

УДК 622.273

Ткачук К. К., д.т.н., професор (Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут»), **Савчук В. П., інженер** (Товкачевський ГОК)

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ И ВЫБОР ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ЩЕБНЯ КУБОВИДНОЙ ФОРМЫ

Проведено аналіз технології виробництва та здійснено вибір ефективного устаткування для виробництва щебня кубовидної форми. Визначені основні напрями підвищення якості вибухової підготовки будівельної сировини для переробки.

Ключові слова: кубовидний щебінь, вибухова підготовка, дробильно-сортувальне устаткування, гірська маса.

Произведен анализ технологии производства и осуществлен выбор эффективного оборудования для производства щебня кубовидной формы. Определены основные направления повышения качества взрывоподготовки строительного сырья для переработки.

Ключевые слова: кубовидный щебень, взрывная подготовка, дробильно-сортировочное оборудование, горная масса.

The analysis of technology of production is produced and the choice of effective equipment is carried out for the production of macadam of cubiform form. Basic directions of upgrading explosion preparations of a build raw material are certain for processing.

Keywords: cubiform macadam, explosive preparation, crush-sorting equipment, mountain mass.

Одним из наиболее широко используемых продуктов добычи и переработки нерудных строительных материалов является щебень. Это один из основных материалов, который используется в строительстве, реконструкции, ремонте и содержании автомобильных дорог. Особенно это относится к щебню, который используется в верхних слоях дорожной одежды, непосредственно воспринимающих высокие механические нагрузки от движущегося транспорта, находящихся под воздействием природных факторов (переменная температура, влажность, многократное замораживание, оттаивание, воздействие антигололедных химических средств и др.). Применяемый в дорожном хозяйстве щебень подразделяют на три группы: щебень для устройства оснований дорог; щебень для нижних слоев покрытий и щебень для верхних

покрытый из асфальто-бетонных смесей, который состоит из крепких изверженных горных пород крупностью от 50 до 200 мм с содержанием зерен пластинчатой (лещевидной) и игловатой формы не более 15%. Такой щебень принято называть кубовидным и спрос на него постоянно возрастает.

Цель работы – выбор направлений совершенствования технологии добычи и переработки строительных материалов для получения кубовидного щебня.

Технология приготовления щебня кубовидной формы.

При производстве щебня кубовидной формы необходимо учитывать, что форма зерен дробленого материала в основном определяется текстурно-структурными особенностями исходной горной породы, используемым оборудованием и технологией переработки.

Для получения щебня кубовидной формы обычно применяют специальные конусные дробилки ударного действия. Последние позволяют получать щебень, форма зерен которого наиболее близка к кубовидной, но эти дробилки характеризуются значительными расходами на изнашиваемые части и повышенным выходом отсевов дробления. Дробилки ударного действия следует применять в том случае, если вопросам экономики не придадут особого значения, а решающим фактором является форма зерен готового продукта.

Некоторого снижения содержания зерен лещадной формы в щебне можно добиться и при использовании стандартных конусных дробилок. Для этого необходимо, чтобы при дроблении была полностью заполнена камера дробления. При этом дробление происходит не только между конусами дробилки, но и между зёрнами материала, находящимися в камере дробления (дробление «в слое» или «в стесненных условиях»). Имеющиеся в исходном материале и образующиеся в процессе дробления зерна лещадной формы при этом, как механически более слабые, разрушаются. Для осуществления этого процесса дробилка должна быть оборудована датчиком уровня материала в камере дробления, а также аккумулярующим бункером с питателем [1].

Анализируя опыт применения различных типов дробильных агрегатов для производства щебня можно отметить следующее (таблица):

- стандартные щековые дробилки имеют низкую (2,5-4) степень дробления и обеспечивают лещадность на уровне 30-60%;
- стандартные конусные дробилки среднего и мелкого дробления имеют степень дробления 3-5 и обеспечивают лещадность на уровне 25-35%;
- улучшение формы зерен при использовании стандартных конусных дробилок достигается применением замкнутого цикла дробления, что снижает производительность линии в 2 раза и увеличивает выход отсева (-5мм);
- роторные молотовые дробилки имеют высокую степень дробления (5-8) и обеспечивают лещадность щебня на уровне 10-20%, но могут использоваться только для дробления неабразивных пород малой и средней прочности;

– роторные центробежные дробилки обеспечивают получение лещадности на уровне 10-20%, но имеют низкую степень дробления, что обуславливает их применение, в основном, в качестве додрабливающей операции – «грануляции» или «кубизации» дробленого материала.

– На основе вышеприведенного анализа данных исследований [1-4] при получении кубовидного щебня должны соблюдаться следующие принципы:

- нужно обеспечивать многократное дробящее воздействие на кусок породы;
- разрушающая сила должна действовать не на раздавливание, а на сдвиг.

Основываясь на этих принципах способы производства кубовидного щебня могут быть следующими (таблица):

- использование стандартных конусных дробилок, работающих «под завалом» в замкнутом цикле;
- использование роторных молотковых дробилок;
- использование роторных центробежных дробилок;
- использование дробилок, обеспечивающих многократное сдвиговое воздействие на дробимую породу – конусных вибрационных дробилок.

Таблица

Сравнительная характеристика различных технологий получения кубовидного щебня

Технология	Обеспечиваемая лещадность, %	Степень дробления	Диапазон крупности, мм		Выход от-сева (-5мм)	Удельная металлоемкость	Удельная энергоемкость	Примечания
			Питание	Готовый				
Стандартная конусная дробилка под завалом	25-40	2,5-4	80	25	средний	средняя	низкая	-
Стандартная конусная дробилка под завалом в замкнутом цикле	15-30	3-5	80	20	высокий	высокая	средняя	Резко возрастают транспортные потоки, снижение производительности дробилки в 2 раза
Роторная молотковая дробилка	10-20	4-6	100	20	высокий	низкая	высокая	Применение только на малопрочных неабразивных материалах
Роторная центробежная дробилка	10-20	2-3	60	20	средний	низкая	средняя	Требуется сравнительно мелкое питание
Роторная вибро-инерционная дробилка	10-20	4-10	140	15	низкий	высокая	низкая	Степень дробления может регулироваться без остановки машины

На рисунке показана принципиальная конструктивная схема конусной инерционной дробилки (КИД). Она работает следующим образом. При вращении вибратора генерируется центробежная сила, заставляющая внутрен-

ний конус совершать гидрационное сдвижение на сферической опоре, который так же приобретает свою центробежную силу, зависящую от его амплитуды. Последняя определяется степенью деформации слоя материала и величиной центробежной силы вибратора.

Разрушение дробимого материала «в слое» применительно к конусным дробилкам – сравнительно новый технологический метод, разработка которого принадлежит отечественной школе дезинтеграции.

Специалистами ОАО «Механобр» на основе фундаментальных исследований в области физики твердого тела и теории колебаний разработаны современные образцы дезинтегрирующего вибрационного оборудования, обеспечивающие принудительное самоизмельчение материала внутри собственного слоя под воздействием виброимпульсного сжатия с одновременным сдвигом при дозировании силы воздействия на слой материала по величине предела прочности дефектных поверхностей его структуры. Теоретическое обоснование и практическое применение метода стало возможным после создания математических моделей разрушения в камере дробления дробилки с учетом физико-механических свойств дробимого материала. Реализация таких принципов рационального разрушения осуществляется в конусных инерционных дробилках (КИД).

Регулируя толщину слоя материала путем изменения величины загрузочной щели и дробящей силы, когда слой продавливается на определенную величину, можно добиться разрушения только межкристаллических связей без нарушения целостности самих кристаллов, что бывает весьма важным при селективности дезинтеграции минерального сырья. В таких случаях нет необходимости измельчать сырье до минимальных размеров.

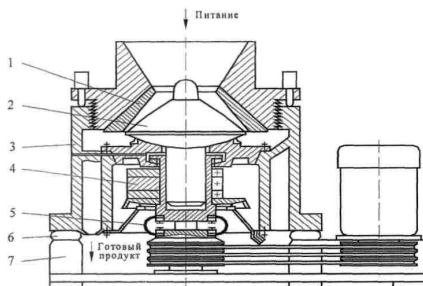


Рисунок. Упрощенная схема конусной инерционной дробилки. 1 – неподвижная броня, 2 – дробящий конус, 3 – корпус, 4 – дебаланс, 5 – эластичная муфта, 6 – резиновые амортизаторы, 7 – опорная рама

Как один из этапов работ по внедрению конусных инерционных дробилок рассматривается замена двух стадий дробления в эксцентриковых дробилках КИД. С этой целью разработаны конструкции дробилок КИД-1750с и КИД-1500. При проектировании этих машин была поставлена задача максимального увеличения размера принимаемого куска материала с одновремен-

ной минимизацией крупных фракций получаемого щебня за счёт повышения степени сокращения при минимальном выходе отсевов фракции 0-5 мм.

Как показали испытания этих дробилок на различных материалах, их преимущества в сравнении с эксцентриковыми конусными дробилками заключаются в следующем: степень дробления регулируется в открытом цикле до 20 (против 4-5 в эксцентриковых конусных дробилках); при росте разгрузочной щели, в процессе износа брони, крупность продукта практически не меняется, благодаря росту дробящей силы конуса за счёт возрастания его амплитуды; можно добиваться минимума переизмельчения по заданному классу крупности или наоборот получать весьма тонкий продукт; форма частиц в продукте имеет преимущественно кубовидную форму, достигая уровня 92%; пуск и остановка дробилки осуществляется под нагрузкой, при этом упрощается её автоматизация; КИД не требует дозирующих устройств; попадание не дробимых тел не вызывает поломок механизма; КИД не требует массивных бетонных фундаментов; изменяя дробящее усилие, путем изменения числа оборотов главного привода, можно регулировать технологический процесс с целью улучшения качественных показателей (максимализация выхода и кубовидности товарных фракций и снижение выхода отсевов (0-5мм)).

При получении кубовидного щебня необходимо обеспечить многократное дробящее воздействие на кусок породы. При этом разрушающая сила должна действовать не на раздавливание, а на сдвиг. Основываясь на этих принципах, производство кубовидного щебня целесообразно осуществлять с помощью конусных виброинерционных дробилок типа КИД.

Высокая эффективность этих дробилок достигается использованием для переработки интенсивно раздробленной и разупрочненной горной массы взрывом сдвиговых напряжений.

1. Вайсберг Л. А. Сокращение стадийности дробления – оптимальный путь снижения себестоимости высококачественного щебня / А. Д. Шулюяков, П. А. Спиридонов // Строительные материалы. – 2002. – №11. – С. 7-9.
2. Производство кубовидного щебня и строительного песка с использованием вибрационных дробилок / [В. А. Арсентьев, Л. А. Вайсберг, Л. П. Зарогатский и др.] // С-Пб. : Издательство ВСЕГЕИ, 2004. – С. 11.
3. Реальность производства щебня I группы по форме зерна / [А. И. Гушин, Г. А. Косян, В. А. Артамонов и др.] // Строительные материалы. – 2002. – № 2. – С. 4-5.
4. Вайсберг Л. А. Технологические возможности конусных инерционных дробилок при производстве кубовидного щебня // Строительные материалы. – 2000. – №1. – С. 8-9.

Рецензент: д.т.н., профессор Воробьев Виктор Данилович (Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт»)