, откос, бровки. Площадкой уступа - горизонтальная поверхность, ограничивающая уступ по высоте; различают нижнюю и верхнюю площадки уступа.

Откосом уступа называется наклонная поверхность, ограничивающая уступ со стороны выработанного пространства между верхней и нижней площадками уступа.

Угол, образуемый откосом уступа с горизонтальной поверхностью, называется углом откоса уступа. Его величина зависит от свойств пород массива, высоты уступа и длительности его стояния.

Линия пересечения откоса уступа с его нижней или верхней площадкой называется нижней или верхней бровкой уступа.

Удельный расход взрывчатых веществ (ВВ) является основным показателем при определении общего количества ВВ, необходимого для рыхления (отбойки) заданного объема горной массы. Удельных расход ВВ – это количество взрывчатых веществ, которое требуется для разрушения одного кубического метра горной массы.

Метод скважинных зарядов является основным на карьерах.
На карьерах для подготовки горной массы в большом объеме применяют взрывание серии зарядов, которые во взрываемом массиве работают на разрушение во взаимодействии.

Вертикальные или наклонные скважины располагаются в один или несколько рядов параллельно верхней бровке уступа и размещаются друг от друга на расчетном расстоянии по прямоугольной сетке или в шахматном порядке. Расстояние от первого ряда скважин до верхней бровки уступа должно обеспечивать безопасность размещения бурового станка на уступе и безопасность рабочих по заряжанию скважин.

Расстояние между скважинами в ряду и между рядами в сетке выбирается таким образом, чтобы разрушения в массиве от каждой скважины перекрывали друг друга, не образуя “порогов” в основании уступа.

Принять к сведению
Расчёт диаметров, количества, расстояния и размещения шпуров, определения массы и удельного расхода ВВ см. в специальной литературе.

Глубина скважины определяется высотой уступа и глубиной перебура. Перебур необходим для проработки подошвы уступа, предотвращения образования заколов и основан на действии заряда в массиве, в результате которого образуется воронка взрыва с определенным углом раствора.

Объем горной массы, взрываемой одной скважиной, определяется расстоянием между ближайшими скважинами и расстоянием между рядами скважин, а также высотой уступа.

4 Качество конечного продукта

Отбор проб материала 330

Отбор и анализ проб материала 330

Расчёт производительности по дроблению 332

Расчёт скорости конвейера 333

Определение зернового состава 334

Построение и интерпретация кривой гранулометрического состава 336

Определение надситовой и подситовой фракций 337

Определение степени дробления 338

Интерпретация и анализ кривой гранулометрического состава 340

Проверка формы зерна 341

- Определение показателя гладкости согласно европейскому стандарту DIN EN 933–3 342
- Определение показателя формы зерна согласно европейскому стандарту DIN EN 933-4 343

Определение механических свойств горных пород 344

Определение дробимости CR 344

Определение абразивности ABR 346

Определение коэффициента ударного раздробления (категория SZ) 347

Определение коэффициента Лос-Анджелес 349

Определение удельного расхода энергии на дробление 351

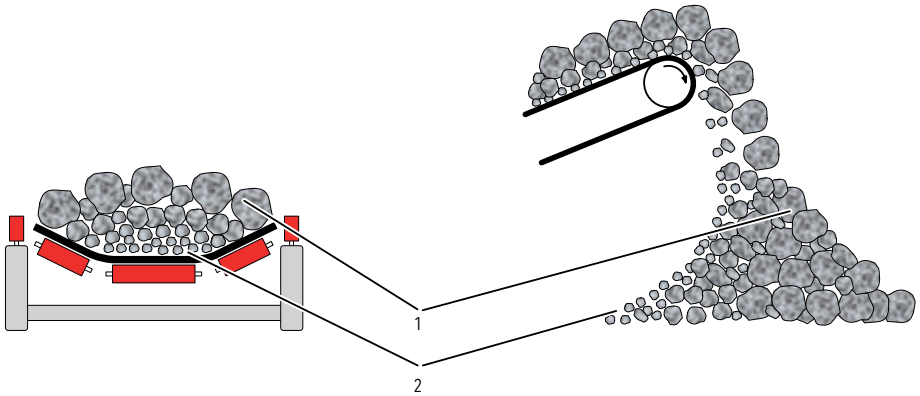
Определение индекса абразивности 353

Сравнение методов испытаний 354

- Сопоставление значения дробимости CR и коэффициента Лос-Анджелес LA 355
- Сопоставление абразивности ABR и индекса абразивности AI 355

Отбор и анализ проб материала

Отбор проб возможен на ленточных конвейерах, разгрузочных отвалах или из ковша колёсного погрузчика.



Гранулометрический состав на ленточном конвейере и отвале

1 Крупная фракция
2 Мелкая фракция

Смесь фракций имеет склонность к неоднородному разделению в бункерах и отвалах. Для получения достоверных данных относительно производительности по дроблению той или иной машины, а также по фракциям конечного продукта при отборе проб необходимо учитывать следующие моменты.

Если это возможно, пробы следует всегда отбирать с конвейера, который транспортирует материал в среднем объёме и средней крупности.

Отобранный с конвейера материал позволяет определить следующие значения:

- пропускная способность машины (т/ч)
- гранулометрический состав материала, находящегося на конвейере

При отборе проб необходимо соблюдать следующие правила:

- Выполнять отбор пробы следует лишь после того, как машина выйдет на стабильный режим производства, и возвращаемый надрешётный продукт станет чистым. Во время отбора пробы не должно быть сбоев
- Ленточный конвейер следует останавливать с помощью кнопки аварийного останова машины
- Если по договору не предусмотрен иной порядок отбора проб, то для контроля отбирают до четырёх проб
- Между двумя контролями выполняются корректировки настроек машины или оснащения, прежде чем начинается следующий контроль
- Каждый отбор пробы выполняется на участке конвейерной ленты длиной не менее 1 м. При этом масса пробы зависит от максимальной крупности обрабатываемого материала. В таблице представлено минимальное количество отбираемого материала (см. также DIN EN 932-1, «Способ отбора проб»)

Необходимые условия для отбора проб

Крупность макс.	Мин. масса пробы
2 мм	15 кг
6 мм	25 кг
10 мм	30 кг
20 мм	45 кг
63 мм	75 кг

Для эффективного отбора проб рекомендуется подготовить подходящее оборудование:

- совок или совковая лопата
- съёмная рама
- пластмассовый лоток для пробы
- щётка-метёлка и совок для каменной мелочи
- мешки из прочного материала для проб
- маркер для маркировки мешков и заполнения протоколов

Инструменты и оснастка для отбора проб

Масса молота составляет 14,8 кг. Наковальня имеет наружный диаметр 90 мм и весит 3,7 кг. Цилиндр имеет внутренний диаметр 90 мм и глубину 100 мм.

- Подготовьте 500 г материала крупностью 8–12,5 мм
- Загрузите пробу в цилиндр и установите его в испытательную установку
- Установите наковальню на цилиндр
- Дайте молоту нанести 10 ударов с высоты 400 мм
- Извлеките цилиндр, перемешайте находящийся в нём материал и снова поставьте цилиндр в контрольное устройство
- Дайте молоту нанести 10 ударов с высоты 400 мм
- Выгрузите пробу на сито с размером отверстий 8 мм и отсейте подситовую фракцию
- Взвесьте подситовую фракцию и рассчитайте по следующей формуле коэффициент ударного раздробления в %:

$$SZ\,[\%] = \frac{M_{-8\,мм}}{500} \times 100$$

Пример: 160 г/500 x 100 = 32 %

SZ % = коэффициент ударного раздробления в процентах
$M_{-8\,мм}$ = масса отсеянной подситовой фракции

- Выполните, по крайней мере, ещё одно испытание и рассчитайте среднее значение

Составление классификации по результатам испытаний

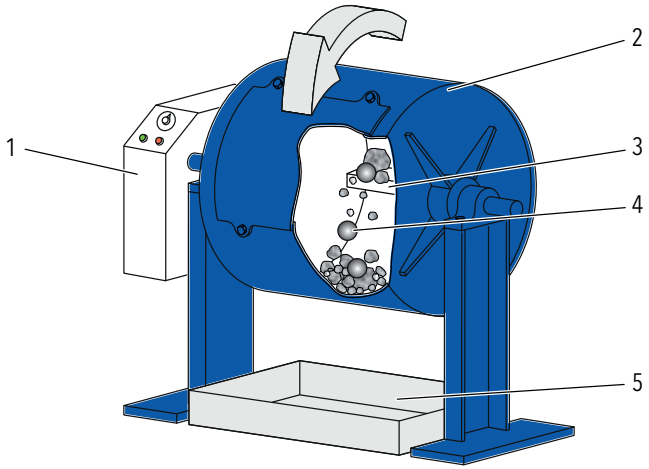
На основании результатов испытания можно дать следующую классификацию коэффициента ударного раздробления горной породы:

Коэффициент ударного раздробления	
Коэффициент ударного раздробления	Категория SZ, %
очень легк.	>40
легк.	35–40
средн.	30–35
тяжел.	25–30
очень тяжел.	<25

Определение коэффициента Лос-Анджелес

С помощью коэффициента Лос-Анджелес определяется сопротивляемость горной породы измельчению.

Порядок проведения испытания



1 Регулировка частоты вращения
2 Испытательный барабан
3 Захватная планка
4 Стальные шарики
5 Сборник

Установка для определения коэффициента Лос-Анджелес, принцип работы

Установка для определения коэффициента Лос-Анджелес

Шарики, тест LA

Процесс описывается на примере материала класса крупности 10–14. Взвешенная проба горной породы загружается в испытательный барабан вместе со стальными шариками. После этого барабан проворачивается 500 раз с частотой вращения 32 об/мин.

Благодаря захватной планке камни и стальные шарики приподнимаются при каждом обороте и отбрасываются на камни в испытательном барабане.

- Загрузите 5 кг горной породы крупностью 10–14 мм (из них 60–70 % < 12,5 мм) в испытательный барабан
- Добавьте 11 стальных шариков (Ø 48 мм)
- Запустите вращение барабана (500 оборотов с частотой вращения 32 об/мин)
- Загрузите пробу горной породы сначала в сборник, затем на сито с размером отверстий 1,6 мм и отсейте подситовую фракцию
- Взвесьте остаток на сите и рассчитайте коэффициент Лос-Анджелес по следующей формуле:

5 Дробильно-сортировочное оборудование

Обзор передвижных дробильно-сортировочных установок 358

Передвижные щёковые дробилки MOBICAT 362

Принцип работы 364
Область применения 366
Техническая информация 368
Технические характеристики 371

Передвижные роторные дробилки MOBIREX 378

Принцип работы 380
Область применения 382
Техническая информация 386
Технические характеристики 389

Передвижные конусные дробилки MOBICONE 396

Принцип работы 398
Область применения 400
Техническая информация 402
Технические характеристики 406

Передвижные сортировочные установки MOBISCREEN 412

Технические характеристики 414

AggFlowDM – технологическое ПО 426

Руководство по выбору подходящей установки 428

Область применения

Щёковые дробилки используются для грубого и предварительного измельчения хрупких горных пород средней и высокой твёрдости. Чаще всего они используются как дробилки первой стадии дробления.

В редких случаях щёковые дробилки подходят для производства стандартного конечного продукта. При обработке некоторых вторичных материалов с помощью небольших щёковых дробилок возможно производство щебёночного материала для несущих слоёв второстепенных дорог и путей. При этом на практике часто превышается допустимая степень дробления 4:1 с целью производства пригодного для продажи конечного продукта 0–56. Такое превышение в течение длительного времени возможно только для материалов с пределом прочности на сжатие < 100 МПа. При обработке материала большей твёрдости подобное использование приводит к повреждениям конструкции дробилки, подшипников, вала или щеки.

Типичные примеры неправильного использования и их последствия:

> Недозагрузка дробилки вследствие недостаточной подачи материала. Неправильное заполнение дробильной камеры приводит к ухудшению формы зерна и повышенному износу

> Превышение допустимой степени дробления, прежде всего, при обработке твёрдого дробимого материала, приводит к перегрузке и преждевременному выходу из строя качающегося рычага, подшипников и вала

Принять к сведению
Степени дробления дробилок различных типов см. с. 338, разд. «Определение степени дробления».

Области применения щёковых дробильных установок

Горные породы	Известняк	Песчаник Крупнозернистый песчаник	Серая вакка	Гравий	Гранит	Гнейс
Вторичные материалы	Бетонный лом	Армированный бетонный лом	Строительный лом			

Повреждённые зажимные клинья

> Неоднородная крупность загружаемого материала, например, при переработке отходов производства фасадных элементов, надгробных плит и рабочих столешниц, приводит к неравномерному износу щёк дробилки, повреждениям подшипников и валов

> Превышение максимально допустимой крупности питания

> Использование некачественных изнашиваемых деталей повышает износ других примыкающих к ним изнашиваемых деталей

> Большое количество недробимых компонентов в загружаемом материале (например, массивные стальные детали > мин. ширины выходной щели)

> Перегрузка дробилки вследствие некачественного предварительного грохочения

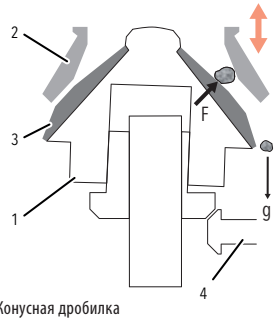
Признаки	Щёковая дробилка
Общепринятая стадия дробления	Первая
Абразивность сырья	Высок.–низк.
Влияние на форму зерна	Приводит к пластинчатой форме зерна
Доля мелочи в раздробленном материале	Низк.
Степень дробления при пределе прочности на сжатие	7:1 при <100 МПа 5:1 при < 150 МПа 3-4:1 при < 300 МПа

Мрамор	Кварцит	Диабаз	Габбро	Базальт	Железная руда	Уголь	Глина
				Асфальт	Доменные шлаки		Сталеплавильные шлаки

Принцип работы

Дробление конусной дробилкой

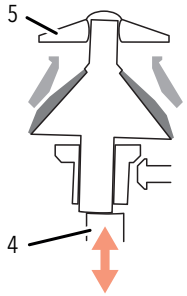
Дробление конусной дробилкой



Конусная дробилка

В дробилках этого типа масса материала разрушается раздавливанием в открывающейся и закрывающейся по периметру выходной щели между дробильной чашей и дробящим конусом. Открывание и закрывание происходит на противоположных сторонах камеры дробления.

У конусных дробилок KX вал запрессован в нижнюю раму. Опора **1** дробящего конуса устанавливается на эксцентриковый блок привода **4**. Вследствие вращения эксцентрикового блока привода открывается зазор по периметру между дробящим конусом **3** и дробильной чашей **2**. Крупность конечного продукта регулируется путём подъёма или опускания дробильной чаши.



Гирационная дробилка

В противоположность к описанным выше дробилкам с закрепленным валом, на котором вращается опора конуса, существуют гирационные дробилки с валом, который перемещается в вертикальном направлении гидроприводом. На таком валу монтаж дробящего конуса выполняется термоусадкой. Второй тип называют гирационными дробилками. Нижний конец вала установлен на подпятник **4**, который, в свою очередь, установлен на регулирующий поршень. Регулировка ширины выходной щели происходит путём подъёма и опускания регулирующего поршня и вместе с ним главного вала. Горизонтальные усилия дробления передаются из нижней части дробилки в верхнюю часть по валу, верхний конец которого закреплен в подшипнике, установленном в траверсе **5** ("Spider"). Так как Spider задерживает поток материала в дробильную камеру при небольших по габариту дробилках и большой крупности питания, гирационные дробилки делятся по исполнению на дробилки второй стадии дробления и дробилки третьей и четвёртой стадии дробления.

Вследствие конструктивных особенностей высота гирационной дробилки, как правило, значительно больше, чем у сопоставимой конусной дробилки. Гирационные дробилки второй стадии дробления имеют узкую опору конуса и часто оснащаются корпусом из трёх частей. Опора конуса гирационной дробилки третьей и четвёртой стадии дробления, напротив, такая же компактная, как у конусной дробилки.

Качество конечного продукта

Качество конечного продукта в большой степени зависит от места конусной дробилки в общем процессе обработки. При соблюдении допустимых типовых условий, таких как крупность материала питания, гранулометрический состав сырья и степень дробления, конусная дробилка производит зерновые фракции, отвечающие требованиям стандартов, если это допускают свойства горной породы.

Расходы

Эксплуатационные расходы конусной дробилки немного выше, чем у щёковой дробилки. Но при обработке твёрдой абразивной горной породы они значительно ниже, чем у роторной дробилки.