

УДК 621.926.4

**ПОЛУЧЕНИЕ ШЕБНЯ УЗКОФРАКЦИОННОГО
ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКОГО СОСТАВА КАК КРУПНОГО
ЗАПОЛНИТЕЛЯ ДЛЯ БЕТОНА И ЖЕЛЕЗОБЕТОНА**

**PRODUCTION OF CRUSHED STONE NARROW
FRACTION OF DETERMINING THE COMPOSITION
AS THE LARGEST AGGREGATE
FOR CONCRETE AND REINFORCED CONCRETE**

**Михальков Д.В., к.т.н. (Белорусско-Российский университет,
г.Могилев)**

Mikhalkov D.V., Ph.D. (Belarusian-Russian University, Mogilev)

У статті описана можливість і доцільність отримання високоякісного будівельного щебеню узкофракціонного гранулометричного складу подрібненням на дробарках ударної дії.

The article describes the possibility and desirability of obtaining a high-quality building rubble narrow fraction using impact crushers. The conditions ensuring the absence of reactive shock pulses. A mathematical model, providing two stages: the destruction of a single average particle defect-free material, and then the description of the kinetic curves of process failure. After solving the mathematical model and engineering calculations helped to create the design impact crushers. Spend a multivariate experiment, which allowed to improve the design of crushers in order to obtain material fractions narrow. The features of the commercial operation of crushers, as well as ways to improve them.

Ключові слова: щебінь, кубовіденість, фракційність.

Keywords: gravel, cube shape, fraction.

Развитие строительного материаловедения позволило определить основные закономерности и принципы формирования оптимальной структуры конгломератных материалов, являющихся основой современных строительных материалов.

Суть этих положений заключается в том, чтобы на основе управления размерами, формой, состоянием поверхности, дефектностью структуры и соотношением количества различных фракций, а также рядом других характеристик получать наиболее эффективные композиции материалов, такие как бетон, асфальтобетон и др.

Общее количество материалов, ежегодно подвергаемых дезинтеграции, составляет 3,0 - 3,5 млрд. тонн, а расход электроэнергии на эти процессы составляет 4,5 – 5,0 % ее общего производства [1, с.9, 12, 18].

Сложившееся положение в области дробления и измельчения руд в принципе характерно для мировой практики в целом. Это подтверждает анализ основных этапов развития техники и технологии дезинтеграции.

Для дробильно – измельчительных операций разработан ряд машин, традиционно применяемых для переработки материалов различной прочности. При работе этих машин конечный продукт имеет определенную фракционность.

В различных областях использования дробилок наряду с основной задачей – уменьшить размеры кусков дробимого материала, предъявляются и специфические для каждого конкретного производства требования к продукту дробления: минимальное содержание мелких фракций, наибольшая степень дробления, ограничение выхода лещадных и игловатых зерен, максимальная избирательность, минимальный износ рабочих органов, дробление вместе с подсушкой или промывкой, универсальность и т.п. Выполнение этих требований часто является решающим фактором при выборе конструкций и режимов работы дробилок.

Щебень, полученный в результате центробежно-ударного дробления, по форме относится к кубовидному, причем даже во фракции 5-10 мм выход таких зерен составляет не менее 88 %. Это связано с тем, что характер движения измельчаемого материала в указанной дробилке приводит к эффективному разрушению пластинчатых и игловатых зерен, имеющихся в исходном сырье, и соответствующему увеличению количества зерен кубовидной формы. Изменение формы зерен в получаемом материале закономерно сопровождается возрастанием прочности щебня,

которая в зависимости от свойств горной породы увеличивается до 29 %.

Кроме того, высокая дробимость исходного материала может быть обусловлена его разрушением по слабым местам. В процессе же центробежно-ударного измельчения число ослабленных мест в зернах кубовидной формы уменьшается, что также приводит к возрастанию прочности получаемого щебня.

Изменение формы зерен щебня в процессе измельчения сопровождается и изменением таких его показателей, как средняя и насыпная плотность, а также пустотность, кроме того наблюдается увеличение средней и насыпной плотности дробленого материала, что закономерно приводит к уменьшению его пустотности, которая для гранитного щебня снизилась с 46,8 до 45,6 %, а для порфиритового щебня с 48,1 до 46,2 % [2].

Основой сырья для производства цемента- и асфальтобетонов, строительства оснований автомобильных дорог являются традиционные изотропные горные породы – граниты, базальты, габбро, диабаз, известняки и т.п.

Щебень для бетона и железобетона должен быть всегда разделенным по фракциям, иметь кубическую форму, что зависит не только от структуры и сложения пород, но и от режимов дробления и типа дробилки

Фракционированный щебень используется трех групп (классификация по форме зерен): кубовидный и тетраидальный (с содержанием лещадных и игловатых зерен до 15 %), улучшенный (15-25 %) и обычный (25-35 %) (считают частицу игловатой или лещадной, если соотношение ее длины к ширине более трех).

Наилучшей уплотняющей способностью обладает щебень с кубовидной и тетраидальной формами зерен: при компактном расположении зерен в элементах дорожной одежды мелкие фракции расклинивают более крупные. Повышенное содержание лещадных и игловатых зерен значительно увеличивает пустотность, зерна крошатся и ломаются под уплотняющей машиной, снижая требуемую прочность. Использование фракционированного кубовидного щебня в бетонных конструкциях повышает их долговечность в 2-3 раза, повышается прочность щебня за счет снижения трещиноватости.

С целью определения параметров дробилки ударного действия для получения щебня узкофракционного гранулометрического

состава была разработана математическая модель, предусматривающая два этапа: разрушение отдельной усредненной бездефектной частицы материала, а затем описание кинетических кривых процесса разрушения. При этом необходимо использование вероятностно-статистических методов при рассмотрении движения измельчаемых частиц и изучения экспериментальных данных процесса измельчения.

По результатам математической модели были получены необходимые условия отсутствия реактивных ударных импульсов на вертикальный вал дробильной установки. Установлено, что точка приложения внешнего ударного импульса должна находиться от оси вращения ударных элементов дальше, чем центр масс ударной системы.

В рамках разработанной математической модели проведено исследование ударных нагрузок, определение оптимального расположения ударных элементов с целью снижения ударных нагрузок, математическое описание попадания частицы материала в рабочую зону первого яруса ударных элементов, исследована динамика движения ударных элементов.

Установлено, что при ударе в зоне контакта возникают упруго - пластические деформации, определить которые теоретически достаточно сложно. Для исследования ударного процесса использован полуэмпирический подход. Используя эмпирические соотношения между контактной ударной силой и местной упруго – пластической деформацией становится возможным осуществить построение инженерных методов расчета.

Условия, обеспечивающие отсутствие реактивных ударных импульсов, результаты проведенных экспериментальных исследований на опытных образцах установок позволили создать промышленные образцы дробилок ударного действия для получения кубовидного щебня узкофракционного гранулометрического состава (рис. 1).

В промышленной дробильной установке ударного действия вдоль внутренней поверхности корпуса были спроектированы и установлены стержни трубчатого сечения с шагом, равным размеру куса готового продукта плюс некоторый допуск для обеспечения гарантированного зазора. Установка стержней была предназначена для разгрузки через зазоры этой решетки части готового продукта (рис. 2).



Рис.1. Дробилка ударного действия для получения кубовидного щебня



Рис. 2. Промышленная дробильная установка со снятыми стержнями решетки

Опыт промышленной эксплуатации показал, что вертикальная установка таких стержней мало эффективна. Часть продукта отводится через эту решетку, однако часть материала застревает в этой решетке (рис. 3), ударные элементы при вращении касаясь защемленных кусков материала, претерпевают стесненный удар. В результате ударные элементы, особенно верхнего яруса, довольно интенсивно изнашиваются [3].



Рис. 3. Застрявшие куски щебня между решеткой и корпусом дробилки

В соответствии с поставленными задачами определена методика исследований для определения технологических и энергосиловых параметров дробильных установок, выбран и обоснован план проведения многофакторного эксперимента, определены исследуемые (варьируемые) факторы и уровни их варьирования. В качестве плана, для проведения многофакторного эксперимента с целью выяснения влияния основных факторов на процесс дробления был выбран центральный композиционный ротатбельный план типа Вп, получивший широкое применение благодаря его экономичности и простой структуре [4].

Влияние исследуемых факторов на процент остатка на сите щебня фракции +40 мм и -5 мм представлено на рисунках 4-6.

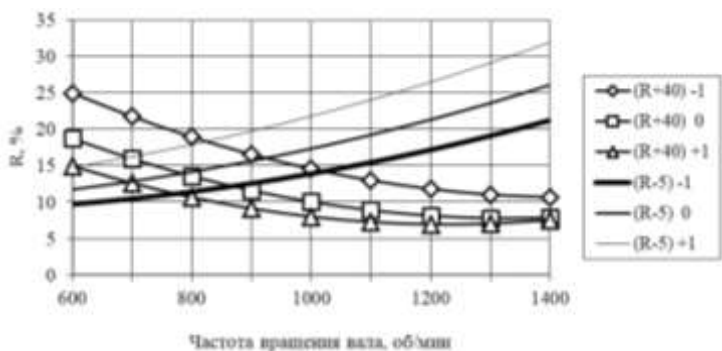


Рис.4. График зависимости фракции готового продукта от частоты вращения вала

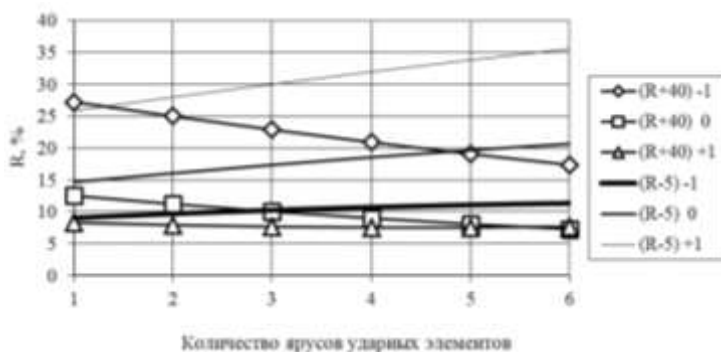


Рис.5. График зависимости фракции готового продукта от количества ярусов ударных элементов

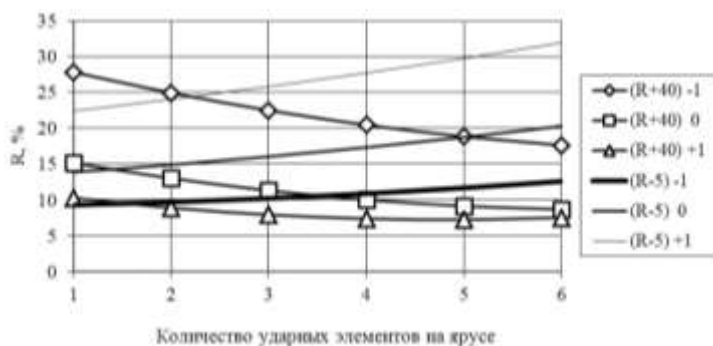


Рис.6. График зависимости фракции готового продукта от количества ударных элементов на ярусе

По результатам проведенных исследований, конструкторских и технологических работ можно сделать следующие выводы:

1. Разработанный типоразмерный ряд дробильных установок охватывает диапазон производительностей от 0,5 до 350 т/ч по готовому продукту класса 5-20 мм.

2. По результатам технологических испытаний дробильных установок при дроблении цеолитового щебня фракций 20-40 мм сделан вывод, что мелкие фракции оказывают отрицательное влияние на процесс измельчения.

3. При расположении ударных элементов по многозаходной винтовой спирали ротор дробилки может работать как осевой вентилятор и (в зависимости от направления вращения) воздушный поток может или помогать движению материала, или удерживать его в зоне обработки, что позволит при подключении дробильной установки к сепаратору более эффективно выделять мелкую фракцию.

4. Осуществление совместного дробления с сопутствующими технологическими операциями позволяет существенно сократить занимаемые производственные площади, суммарную металлоемкость технологического оборудования и общие затраты энергии.

1. Михальков, Д.В. Обоснование параметров дробилки ударного действия для получения материалов узкофракционного гранулометрического состава: дис. канд. техн. наук : 05.05.04 / Д.В.Михальков. – Мн., 2003. – 186 л.

2. Королев, К.М. Механизация приготовления и укладки бетонной смеси. – М.: Стройиздат, 1986. – 136 с.: ил.

3. Сиваченко Л.А., Михальков В.С., Михальков Д.В. Получение кубовидного щебня на дробильных установках ударного действия // Научное издание «Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова» №6.2003 г. Научно-теоретический журнал. Спецвыпуск: Материалы международного конгресса «Современные технологии в промышленности строительных материалов и стройиндустрии», посвященного 150-летию В.Г. Шухова – Белгород: Белгородская областная типография, 2003 г. – Ч.3. - С. 371-374.

4. Тарасик В.П. Математическое моделирование технических систем: Учебник для вузов. – Мн.: ДизайнПРО, 1997. – 640с.:ил.