

ИННОВАЦИОННЫЕ РАЗРАБОТКИ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ТОЧНОСТИ ОЦЕНКИ
ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ СТРОИТЕЛЬНЫХ ГОРНЫХ ПОРОД ПРИ
ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ РАЗВЕДКЕ

В.Н. Аминов, д.т.н. ⁽¹⁾, Е.Е. Каменева, к.т.н. ⁽¹⁾, И.Д. Устинов, д.х.н. ⁽²⁾

1- Петрозаводский государственный университет, 2 – НПК «Механобр-техника»

Технологические исследования минерального сырья - важная часть геологических работ, обеспечивающих инвестиционную и коммерческую оценку месторождений.

Приоритетной целью изучения физико-механических свойств строительных горных пород является определение принципиальной возможности их использования для производства щебня. Для этого определяют следующие параметры породы - предел прочности на сжатие в сухом и водонасыщенном состоянии, водопоглощение, пористость, минеральную и объемную плотность, наличие слабых разностей, содержание вредных компонентов и примесей, активность естественных радионуклидов. Далее, при соответствии этих показателей установленным требованиям проводятся испытания щебня фракции 10-20 мм, полученного при дроблении исходных горных пород в лабораторных условиях. Контролируемыми показателями являются прочность, истираемость, морозостойкость, объемная и минеральная плотность, водопоглощение [1]. Полученные данные являются основой для проектирования технологии переработки и предварительной оценки возможных направлений использования конечной товарной продукции в том или ином виде строительства.

Согласно установленным требованиям, щебень для испытаний должен быть получен из исходной керновой или штуфной геологической пробы путем одностадийного дробления и классификации по крупности (грохочения). Существующая методика предусматривает применение лабораторной дробилки, тип которой нормативными документами не регламентируется.

Практика исследовательских лабораторий показывает, что для дробления геологических проб горных пород, как правило, применяют щековые дробилки ДЩ 60×100 или ДЩ 100×200, обеспечивающие прием исходного куса не крупнее 50 мм и 90 мм и получение продукта требуемой крупности для дальнейших испытаний. Применение конусных лабораторных дробилок исключается ввиду того, что они принимают сравнительно мелкий кусок, а крупность их дробленого продукта не превышает 2-3 мм (таблица 1).

Таблица 1

Характеристика лабораторных дробилок (НПК «Механобр-техника»)

Тип дробилки	Модель	Крупность питания, не более, мм	Крупность дробленого продукта, мм	Назначение
Щековая	ДЩ 60×100	50	0-40	Для хрупких пород средней прочности
Щековая	ДЩ 100×200	90	0-40	Для хрупких пород средней прочности
Конусная инерционная	КИД-60 *	5	0-2	Для хрупких пород различной прочности
Конусная инерционная	КИД-100 *	10	0-3	Для хрупких пород различной прочности

*) КИД – конусная инерционная дробилка, зарегистрированный товарный знак.

Применение щековых дробилок, разрушающих материал преимущественно за счет усилий сжатия, приводит к получению щебня с высоким содержанием лещадных зерен, что особенно заметно при дроблении керновых проб. Многочисленными опытами установлено, что при дроблении керновых проб горных пород в лабораторной щековой дробилке ДЩ 60×100 в одну стадию содержание зерен лещадной формы в пробах щебня достигает 55-65 % для пород массивной текстуры и 60-80 % для сланцеватых пород.

Форма зерен щебня определяется как текстурно-структурными особенностями исходного сырья, так и типом применяемого оборудования, количеством стадий дробления [2-4]. На дробильно-сортировочных предприятиях щековые дробилки применяются только на стадии крупного дробления. Готовый товарный щебень получают на стадиях среднего и мелкого дробления, при этом кубовидная форма зерен достигается за счет применения конусных и ударных дробилок, работающих в замкнутом цикле. Испытания промышленно выпускаемого гранитного щебня фракций 5-10 мм и 10-20 мм показывают, что содержание лещадных зерен в них не превышает 13-15 % при использовании в III стадии конусных дробилок и 6-10 % - центробежно-ударных.

В то же время, лещадность щебня является фактором, существенно снижающим его физико-механические характеристики для дальнейшего использования [5].

Лабораторными опытами на искусственно сформированных фракциях щебня из гранита различной лещадности установлено, что при увеличении содержания зерен пластинчатой и игольчатой формы, отмечается рост дробимости (снижение прочности) и истираемости (рис.1, а, б), а также снижение морозостойкости щебня (рис. 1, в).

Таким образом, высокая лещадность щебня, полученного в лабораторных условиях с применением традиционных щековых дробилок, приводит к заниженным значениям основных прочностных характеристик – прочности, истираемости и морозостойкости, - что существенно снижает достоверность прогнозной оценки качества щебня.

В таблице 2 приведены сравнительные результаты испытаний гранитного щебня одного из месторождений Карелии, выполненные в сопоставимых условиях. Видно, что промышленно выпускаемый щебень (лещадность 6,9-13,6%) характеризуется более высокими прочностными характеристиками по сравнению со щебнем, полученным в лабораторных условиях при испытании на стадии геологической разведки (лещадность 47,2- 54,7%).

Таблица 2

Сравнительные результаты испытаний щебня из гранита

Показатели	Результаты лабораторных опытов*	Результаты испытаний промышленно выпускаемого щебня
Содержание зерен пластинчатой и игольчатой формы, %	47,2-54,7	6,9-13,6
Дробимость (потеря массы при сжатии в цилиндре), %	14,3-17,8	8,6-10,3
Истираемость (потеря массы при испытании в полочном барабане), %	20,1-22,3	15,5-18,2
Морозостойкость (потеря массы при испытании), %	3,2-4,1	1,8-2,1

*) Фракции щебня получены при дроблении керновой пробы в лабораторной щековой дробилке ДЩ 60×100

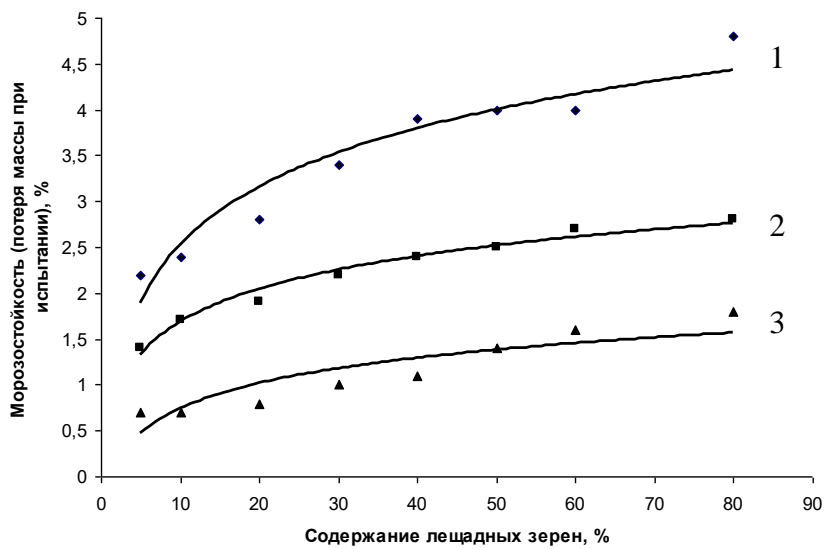
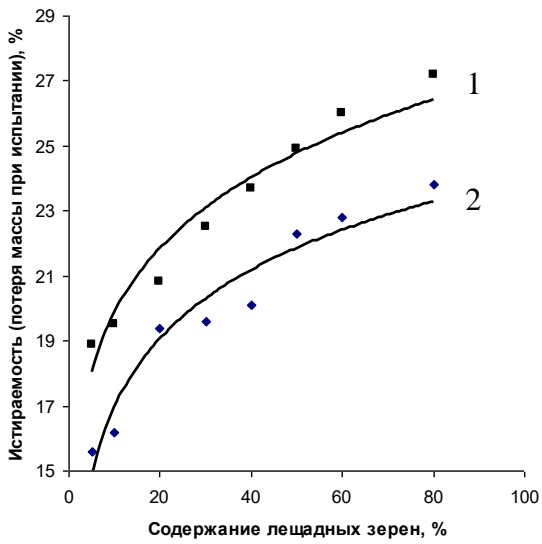
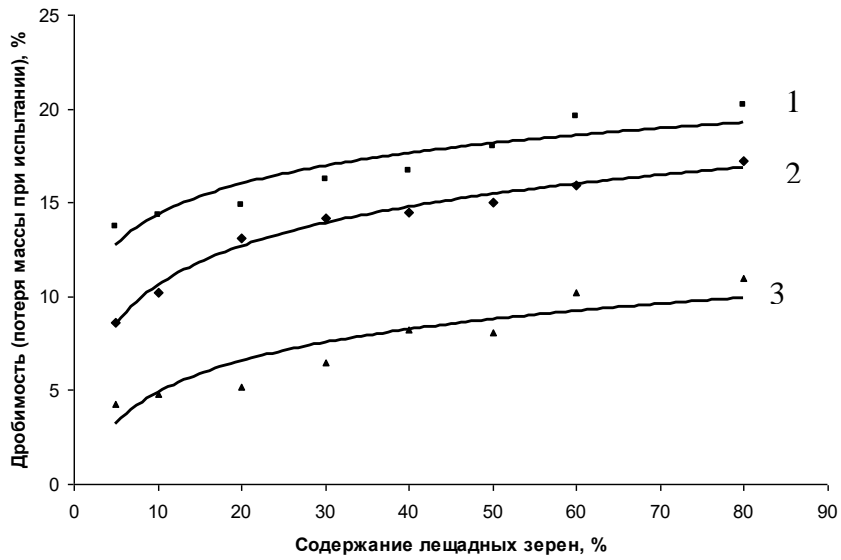


Рисунок 1 - Влияние содержания лещадных зерен на дробимость (а), истираемость (б) и морозостойкость (в) щебня) щебня фракции 10-20 мм из разновидностей гранита 1-3

Противоречия между фракционным составом щебня, полученного в традиционных лабораторных щековых дробилках, и фракционным составом промышленного щебня может быть устранен при использовании новой лабораторной щековой дробилки 2ЩДС 100×200, разработанной в НПК «Механобр-техника» (рис. 2). Усовершенствованная конструкция дробилки 2ЩДС 100×200, обеспечивает прием исходного питания крупностью до 100 мм и получение дробленого продукта крупностью 0-40мм



Рисунок 2 – Общий вид дробилки 2ЩДС 100×200

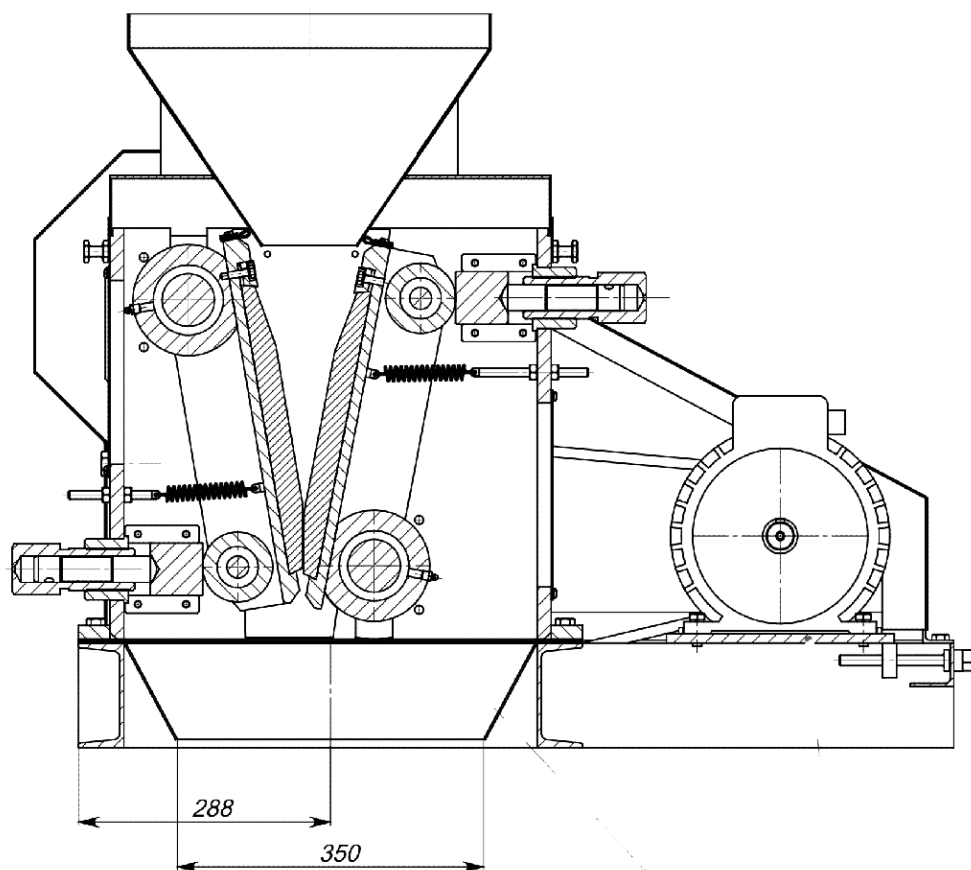


Рисунок 3 - Схема дробилка 2ЩДС 100×200

Рабочими органами дробилки являются две кинематически связанные синхронно работающие щеки, совершающие сложные возвратно-поступающие и эллиптические движения. Такой характер движения щек обеспечивает приложение к дробимому материалу усилий сдвига и сжатия и позволяет получать щебень с низкой долей лещадных зерен. При необходимости с использованием этой машины также может быть достигнута высокая степень сокращения крупности материала в процессе дробления.

В таблице 3 приведены результаты сравнительных опытов по оценке формы зерен щебня фракции 10-20 мм, полученного при дроблении керновых проб горных пород в лабораторных дробилках ДЩ 100×200 и 2ЩДС 100×200.

Таблица 3
Содержание лещадных зерен в щебне фракции 10-20мм

Дробилка	Содержание лещадных зерен, %		
	Щебень из пробы гранита	Щебень из пробы габбро-диабазы	Щебень из пробы гнейса
ДЩ 100×200	58,4	61,4	73,3
2ЩДС 100×200	12,7	13,5	19,7

Анализ полученных данных показывает, что применение лабораторной щековой дробилки 2ЩДС 100×200 обеспечивает получение щебня, содержащего не более 12,7-19,7% зерен лещадной формы (рис.4), что практически соответствует лещадности щебня, полученного в промышленных условиях.



Рисунок 4 – Внешний вид щебня фракции 10-20 мм из габбро-диабазы, полученного с использованием дробилок ДЩ 100×200 (1) и 2ЩДС 100×200 (2)

Таким образом, применение лабораторной щековой дробилки 2ЩДС 100×200 обеспечивает получение дробленого продукта преимущественно кубовидной формы, что позволяет корректно сравнивать физические свойства промышленного щебня и щебня, получаемого в лабораторных условиях. Указанная дробилка может быть рекомендована для дробления проб строительных горных пород в испытательных лабораториях.

ЛИТЕРАТУРА

1. «Породы горные скальные для производства щебня для строительных работ. Технические условия и методы испытаний». - ГОСТ 31436-2011, - М.: Стандартиформ. – 2012.
2. Вайсберг Л.А., Каменева Е.Е., Аминов В.Н. Оценка технологических возможностей управления качеством щебня при дезинтеграции строительных горных пород // Строительные материалы, 2013, - №11, с.30-34.

3. Вайсберг Л.А., Зарогатский Л.П. Новое оборудование для дробления и измельчения материалов // Горный журнал, 2000, №3, с. 49-52.
4. Вайсберг Л.А., Зарогатский Л.П. Новое поколение щековых и конусных дробилок // Строительные и дорожные машины, 2000, № 7, с. 16-21.
5. Арсентьев В.А., Вайсберг Л.А., Зарогатский Л.П., Шулюяков А.Д. Производство кубовидного щебня и строительного песка с использованием вибрационных дробилок. - СПб.: Издательство ВСЕГЕИ, 2004. – 112 с.