Россия, 193318,Санкт-Петербург
Ул.Ворошилова д.6
Тел./факс: +7(921) 882-39-51
E-mail:office@ntds.ru
Сайт:www.ntds.ru

Технологические аспекты применения центробежно-ударных дробилок

Авторы: Учитель С. А., Стець В. А. «Опыт применения центробежно-ударных дробилок». М., 1991 (Обзорная информация /Ин-т «Черметинформация». Сер. Обогащение руд. Вып. 1. 25 с.).

От редакции сайта:

Данная статья посвящена технологии применения центробежно-ударного оборудования в производстве строительных материалов (крупности исходного питания, зависимости крупности готового продукта от скорости удара и др).

Статья представляет собой продолжение темы о современном состоянии центробежно-ударного оборудования и центробежно-ударного способа измельчения. Дополнительные материалы читайте в статьях на нашем сайте:
1.Современные центробежно-ударные дробилки и их конструктивные особенности
2.Эксплуатация центробежно-ударных дробилок и проблема износа

При чтении данной статьи требуется учитывать, что она была написана в 1991 году. Поэтому в ней мало информации о российских производителях. В частности, не говорится ничего о центробежно-ударных дробилках и мельницах Титан, производства компании «Новые технологии», в которых переход с опорного подшипникового узла на воздушную опору позволил повысить скорость удара до 100 м\сек и крупность питания до 70мм.

Содержание:

1.Введение
2.Крупность питания центробежно-ударной дробилки
3.Скорость свободного удара
4.Влияние производительности на крупность готового продукта
5.Организация цикла с грохотом для обеспечения гарантированной крупности
6.Двойное питание – путь повышения допустимой исходной крупности
7.Производство строительного щебня - основная сфера применения
8.Следующий этап применения – рудоподготовка
-снижение крупности перед шаровыми мельницами (замена стержневых мельниц)
-селективное раскрытие полезных компонентов при свободном ударе
9.Переработка техногенного сырья (строительного мусора)
10.Переработка влажных и глинистых материалов
11.От дробилок к мельницам.
12.Удельное энегопотребеление
13.Выводы
14.Литература

1.Введение

В настоящее время разработаны теоретические основы работы центробежно-ударных дробилок, введены зависимости для определения конструктивных и технологических параметров их работы: производительности, мощности привода, скорости вылета

Россия, 193318,Санкт-Петербург
Ул.Ворошилова д.6
Тел./факс: +7(921) 882-39-51
E-mail:office@ntds.ru
Сайт:www.ntds.ru

материала, конструкции ускорителя. Комплекс выполненных теоретических разработок, подтвержденных экспериментально, позволил установить траекторию и скорость перемещения кусков руды внутри ускорителя и за его пределами, определить скорость и углы встречи с отбойными поверхностями, рассчитать габариты и оптимальные условия ударного разрушения кусков горных пород. Это позволило рационально спроектировать конфигурацию конструктивных элементов ускорителя и отбойных плит, выбрать частоту вращения ускорителя, что предопределило конструктивные решения дробилки. В свою очередь, точное соблюдение режимных параметров обеспечило селективность разрушения, намного превосходящую показатели типичных измельчителей.

2.Крупность питания центробежно-ударной дробилки

Рекомендуемая большинством изготовителей максимальная крупность питания центробежно-ударных дробилок не превышает 60-75 мм. Некоторые дробилки "камень о металл" крупных типоразмеров ("Торнадо", "Спокейн") могут принимать кусок размером до 150 мм, однако и для них требуется особое внимание при эксплуатации, если исходный материал крупнее 60-70 мм [5].
(Ред. - Большинство же потребителей оборудования по мере его эксплуатации переходят, не смотря на гарантии производителей) к исходной крупности не выше 50мм- для самофутирующихся роторов и 100мм -для открытых роторов. Дробилки Титан Д производства компании «Новые технологии» принимают кусок до 70мм при скоростях производства щебня – до 65 м\сек).

Начиная с 1983-1985 гг. некоторые изготовители активизировали исследования, направленные на расширение диапазона крупности питания. Наиболее удачной разработкой, в этом плане является "Дуопактор", допускающий при работе с двойным питанием значительное содержание крупных классов (до 100-120 мм). Это направление весьма перспективно и, вероятно, получит дальнейшее развитие.

Ряд исследователей считают, что применение дробилок центробежно-ударного типа для более крупного материала в стадии среднего дробления может быть весьма эффективным, так как при том же уровне скоростей кинетическая энергия ускоряемых ребром кусков возрастает пропорционально кубу их размеров. Однако в настоящее время в зарубежной практике центробежно-ударные дробилки применяются преимущественно на третьей и четвертой стадиях. Ограничивающим крупность питания фактором является недопустимо быстрый износ (*Ред. - кроме износа, второй причиной является повышение вибрации: выход из ускорителя большого куска на большой скорости вызывает вибрацию вала ротора, которая ограничивается производителем с помощью автоматики целью сохранения наиболее дорогостоящего узла дробилки – подшипникового*).

Основными факторами, определяющими гранулометрический состав продукта дробления дробилок "камень о металл", являются крупность исходного материала, его прочностные свойства и скорость удара. Для дробилок "камень о камень" состав продукта зависит также от производительности, а для дробилок "Дуопактор" - от каскадного отношения.

3.Скорость свободного удара

Скорость удара, обеспечиваемая дробилкой, характеризуется обычно величиной окружной скорости на кромке ротора:

Россия, 193318,Санкт-Петербург
Ул.Ворошилова д.6
Тел./факс: +7(921) 882-39-51
E-mail:office@ntds.ru
Сайт:www.ntds.ru

$$V = \omega R,$$

где ω – угловая скорость; R – радиус ротора.

Абсолютная скорость вылета кусков из ротора несколько выше и составляет в зависимости от конструкции ребра (1,1-1,3) ωR, что связано с наличием радиальной компоненты скорости вылета. Величина окружной скорости кромки ротора в серийных дробилках находится в пределах 40-85 м/с, в экспериментальных образцах достигались скорости свыше 100 м/с. Изменение скорости удара посредством регулирования частоты вращения ротора является основным средством воздействия на гранулометрический состав продукта.

(Ред. – Замена западного подшипникового опорного узла на воздушную опору в дробилках Титан Д и связанное с этим увеличение на порядок устойчивости вала к дисбалансам, позволило использовать ротора большего диаметра. Максимальный диаметр ротора в западной дробилке – 0.9м, в Титане Д – до 2,1м. Увеличение диаметра позволило, в свою очередь, менять скорость свободного удара, не вмешиваясь в работу привода, путем простой замены ускорителя - более дешевым способом по капитальным затратам).

На рис. 8 показаны характеристики крупности продуктов дробления криворожских магнетитовых кварцитов в дробилке "камень о металл" при различных скоростях вращения ротора. При повышении окружной скорости ротора с 30 до 70 м/с в этих опытах выход класса -10+0 мм возрос с 33 до 65 %.

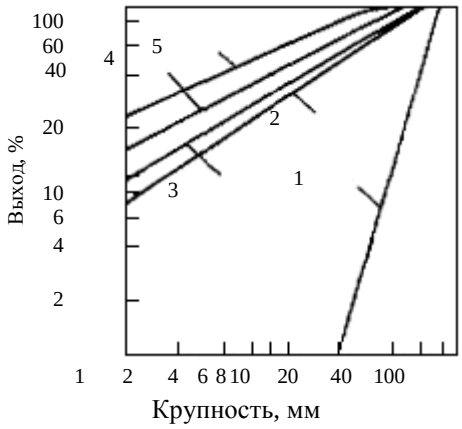

Рис.8. Гранулометрические характеристики продуктов дробления в дробилке "камень о металл":
1 – питание; 2-5 – продукт дробления при скорости удара 37, 46, 55 и 86 м/с соответственно

Повышение скорости вращения ротора в дробилках "камень о камень" также обеспечивает снижение крупности готового продукта. Однако в этих аппаратах максимумы приростов выхода смещены в сторону мелких классов.

(Ред. - то есть данные скорости рекомендованы для решения вопросов производства мелких фракций, используемых в верхних слоях дорожного полотна, для производства искусственного песка и для рудоподготовки).

На рис. 9 показаны характеристики продуктов дробления гравия в дробилке V-8 фирмы СБМ, Австрия.

Россия, 193318,Санкт-Петербург
Ул.Ворошилова д.6
Тел./факс: +7(921) 882-39-51
E-mail:office@ntds.ru
Сайт:www.ntds.ru

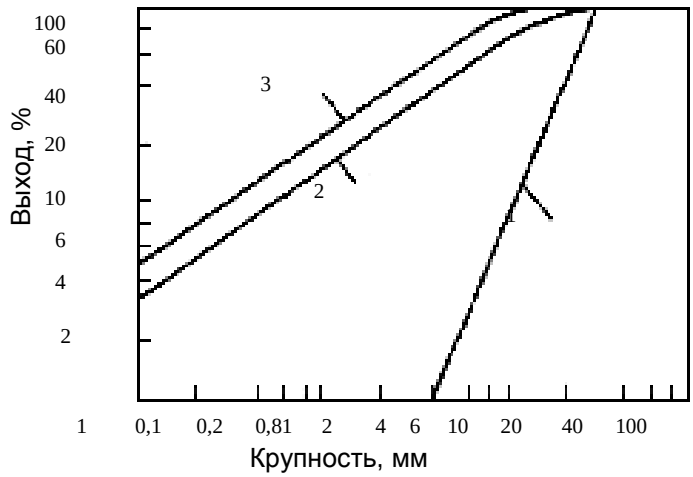

Рис.9. Гранулометрические характеристики продуктов дробления в дробилке "камень о камень":
1 – питание; 2,3 – продукт при скорости удара 61 и 69 м/с соответственно

Как видно из рис. 9, с повышением окружной скорости ротора на 13% доля конечного продукта -4+0 мм увеличилась с 37 до 54% [26]. Во всех случаях скорость вращения ротора выбирается на основе технических требований, предъявляемых к готовому продукту. При этом следует избегать работы на скоростях, превышающих максимально допустимые, так как это приводит к повышенному износу дробилки.

Иногда изготовитель намеренно сужает диапазон регулирования скорости или вообще исключает эту возможность, чтобы избежать произвольной эксплуатации и обеспечить гарантируемую надежность. Так, фирма "Бармак Эссошиэйтс", Новая Зеландия, поставляет дробилки "Бармак Ротопактор" с окружной скоростью ротора 55 м/с для производства качественного щебня и со скоростью 70 м/с – для строительного песка

(*Ред. - в дробилках Титан окружная скорость ротора ограничена 100 м\сек, что позволяет эффективно работать дробилке в режиме мельницы*).

Если же конструкция и обеспечивает возможность изменения скорости, то на практике после монтажа дробилки и выбора скорости, осуществляемого поставщиком, скорость не меняют, пока нет необходимости в изменении гранулометрического состава продукта [4].

4.Влияние производительности на крупность готового продукта

Если гранулометрический состав продукта дробилок "камень о металл" практически не зависит от производительности по питанию, то для дробилок "камень о камень" повышение производительности приводит к некоторому снижению крупности продукта, то есть к более эффективному измельчению.
На рис. 10 показаны характеристики продуктов дробления гравия, полученные в ходе тестовых испытаний дробилки "Бармак Ротопактор" производства фирмы "Бармак Эссошиэйтс", Новая Зеландия.

Россия, 193318,Санкт-Петербург
Ул.Ворошилова д.6
Тел./факс: +7(921) 882-39-51
E-mail:office@ntds.ru
Сайт:www.ntds.ru

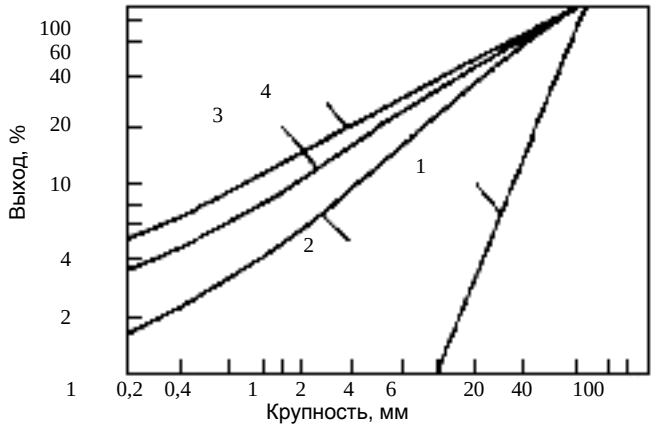

Рис. 10. Влияние производительности на гранулометрический состав продукта в дробилке "камень о камень":

1 – питание;

2-4 – продукт дробления при производительности 85, 120 и 135 т/ч соответственно

При повышении производительности по питанию с 85 до 135 т/ч прирост выхода класса -10+1 мм составил около 10%. Увеличение выхода мелких классов связано с ростом концентрации частиц материала в камере дробления, что приводит к увеличению числа эффективных взаимодействий между частицами. Поэтому дробилки "камень о камень" целесообразно эксплуатировать с максимальной загрузкой.

5.Организация цикла с грохотом для обеспечения гарантированной крупности

В отличие от других типов дробильного оборудования, центробежно-ударные дробилки не содержат калибрующего зазора, поэтому даже при высокой кратности дробления, особенно в дробилках камень о камень", продукт может содержать небольшое количество материала, крупность которого близка к исходной. В тех случаях, когда это недопустимо, установку дополняют грохотом, организовывая работу в замкнутом цикле. Основным фактором, ограничивающим производительность по питанию центробежно-ударных дробилок, является мощность привода. Геометрические ограничения практически отсутствуют, поэтому при соответствующем выборе мощности величина циркулирующей нагрузки может быть значительной.

На рис. 11 показаны характеристики продукта дробления дробилки "Бармак Ротопактор" фирмы "Крофт Имприсэ", Великобритания, при измельчении песчаника с целью получения песка крупностью -6+0 мм в замкнутом цикле [5].

Россия, 193318,Санкт-Петербург
Ул.Ворошилова д.6
Тел./факс: +7(921) 882-39-51
E-mail:office@ntds.ru
Сайт:www.ntds.ru

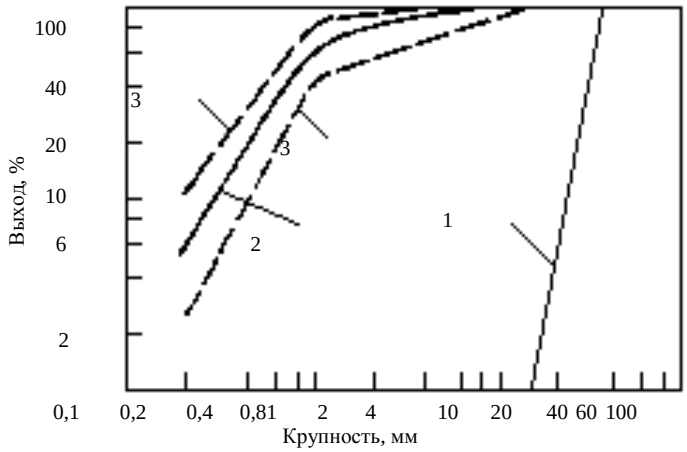

Рис. 11. Гранулометрические характеристики продуктов дробления при работе в замкнутом цикле: 1 – питание; 2 – продукт; 3 – границы технических требований

6.Двойное питание – путь повышения допустимой исходной крупности

Продукт дробления дробилок "Дуопактор" при работе с каскадным или двойным питанием, как правило, крупнее, чем при простом питании через ротор. Однако в двухпоточных режимах работы достигается многократная (до 3-4 раз) перегрузка дробилки по производительности, поэтому даже с учетом ухудшения характеристики продукта объем готовой продукции существенно возрастает. Это положение иллюстрируется графиками на рис. 12, где представлены результаты тестовых испытаний по дроблению гравия в дробилке "Дуопактор" VHF 9600 фирмы "Тидко инжиниринг", Новая Зеландия [7].

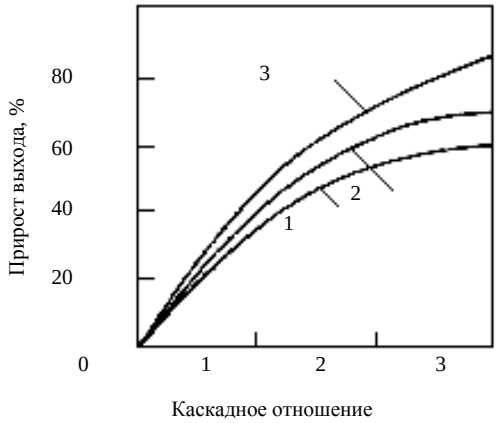

Рис. 12. Показатели дробления в дробилке "Дуопактор":
1-3 – прирост выхода класса минус 2,4; 4,8 и 9,5 мм соответственно

Двухпоточный режим работы характеризуется величиной каскадного отношения, представляющего собой отношения массы материала, подаваемого на периферию камеры дробления к массе материала, поступающего через ротор. Необходимо отметить, что поскольку тестовые испытания проводили при номинальной нагрузке на роторе, в данном случае каскадное отношение $Г_с$ определяет перегрузку дробилки по производительности $К_П$:

$$К_П = Г_с + 1.$$

Россия, 193318,Санкт-Петербург
Ул.Ворошилова д.6
Тел./факс: +7(921) 882-39-51
E-mail:office@ntds.ru
Сайт:www.ntds.ru

Как видно из рисунков, при двойной перегрузке дробилки ($Г_c$ = 1) прирост объема мелких классов составил до 40%, при тройной перегрузке прирост объема класса (-2,36+0) мм – до 55 %, класса (-9,5+0) мм – до 70%. Кривые приростов имеют тенденцию к насыщению. При окружной скорости 83 м/с насыщение достигается при четырехкратной перегрузке.

Энергопотребление и износ элементов дробилки при переходе от простого питания к двухпоточному не возрастают. Таким образом, дополнительный продукт получают без повышения затрат на дробление путем более эффективного использования потребляемой энергии.

Фронт грохочения и циркулирующие нагрузки могут возрастать в 2-3 раза, однако поскольку удельные затраты на грохочение, как правило, значительно ниже затрат на дробление, такое перераспределение объемов весьма эффективно.

(Ред.К сожалению, надо констатировать, что данное направление развития оборудования у западных производителей должного развития на сегодня – спустя десятилетие со дня выхода данной статьи - так и не получило. Ограничением стала не сама сложность обеспечения равномерной подачи крупного (70-110мм) материала в карманы самофутеровки камеры измельчения дробилки, а ограничение по крупности питания материала, подающегося в ротор и ограничения скорости ротора для высоких производительностей. Снижение крупности с заявляемых в начале разработок 70мм до 50мм существенно снизило способность малого куска разрушить большой. В результате неэффективного дробления возрастает цикл и применение такой схемы становится оправданным экономически только на относительно слабых материалах – известняках и доломитах. При этом возрастает выход мелкой фракции: кусок из ускорителя в любом случае разрушается быстрее, чем крупный, падающий в карман самофутеровки. Воздушный подвес в дробилке Титан Д, заменивший подшипниковый узел в западной дробилке, позволил на порядок повысить устойчивость оборудования к дисбалансам, связанным с крупностью. То есть позволил сохранить крупность питания, подаваемого в ротор, на уровне 70мм и продолжить тему двойного питания, изобретенную компанией «Бармак»).

7.Производство строительного щебня – основная сфера применения

Основной сферой применения центробежно-ударных дробилок до настоящего времени являлось производство щебня и строительного песка, что связано с кубообразностью зерен получаемых продуктов. Снижение доли лещадных частиц в продукте способствует экономному использованию вяжущих материалов (цемента и битума) при приготовления бетона и асфальтобетона соответственно. В ряде случаев центробежно-ударные дробилки "камень о камень" используют на последней стадии на низкоскоростных режимах, обеспечивавших улучшение формы частиц при малых значениях кратности дробления (*так называемый, режим «гранулятора» - Ред.*).

Широкое применение автогенной (*самоподдерживающейся постоянно добавляемым материалом – Ред.*) самофутеровки в дробилках "камень о камень" и "Дуопактор" способствовало вовлечению в переработку в центробежно-ударных дробилках более прочных и абразивных материалов, то есть выпуска на них более качественного щебня для дорожного полотна. Так, если еще в 1980-1983 гг. эти аппараты считались совершенно непригодными для переработки пород с более 15-20% SiO_2 [27], то в настоящее время в

Россия, 193318,Санкт-Петербург
Ул.Ворошилова д.6
Тел./факс: +7(921) 882-39-51
E-mail:office@ntds.ru
Сайт:www.ntds.ru

них дробят породы, содержащие до 28-30 % SiO_2 [7], а в некоторых случаях и более абразивные. В дробилках серии V фирмы СБМ, Австрия, перерабатывают гранит с полевым шпатом (содержится до 97 % SiO_2 [26]), материал, содержащий до 80-90 % SiO_2, перерабатывают на дробилке "Турбо-96" фирмы "Кемко", США [15].
(*Ред.* - в *дробилках Титан также можно перерабатывать 100% кварциты, габродиабазы, базальты и даже руды с прочностью до 30 по Протодьяконову*).

8.Следующий этап применения – рудоподготовка

В конце 80-х годов центробежно-ударные дробилки начали применять в схемах рудоподготовки. На железорудном предприятии в Чили дробилка "Ротопактор" с установленной мощностью привода 185 кВт обеспечивает производительность 100 т/ч при выходе 90% класса -6+0 мм и не более 10% класса –0,15+0 мм [28]. При обогащении тонковкрапленных руд такое снижение крупности продукта последней стадии дробления позволит повысить производительность головных мельниц и в результате этого уменьшить фронт измельчения. Это экономически целесообразно, так как затраты на дробление значительно ниже затрат на измельчение.

Если прочностные свойства разделяемых при обогащении компонентов контрастны, то в центробежно-ударных дробилках можно реализовать **избирательное (селективное) дробление**. При соответствующем выборе скоростного режима дробилки обеспечивается преимущественное разрушение материала меньшей прочности, в то время как более прочный материал почти не дробится. Конечные продукты выделяют путем грохочения или классификации.

В Великобритании на предприятии по производству щебня из залежей агломератов, в которых сметаны разносортные компоненты, путем избирательного дробления в дробилке "Ротопактор" получают особо прочный щебень, пригодный для изготовления высокопрочного бетона специального назначения. Из низкосортного материала при этом получают строительный песок [5].

На предприятии по обогащению хромитов в Южной Африке полезный компонент имеет меньшую прочность, чем вмещающие породы. Здесь внедрение простой схемы, включающей избирательное дробление в дробилке "Ротопактор" и грохочение, позволило повысить извлечение по сравнению с прежней схемой, включающей дробление, измельчение и флотацию.
Этот же процесс начали активно применять для извлечения металла из металлургических шлаков. При работе в замкнутом цикле с грохотом в дробилках "Дуопактор" получают практически незагрязненный шлаком металл, пригодный для дальнейшего использования [7].

(Ред. – значительную подборку отчетов о проведенной научно – исследовательской работе по измельчению различных руд, шлаков и т.п. - см. на нашем сайте в интернете в разделе «Отчеты НИР»).

9.Переработка техногенного сырья (строительного мусора)

При разработке отвалов, переработке строительных отходов применяют **передвижные установки** типа "Каника", "Спокейн", "Кэрри Сел", "Центри" и другие, обеспечивающие

Россия, 193318,Санкт-Петербург
Ул.Ворошилова д.6
Тел./факс: +7(921) 882-39-51
E-mail:office@ntds.ru
Сайт:www.ntds.ru

высокую производительность. При дроблении некондиционного бетона и асфальта производительность передвижных установок "Центри" достигает 700 т/ч, "Каника" – 800 т/ч. Центробежно-ударные дробилки не чувствительны к наличию недробимых включений в питании, что делает их особенно перспективными для переработки техногенных материалов.

(Ред. – Необходимо, все-таки, возразить автору статьи. Конструкции центробежно-ударного ротора (открытого, с его ударными разгонными элементами, и закрытого, с его лопаткой в конце разгонного канала, удерживающей самофутеровку) дают прямое ударное воздействие исходного материала на эти элементы. Как известно, металл имеет удельный вес в 3 раза превышающий вес минеральной породы. Это требует внимательного отношения к крупности кусков металла в исходном питании, что ограничивает область применения центробежно-ударных дробилок в переработке техногенных материалов. В некоторых случаях даже рекомендуется использовать металлоуловители. Для переработки «техногенки» в настояшее время широко используются специальные крупно-валковые зубчатые дроблики, работающие по принципу раздавливания. Или большие щековые дробилки с горизонтальной шелью с вибрацией и без нее. Однако, если крупные куски металла выделены на предыдущих стадиях дробления, то свободный удар за счет селективного разрушения позволяет избавиться от остатков небольших кусков металла и получить высококачественный искусственный песок)..

10.Переработка влажных и глинистых материалов

Важным отличием центробежно-ударных дробилок от большинства других является отсутствие особых требований к влажности перерабатываемого материала. Хотя возможность забивания дробилки при переработке влажного и липкого материала не исключена, эти дробилки могут перерабатывать значительно более влажный и липкий материал, чем дробилки, работающие по принципу раздавливания. Это связано, во-первых, с очищающим воздействием высокоскоростного потока материала, ускоряемого ротором, и, во-вторых, со значительно большими, чем в конусных или щековых дробилках, величинами проходных сечений.

В дробилках "камень о камень" при достаточном наполнении рабочей камеры часть приобретенной энергии может выделяться в форме тепла, что позволяет в ряде случаев снизить влажность материала до уровня, гарантирующего эффективную сортировку. На известковом предприятии в Шотландии две дробилки "Ротопактор", заменившие пять вальцовых мельниц и две жидкотопливные сушилки, обеспечивают производительность 54 т/ч при номинальной крупности продукта 3 мм и выходе класса +0–1,50 мм до 35-40%. Известно, что экономия только вследствие исключения дополнительной сушки составила около 1 ф.ст/т.
(*Ред. – в результате свободного удара резко возрастает площадь поверхности частиц в сильнотурбулизованной воздушной среде в камере измельчения дробилки. Это, в свою очередь, приводит к высокой скорости испарения воды с поверхности частиц измельчаемого материала.)*

11.От дробилок к мельницам.

Россия, 193318,Санкт-Петербург
Ул.Ворошилова д.6
Тел./факс: +7(921) 882-39-51
E-mail:office@ntds.ru
Сайт:www.ntds.ru

Выше указывалось, что при работе с классифицирующим оборудованием и камерой дробления определенной модификации, дробилки "камень о камень" или «камень о металл» могут применяться для измельчения. В Великобритании такой процесс используется при переработке фосфатов, огнеупорной глины, абразивного известняка [7], однако широкого применения при переработке более прочных пород он пока не имеет.

(Ред. – Применение компанией «Новые технологии» воздушной опоры в удержании вертикального вала позволил создать высокопроизводительные центробежно-ударные мельницы Титан М, скомпоновав в одном устройстве высокоскоростную центробежно-ударную дробилку и воздушный центробежный классификатор. О типоразмерном ряде таких мельниц и их применении (референс-лист) читайте в соответствующем разделе на нашем сайте. В настоящее время на высокоабразивном клинкере работают в производстве цемента при крупности готового продукта 80мкм 6 измельчительных комплексов на базе мельниц Титан М-160).

12.Удельное энегопотребление

Данные об энергоемкости дробления различных материалов в центробежно-ударных дробилках представлены в табл. 4.

Таблица 4. Энергоемкость дробления материалов в центробежно-ударных дробилках

Дробилка (изготовитель, страна)	Материал	Крупность, мм		Удельные энергозатраты на 1 т продукта, кВт·ч/т	Источник информации
		питания	продукта		
"Давид" ("Мартин Стекерт", ФРГ)	Гранит	-50+5	-2+0	4,2-6,8	[24]
	То же	-50+5	-4+0	2,8-3,7	[24]
V-10 (СБМ, Австрия)	Гранит с полевым шпатом	-50+14	-5+0	5,1	[26]
	Гравий	-16+5	-5+0	2,0	[26]
V-8 (СБМ, Австрия)	Известняк	-32+2	-2+0	4,3	[26]
VSI 150, ("Импэкт Технолоджи", Великобритания)	Базальт	-100+0	-5+0	5,3-5,9	[22]
"Бармак Ротопактор", ("Крофт Имприсэ", Великобритания)	Гранит	-50+16	-5+0	4,0-4,3	[5]
"Бармак Ротопактор", ("Бармак Эссошиэйтс", Новая Зеландия)	То же	-40+6	-6+0	2,8-2,9	[7]
"Бармак Ротопактор", ("Тидко Инжиниринг", Новая Зеландия)	Железная руда	-50+16	-6+0	2,0-2,1	[28]

Как видно из таблицы 4, показатель удельных энергозатрат зависит от параметров перерабатываемого материала и продукта дробления. Такого рода данные могут быть

Россия, 193318,Санкт-Петербург
Ул.Ворошилова д.6
Тел./факс: +7(921) 882-39-51
E-mail:office@ntds.ru
Сайт:www.ntds.ru

ориентиром при оценке возможной энергоемкости дробления пород со сходными физико-механическими свойствами.

13.Выводы

В 80-е годы масштабы изготовления и использования центробежно-ударных дробилок возросли. Производятся аппараты производительностью 30-450 т/ч широкого спектра типоразмеров.

К достоинствам центробежно-ударных дробилок следует отнести:
1) высокую энергонапряженность в зоне дробления, что обеспечивает высокую степень сокращения;
2) стабильность гранулометрического состава продукта, который практически не зависит от износа рабочих органов и влажности перерабатываемого материала;
3) простое и эффективное воздействие на гранулометрический состав продукта путем изменения скорости вращения ротора;
4) низкую энергоемкость и металлоемкость;
5) низкий уровень капитальных затрат;
6) простой контроль износа рабочих органов и низкую трудоемкость технического обслуживания;
7) возможность селективного дробления.

Основным недостатком, сдерживавшим распространение центробежно-ударных дробилок, являлся низкий ресурс элементов дробилки, связанный с износом, что ограничивало сферу применения этих аппаратов дроблением материалов низкой прочности и абразивности, снижало эксплуатационные показатели.
Прогресс в решении проблемы износа связан с применением следующих технических решений:
1) широким использованием аутогенной футеровки, что позволяет сократить площадь, подвергающуюся интенсивному износу при работе;
2) применением для изготовления изнашивающихся частей износостойких материалов;
3) оптимальной геометрической компоновкой, позволяющей свести к минимуму ударное взаимодействие перерабатываемого материала с элементами вращающегося ротора;
4) обеспечением простого и надежного контроля состояния изнашивающихся частей и повышением их ремонтопригодности.

Применение прогрессивных технических решений в новых конструкциях центробежно-ударных дробилок позволило снизить эксплуатационные затраты, связанные с износом, до приемлемых размеров, что стимулировало спрос и привело к расширению сферы применения.
(Ред. - О решении проблем износа читайте в отдельном разделе нашего сайта. Например, статью «Эксплуатация центробежно-ударных дробилок и проблема износа».)
.
Основной областью применения центробежно-ударных дробилок является производство строительных материалов, однако углубились тенденция использования их в рудоподготовке, при переработке вторичного сырья.

Россия, 193318,Санкт-Петербург
Ул.Ворошилова д.6
Тел./факс: +7(921) 882-39-51
E-mail:office@ntds.ru
Сайт:www.ntds.ru

При сохранении динамики развития этого вида оборудования в ближайшие годы центробежно-ударные дробилки явятся альтернативой традиционным дробилкам в мелкой стадии.

14.Литература

1. Клейс И.Р., Ууэмыйс Х.Х. Износостойкость элементов измельчителей ударного действия. М., 1986. 157 с.
2. Herod S. Crusher Action Analized with High Speed Photography//Pit and Quarry. 1979. № 11. P.49-52, 65.
3. Rock Products. 1984. № 9. P.53.
4. Robertson J.L. Impact Crusher Replaces Three Compression Crushers in Plant//Rock Products. 1983 №5. P. 44, 46, 52.
5. Hill H.E. Vertical Shaft Impactor Crushers//Quarry Management. 1985 № 10. P. 713-718, 721-722.
6. Quarry Management and Products. 1981. № 2. 8 p.
7. Bartley B.A. High Intensity Autogenous Milling//8th Industrial Minerals International Congress, Boston, 24-27 April, 1988. London, 1988. P. 147-153.
8. Пат. 4577806 США., МКИ В 02 С 17/20.
9. Canica Crushers//Rock Products. 1979. January. P. 107.
10. Michard D. Progress report: Crushers today// Ibid. 1988. № 7. P. 72-78.
11. Пат. 4575014 США, МНИ В 02 С 19/00.
12. Пат. 4756484 США, МКИ В 02 С 19/00.
13. Rock Products. 1984. № 9. P. 15, 65.
14. Ibid. № 10. P. 76
15. Michard D. Modified crusher puts AGP//Pit and Quarry. 1987. № 8. P. 25-26, 28, 30.
16. Crushers//Mining Magazine. 1981. August. P. 94-113.
17. SBM Vertical Crushers of the Model Series V //Maschinen und Stahl-bau. 1986. № 1-2. P. 34-37.
18. Aufbereitungs-Technik. 1986. № 2. P. 101.
19. Pearse G. Crushers and Grinding Mills/Mining Magazine. 1986. April. P. 330-351.
20. Neue Brecher aus österreich//Steinbruch und Sandgrube. 1989. Bd 82. S. 424, 425.
21. Breakthrough in Impact Crushing//Quarry Management. 1986. № 3. P. 43.
22. Mine and Quarry. 1986. V. 15. № 3. P. 58.
23. Le broyeur Bergeaud a axevertical V.1//Chantiers de Franse. 1986. № 194. P.13.
24. Eine Neue Brech-Dimension//Aufbereitungs-Technik. 1986. № 2. S. 113, 114.
25. Wermter K. Verschleissminderung beim Brechen von Keis// Ibid. 1988. № 3. S. 156-139.
26. Müller G., Weigel T. Einsatz von Vertical-Prallbrechern als Alternative zu herkommlichen Zerkleinerungsverfahren// Ibid, № 1. S. 26-31.
27. Robertson J.L. Impact Crushers come in wide range of sizes and types// Rock Products. 1983. V. 86. N 3. P. 41-43.
28. Mineral processing market target for crusher concept//World Mining Equipment. 1987. № 8. P. 30-33.
29. Rock Products. 1984. № 12. P. 54, 55.