

МПФ MTS-1250 не будет иметь проблем при разрушении более прочного породного массива ($\sigma_{сж} = 60\dots120$ МПа), поскольку параметры фрезерования у машины большего типоразмера лучше из-за его большой массы, в результате чего на единицу длины забоя приходится более высокая удельная нагрузка. При этом более тяжелая машина лучше обеспечивает процесс внедрения рабочего инструмента в массив, а благодаря более высокому тяговому усилию (из-за большего сцепного веса) создается концентрация больших динамических нагрузок на рабочем инструменте.

Вибрация корпуса машины, которая и на ТМ-D25 укладывалась в норму, будет минимальной, а

срок службы отдельных узлов и элементов исполнительного органа – увеличен. Кроме того, при оборудовании МПФ MTS-1250 системой встроенной диагностики, должна устраниться проблема частого технического обслуживания.

Таким образом, можно утверждать, что сформулированные направления необходимых исследований должны обеспечить получение информации для проектирования опытных (полноразмерных) образцов рабочих органов машин для поверхностного фрезерования в конкретных горнотехнических условиях их эксплуатации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Герике Б. Л. Промышленная апробация рабочего органа машины для поверхностного фрезерования крепких горных пород./ Б. Л. Герике, П. Б. Герике // Вестник КузГТУ, № 4.1. – Кемерово. – 2005. – С. 16-19.
2. Герике П. Б. Разрушение горных пород дисковым инструментом машин для послойного фрезерования. Автореферат дисс. ...канд. техн. наук./ ИУУ СО РАН. – Кемерово. – 2005. – 19 с.

□ Авторы статьи:

Герике
Борис Людвигович
- докт. техн. наук, проф.,
главный научный сотрудник
Института угля и углехимии
СО РАН

Герике
Павел Борисович
-канд. техн. наук, младший
научный сотрудник
Института угля и углехи-
мии СО РАН

УДК 622.271.4

И.А. Паначев, М.Ю. Насонов, К.В.Антонов

ОБ УЧЕТЕ ВЛИЯНИЯ ВЗРЫВНОЙ ПОДГОТОВКИ НА УПРУГИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ГОРНЫХ ПОРОД ПРИ ОЦЕНКЕ ДОЛГОВЕЧНОСТИ МЕТАЛЛОКОНСТРУКЦИЙ ДРАГЛАЙНОВ

Участившиеся в последние годы аварии различных конструкций указывают на необходимость разработки и совершенствования методик оценки их долговечности.

Эти задачи актуальны и для угольных разрезов. К числу конструкций, эксплуатируемых на угольных разрезах и наиболее подверженных повреждениям, относятся металлоконструкции драглайнов. Наиболее распространенным видом повреждений в них являются трещины.

Методы решения задач, связанных с расчетами долговечности металлических конструкций с трещинами, к настоящему времени получили достаточное

теоретическое и экспериментальное обоснование для их практического использования. Известные зависимости механики разрушения позволяют рассчитать время подрастания трещин до момента достижения ими критического размера. Однако их использование предполагает наличие данных о режиме нагружения конструкции. Для расчета кинетики роста трещин в металлических конструкциях шагающих экскаваторов с помощью методов механики разрушения необходимы данные об амплитуде и частоте возникновения размахов напряжений и внутренних усилий, действующих в зонах трещино-

образования. Режим нагружения металлоконструкций экскаватора определяется воздействием разрабатываемой среды на его ковш. В этой связи требуется описать процесс взаимодействия ковша экскаватора со взорванной горной массой, а именно получить распределения размахов усилия черпания. Это в свою очередь вызывает необходимость изучить поведение взорванной горной массы под нагрузкой.

Согласно выполненным исследованиям наибольшее влияние на поведение взорванной горной массы в процессе ее нагружения, в частности посредством ковша драглайна оказы-

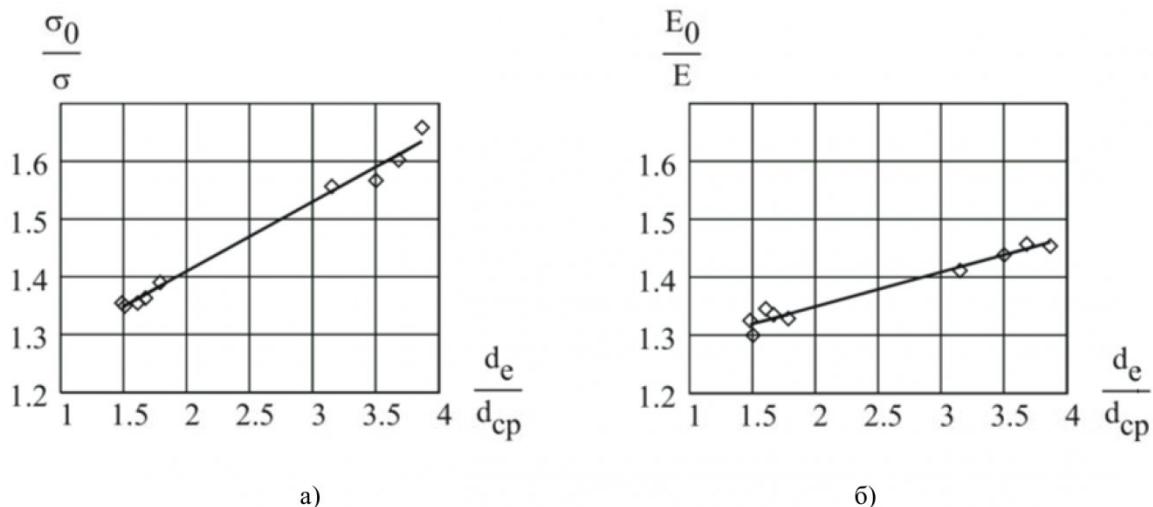


Рис. 1. Зависимости отношений характеристик горных пород до и после взрывной подготовки от отношения среднего диаметра естественной отдельности в массиве и среднего диаметра куска в развале: а) для предела прочности на сжатие; б) для модуля упругости.

вают такие ее характеристики, как параметры гранулометрического состава до и после взрывной подготовки, коэффициент разрыхления, прочностные и упругие характеристики [1-6].

Несмотря на многочисленные исследования по изучению прочностных и упругих характеристик горных пород в настоящее время отсутствуют в достаточной мере сведения, необходимые для решения рассматриваемых задач. Остается открытый вопрос о влиянии взрывной подготовки пород на эти характеристики.

С целью исследования

влияния взрыва на прочностные и упругие характеристики пород испытаниям были подвергнуты образцы горных пород угольных разрезов Кузбасса, которые изготавливались из кернов, выбуренных из кусков взорванной породы и массива. Необходимое количество образцов определялось в соответствии методами математической статистики.

Испытания проводились на вертикальной универсальной машине первого класса с гидравлическим приводом и гидравлическим силоизмерителем (типа ЦИМ-50 М). Максимальной рабочее усилие, развивае-

мое машиной, составляло 50 т.

Количество ступеней нагружения при испытаниях изменялось от 7 до 12. Нагрузка на образец подавалась через 0,5 или 1 т при постоянной скорости нагружения. Величина максимальной нагрузки на образец принималась равной 30-50% от разрушающей, установленной предварительно для образцов данных размеров.

Поперечные и продольные деформации при испытаниях образцов измерялись одновременно. Поперечные деформации определялись с помощью четырех индикаторов часового типа

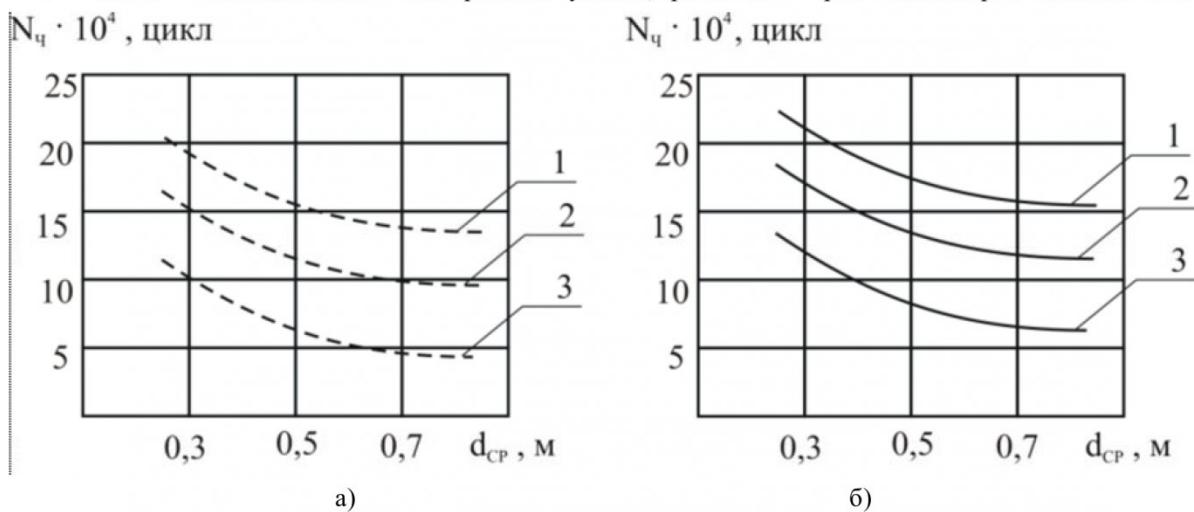


Рис. 2. Зависимость допускаемого числа циклов черпания для экскаватора ЭШ 10/70 от среднего диаметра куска в развале при начальной длине трещины:

1 – 0,005 м; 2 – 0,035 м; 3 – 0,075 м;

а) без учета влияния взрыва на модуль упругости породы;
б) с учетом влияния взрыва на модуль упругости породы.

с ценой деления 0,001 мм. Для крепления индикаторов использовалось специальное приспособление в виде опорного кольца, закрепленного на образце четырьмя винтами. Между образцом и крепежными винтами помещались резиновые прокладки толщиной 3-4 мм, которые позволили устраниТЬ влияние крепежа на деформации образца. Индикаторы в опорном кольце располагались перпендикулярно друг другу и закреплялись в нем винтами.

Опорное кольцо с индикаторами крепилось горизонтально в средней плоскости образца по его длине, а места упора головок индикаторов в поверхность образца шлифовались до зеркальной поверхности. Подготовленный к испытанию образец устанавливался между верней и нижней опорами пресса, одна из которых имела шаровую форму, позволяющую осуществлять центральную передачу сжимающей нагрузки.

В результате проведенных экспериментов были получены значения характеристик пород в образце:

- предела прочности на сжатие до взрывной подготовки σ_0 ;
- предела прочности на сжатие после взрывной подготовки σ ;
- модуля продольной упругости до взрывной подготовки E_0 ;
- модуля продольной упругости после взрывной подготовки E ;
- коэффициента Пуассона до взрывной подготовки μ_0 ;
- коэффициента Пуассона после взрывной подготовки μ .

Установлено, что для пределов прочности на сжатие и модулей продольной упругости всех исследованных пород значения статистики Вилкоксона меньше критического, для коэффициента Пуассона – больше критического. Из этого следует, что для всех пород различия значений пределов прочности на сжатие и модулей продоль-

ной упругости значимы, коэффициентов Пуассона – незначимы.

На рис.1 приведены зависимости отношений прочностных и упругих характеристик пород до и после взрывной подготовки от отношения среднего диаметра естественной отдельности в массиве d_e и среднего диаметра куска в развале d_{cp} .

Из рис. 1 видно, что эти зависимости близки к линейным. Регрессионный анализ в данном случае сводился к определению коэффициентов в уравнениях регрессии вида $Y = KX + B$, где Y – отношение значений характеристики (предела прочности на сжатие либо модуля упругости) до и после взрывной подготовки; K , B – коэффициенты регрессии; $X = d_e/d_{cp}$.

В результате регрессионного анализа установлено, что:

для зависимости, описывающей изменение предела прочности на сжатие

$$K = 0,12; B = 1,17;$$

для зависимости, описывающей изменение модуля упругости

$$K = 0,06; B = 1,23.$$

Таким образом, уравнения регрессии, описывающие изменение предела прочности на сжатие и модуля упругости, имеют вид, соответственно

$$\frac{\sigma_0}{\sigma} = 0,12 \cdot \frac{d_e}{d_{cp}} + 1,17; \quad (1)$$

$$\frac{E_0}{E} = 0,06 \cdot \frac{d_e}{d_{cp}} + 1,23, \quad (2)$$

Вычисленное значение модуля продольной упругости после взрывной подготовки используется при вычислении размахов усилия черпания взорванной горной массы ковшом драглайна.

Величина размаха этого усилия определяется максимальным значением силы отпора $P_{EL,MAX}$, действующей на кусок, вдавливаемый во взорванную горную массу посредством ковша драглайна и рассматриваемый как штамп, вдавливаемый в сыпучую среду.

Согласно проведенным исследованиям [3],

$$P_{EL,MAX} = C_d \cdot \Delta_{EL,MAX} \cdot F \quad (3)$$

где C_d – коэффициент упругого сжатия взорванной горной массы; $\Delta_{EL,MAX}$ – максимальная упругая деформация взорванной горной массы под штампом (перемещение штампа вглубь сыпучего тела), F – площадь штампа.

$$\Delta_{EL,MAX} = k_\Delta d, \quad (4)$$

где k_Δ – коэффициент, зависящий от гранулометрического состава; d – размер штампа;

$$\left\{ \begin{array}{l} k_\Delta = \frac{0,0045}{\left(\frac{d}{d_{cp}} \right)^{0,6}}, \frac{d}{d_{cp}} > 1; \\ k_\Delta = 0,0045, \frac{d}{d_{cp}} \leq 1. \end{array} \right. \quad (5)$$

$$C_d = \frac{E \cdot k_c}{(1 - \mu^2) \sqrt{F} \cdot \omega}, \quad (6)$$

где E , μ – соответственно модуль упругости и коэффициент Пуассона материала частиц, слагающих сыпучее тело; ω – коэффициент, учитывающий соотношение размеров штампа; k_c – параметр, зависящий от коэффициента разрыхления сыпучей среды.

Величина E в формуле (6) определяется в соответствии с зависимостью (2).

Данные о размахах усилия черпания, полученные с применением представленных формул, используются для оценки долговечности металлоконструкций драглайнов. При этом долговечность выражается в допускаемом числе циклов черпания (объеме переработанной взорванной горной массы), до достижения которого обеспечивается безаварийная эксплуатация экскаваторов.

Учет влияния взрывной подготовки на изменение модуля упругости горной породы позволяет оценивать долговечность более точно. В качестве примера представлены зависимости допускаемого числа циклов черпания от среднего диа-

метра куска в развале для экскаватора ЭШ 10/70 (рис. 2).

При учете влияния взрывного дробления на изменение модуля упругости горной породы расчетная продолжитель-

ность межремонтного периода, выраженная в циклах черпания, увеличивается в 1,16-1,56 раза. Уточнение межремонтных сроков позволяет исключить остановки экскаваторов на ремонт в

тех случаях, когда в этом нет необходимости. Это приводит к сокращению времени межремонтных простоев и тем самым способствует повышению производительности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. *Музгин С.С. Экскавация крупнокусковой горной массы.* – Алма-Ата: 1973. – 121с.
2. *Снимко Н.К. Статическое и динамическое давление грунтов и расчет подпорных стенок.* - Л.: Стройиздат, Ленинградское отделение. 1972. – 207 с.
3. *Антонов К.В. О поведении крупнокусковой сыпучей среды при вдавливании в нее жестких штампов / К.В. Антонов, М.Ю. Насонов, И.А.Паначев // Вестник КузГТУ.* – 2004. – № 1. С. 9-13.
4. *Антонов К.В. Оценка долговечности металлоконструкций шагающих экскаваторов при разработке взорванных скальных пород на угольных разрезах Кузбасса / К.В. Антонов, М.Ю. Насонов, И.А.Паначев // Современное состояние и перспективы развития горнодобывающих отраслей промышленности: Материалы II-й международной научно-практической конференции – г.Рудный, Республика Казахстан, 2004. – С. 220-223.*
5. *Антонов К.В. Об учете неоднородности разрыхления развала взорванной горной массы при оценке долговечности металлоконструкций шагающих экскаваторов / К.В. Антонов, М.Ю. Насонов, И.А.Паначев // Энергетическая безопасность России. Новые подходы к развитию угольной промышленности: Материалы международной научно-практической конференции – Кемерово, 2004. – С.67-69.*
6. *Антонов К.В. Об использовании математических моделей поведения взорванной горной массы под нагрузкой в рамках методики оценки ресурса металлоконструкций драглайнров/ К.В. Антонов, М.Ю. Насонов, И.А.Паначев // Природные и интеллектуальные ресурсы Сибири. Сибресурс 2004: Материалы X-й международной научно-практической конференции – Кемерово, 2004. – С.162-164.*
7. *Паначев И.А. Управление процессом взрывной подготовки пород при открытой разработке свиты угольных пластов. – Дисс ... доктора технических наук. – Кемерово, 1992. – 281с.*

Авторы статьи:

Паначев
Иван Андреевич
- доктор технических наук,
профессор, зав. каф.сопротивления
материалов

Насонов
Михаил Юрьевич
- кандидат технических наук,
доцент каф.сопротивления ма-
териалов

Антонов
Кирилл Викторович
- инженер, ассистент каф. со-
противления материалов