

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Шегельман Илья Романович

д-р техн. наук, профессор, заведующий кафедрой

Васильев Алексей Сергеевич

канд. техн. наук, доцент

Щукин Павел Олегович

канд. техн. наук, начальник отдела

инновационных проектов

ФГБУ ВПО «Петрозаводский государственный университет»

г. Петрозаводск, Республика Карелия

НЕКОТОРЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРОЦЕССОВ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ЩЕКОВЫХ ДРОБИЛОК

Аннотация: в статье рассмотрены некоторые направления исследований в сфере моделирования процессов функционирования щековых дробилок на основе анализа зарубежной научно-технической информации.

Ключевые слова: моделирование, оптимизация, щековая дробилка.

В рамках проводимых Петрозаводским государственным университетом работ [1–3] рассмотрены некоторые направления зарубежных исследований в сфере моделирования процессов функционирования щековых дробилок.

В статье «Моделирование методом дискретного элемента для прогнозирования характеристик отрыва породы и энергии разрушения одиночной частицы в щековой дробилке» [5] метод дискретного элемента (DEM) был применен для моделирования характеристик разрушения одиночных сферических и кубических горных пород в лабораторной щековой дробилке. Породы были смоделированы в виде зернистых соединений, расположенных между двумя щеками. Был изучен механизм их разрушения. Для оценки результатов исследований были экспериментально изучены сферические и кубические образцы из известняка

«Dokoohak» и гранита «Dehbeed». Затраты энергии на дробление щеками дробилок была сравнена с теоретическими расчетами, рассчитанными исходя из анализа разлома одиночной частицы. Затраты энергии, полученные при DEM-моделировании и при разрушении одиночных частиц сферических пород, достаточно хорошо согласуются между собой. Установлено, что DEM-моделирование пригодно для прогнозирования энергии дробления сферических горных пород в щековой дробилке. Режим разрушения, происходящий в сферических горных породах, хорошо описывается моделированием методом дискретного элемента. Однако DEM-моделирование не способно смоделировать режим расслоения в кубических горных породах.

В статье «Оценка энергетической эффективности щековой дробилки» [6] отмечается, что эффективность использования энергии измельчительным (ломающим, дробильным, измельчающим) оборудованием очень низкая, как правило, менее 10 %. Большая часть входной мощности процесса рассеивается в виде тепла и шума, и неэффективной деформации обрабатываемого материала и самого устройства. В работе приводится анализ причин низкой эффективности, и попытка дать рекомендации по их улучшению. Путем использования щековой лабораторной дробилки была проведена оптимизация того, как эксплуатировать ее наиболее энергетически эффективно с помощью эволюционного алгоритма численного метода. Для выбранного оптимизированного случая была сделана попытка смоделировать щековую дробилку, использующую коммерческое программное обеспечение для моделирования дискретных элементов (DEM), после первого моделирующего разлома одиночной частицы с помощью этого программного обеспечения [6].

В статье «Оптимальное управление энергией для работы щековых дробилок в глубоких шахтах» [7] предложено две модели оптимального контроля для управления энергией процесса горного дробления на основе щековых дробилок. Эффективность двух моделей определена как стоимость энергии, которая должна быть минимизирована с учетом тарифа на электроэнергию, дифференци-

рованного по времени суток. Первая модель известна под названием оптимального контроля на основе переменного нагружения со скоростью подающего механизма и минимальной шириной разгрузочной щели щековой дробилки в качестве контрольных переменных. Вторая модель – это оптимальный контроль переключения. Результаты моделирования показали, что существует потенциал снижения энергетических затрат и потребления энергии, связанные с работой щековых дробильных установок в глубоких шахтах при соблюдении технических и эксплуатационных ограничений. Из-за неэффективности машины щековой дробилки, чье потребление энергии в холостом режиме составляет от 40 до 50% от ее номинальной мощности, техника оптимального контроля переключения показана как лучшая для снижения потребления энергии машиной щековой дробилки [7].

В статье «Влияние некоторых прочностных свойств горной породы на производительность щековой дробилки в гранитном карьере» [8] исследовано влияние прочностных свойств горной породы на производительность щековой дробилки, чтобы определить влияние прочностных свойств горной породы на время дробления и гранулометрический состав пород. Исследование проводилось на четырех различных образцах горных пород: мрамор, доломит, известняк и гранит, которые были отобраны для представительной выборки из фрагментированных (негабаритных) кусков горных пород в карьерах. На каждом образце горной породы были проведены тесты на предел прочности при неограниченном сжатии и точечную нагрузку, а также время дробления и анализ размеров. Результаты прочностных характеристик каждого образца были сопоставлены со временем дробления и гранулометрическим составом типов пород. Согласно стандартам Международного общества по механике горных пород (ISRM) гранитная порода может быть классифицирована как имеющая очень высокую прочность, и доломитовой породы – низкую прочность. Гранитовые породы имеют самое длительное время дробления (21,0 с), и доломитовые породы – наименьшее (5,0 с). Установлено, что значительное влияние прочностных свойств на время дробления горных пород [8].

Приведенная информация может быть использована при моделировании процессов функционирования отечественных щековых дробилок.

Работа выполнена при поддержке Минобрнауки РФ (соглашение с ПетрГУ от 20.10.2014 № 14.574.21.0108 в рамках ФЦП «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса на 2014–2020 годы»).

Список литературы

1. Васильев А.С., Шегельман И.Р., Щукин П.О. Патентный поиск в области оборудования для дезинтеграции горных пород [Текст] // Наука и бизнес: пути развития. – 2015. – №2(44). – С. 24–26.

2. Шегельман И.Р., Васильев А.С., Щукин П.О. К вопросу о повышении надежности функционирования щековых дробилок при дезинтеграции горных пород [Текст] // Новое слово в науке: перспективы развития: материалы III Междунар. науч.-практ. конф. (05.03.2015 г.). – Чебоксары: ЦНС «Интерактив плюс», 2015.

3. Шегельман И.Р., Васильев А.С., Щукин П.О. Формирование базы данных на объекты интеллектуальной собственности в области оборудования для дезинтеграции горных пород [Текст] / В сборнике: Образование и наука в современных условиях: Сборник материалов II Международной научно-практической конференции. – Чебоксары: «Интерактив плюс». 2015.

4. Шегельман И.Р., Васильев А.С., Щукин П.О. Анализ объектов интеллектуальной собственности, направленных на повышение производительности щековых дробилок [Текст] // Актуальные направления научных исследований: от теории к практике: материалы III междунар. науч.-практ. конф. (Чебоксары, 29 янв. 2015 г.). – Чебоксары: ЦНС «Интерактив плюс», 2015.

5. Refahi A., Mohandesi J. A., Rezai B. Discrete element modeling for predicting breakage behavior and fracture energy of a single particle in a jaw crusher [Текст] // International Journal of Mineral Processing, Volume 94, Issues 1–2, 19 February 2010, Pages 83–91, ISSN 0301-7516, <http://dx.doi.org/10.1016/j.minpro.2009.12.002>.

6. Legendre D., Zevenhoven R., Assessing the energy efficiency of a jaw crusher [Текст] // Energy, Volume 74, 1 September 2014, Pages 119-130, ISSN 0360-5442, <http://dx.doi.org/10.1016/j.energy.2014.04.036>

7. Numbi B. P., Zhang J., Xia X. Optimal energy management for a jaw crushing process in deep mines [Текст] // Energy, Volume 68, 15 April 2014, Pages 337–348, ISSN 0360-5442, <http://dx.doi.org/10.1016/j.energy.2014.02.100>.

8. Influence of some rock strength properties on jaw crusher performance in granite quarry [Текст] // Mining Science and Technology (China), Volume 20, Issue 2, March 2010, Pages 204–208, ISSN 1674-5264, [http://dx.doi.org/10.1016/S1674-5264\(09\)60185-X](http://dx.doi.org/10.1016/S1674-5264(09)60185-X).