

проведение изменений, исключает ошибки и связанные с ними дефекты, а, следовательно, избавляет от рекламаций, судебных исков и значительных затрат на устранение дефектов.

Литература

1. ИСО 9001-2008 Система менеджмента качества. Требования.
2. FMEA Анализ видов и последствий потенциальных отказов / Крайслер Корп., Форд Мотор Компани. Руководство 4-е издание, 2008.
3. СТ РК ИСО 540-2011 Антрацит и кокс. Определение плавкости золы.
4. ГОСТ 2057-94 Топливо твердое минеральное. Методы определения плавкости золы.
5. ISO 540-2008 Hard coal and coke. Determination of ash fusibility.
6. ISO 1171-2010 Solid mineral fuels. Methods for determination of ash.

622.261

## **СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ СТВОЛА В ПЕРИОД РЕКОНСТРУКЦИИ ПРИ РАССЕЧКЕ КАМЕР ЗАГРУЗОЧНЫХ УСТРОЙСТВ**

**Пашкова О.В.**

*Ростовский государственный университета путей сообщения,  
г. Ростов-на-Дону, Россия*

*В статье рассматривается влияние зон возможного разрушения пород на напряжения в крепи при сооружении приствольных выработок*

При сооружении приствольных выработок в период реконструкции их рассечка может производиться в направлении от ствола или к нему [1].

Последовательность работ по сооружению камеры загрузочных устройств в направлении к стволу представлена на рис. 1.

На первом этапе проходки к стволу проходится одна или две подводящие горизонтальные выработки с оставлением у ствола породного целика необходимых размеров.

На втором этапе проходится восстающий гезенк до проектной отметки кровли камеры.

На третьем этапе гезенк расширяется до проектных размеров камеры, выполняется разборка породного целика, и возведение постоянной крепи камеры.

Выполним поэтапное моделирование сооружения приствольной камеры по рассмотренной технологии в различных условиях.

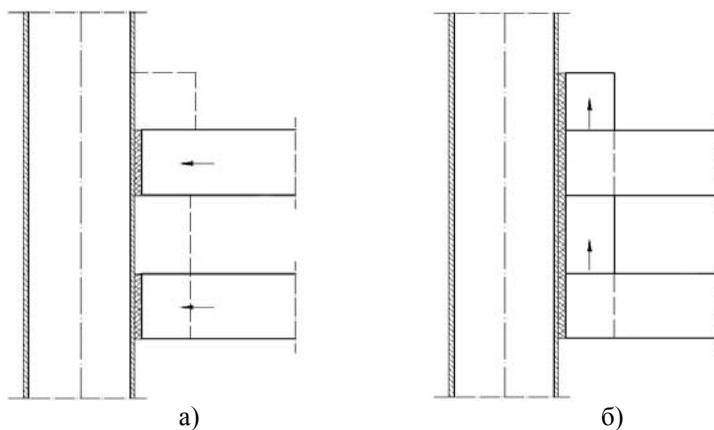


Рис. 1. Последовательность работ по расчистке камеры загрузочных устройств в направлении к стволу: а) первый этап проходки; б) второй этап проходки

В настоящее время для прогнозирования размера зоны разрушения пород наиболее широко используется метод упругого наложения, суть которого заключается в том, что напряжения, определяемые из решения для упругой модели массива, ослабленного выработкой, сопоставляются с прочностью вмещающих пород. Области, в пределах которых принятое условие прочности не выполняются, считаются разрушенными.

Недостатком этого метода является невозможность учета изменяющихся под нагрузкой свойств пород и влияния образующихся зон разрушения на последующее распределение напряжений.

Используемый в настоящем исследовании методом конечных элементов шагово-итерационный метод, учитывающий нелинейность деформирования материалов, позволяет исключить этот недостаток. В связи с этим был выполнен комплекс исследований по следующему алгоритму.

В результате ряда последовательных приближений при пошаговом изменении деформационных характеристик пород определяется картина распределения эквивалентных напряжений от контура выработок вглубь породного массива на первом этапе расчистки приствальной выработки. После проверки критерия прочности пород Кулона-Мора выявляются зоны разрушения пород. Далее для пород, расположенных в зоне разрушения, задается остаточная прочность  $k_{осм} \cdot R_{сж}$ . После этого выполняется серия расчетов с учетом влияния разрушенной зоны и определяется окончательная картина распределения напряжений и деформаций в породном массиве в зоне расчистки приствальной выработки на первом этапе. Далее аналогичное исследование с учетом полученных данных производится для второго этапа

сооружения камер.

В результате обработки полученных данных установлено, что наличие вокруг выработки зоны разрушенных пород влияет на интенсивность напряжений в породном массиве.

На рис. 2 представлены графики изменения относительных эквивалентных напряжений (максимальные напряжения на контуре приняты за единицу) от контура боковой грани подводящей выработки, шириной  $r$  вглубь массива при отсутствии зоны разрушения и при ее ширине 1,5 м.

Наличие локальной зоны разрушения приводит к увеличению области пород вокруг выработки, в которой наблюдается напряженное состояние объемного растяжения, а также росту интенсивности напряжений в породах, контактирующих с разрушенной зоной.

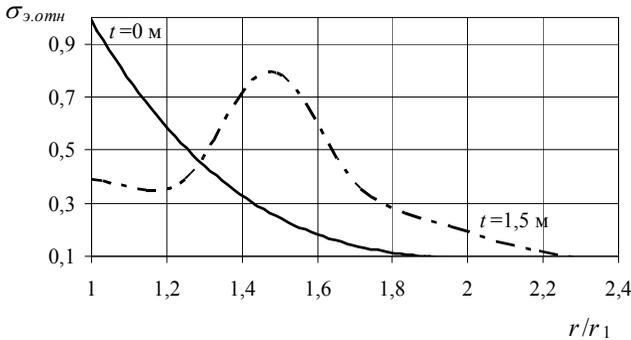


Рис. 2. Динамика изменения эквивалентных напряжений от контура выработки вглубь ствола

Образующаяся зона разрушенных пород оказывает влияние на интенсивность эквивалентных напряжений в крепи ствола. На рис. 3 рассмотрена зависимость параметра  $K_{вл}$ , представляющего собой отношение интенсивности максимальных эквивалентных напряжений в крепи ствола в зоне влияния выработки к аналогичным величинам на обычном участке ствола от размера локальной зоны разрушения пород  $t_1$ .

Моделирование второго этапа проходки показывает, что в окрестности боковых стенок восстающего гезенка возможно образование локальной зоны разрушения пород, шириной  $t_2$ . При этом на размер зоны оказывает влияние величина зоны  $t_1$  в боках подводящей выработки. Зависимость относительного увеличения зоны  $t_2$  от размера зоны  $t_1$  представлена на рис. 4 и имеет характер, близкий к линейному.

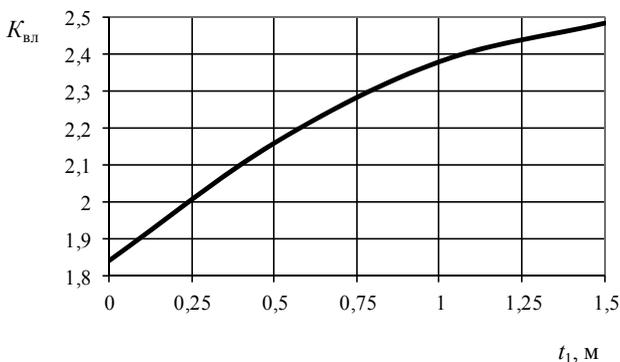


Рис. 3. Зависимость параметра  $K_{\text{вл}}$  в крепи ствола от размера локальной зоны разрушения пород  $t_1$

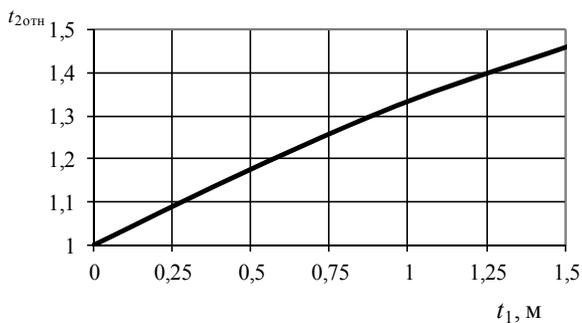


Рис. 4. Зависимость величины относительного увеличения зоны  $t_2$  от размера локальной зоны разрушения пород  $t_1$

На рис. 5 приведена зависимость параметра  $K_{\text{вл}}$  от размера зоны  $t_2$ . Высотная отметка точки определения напряжений в рассматриваемом случае соответствует половине высоты гезенка.

Таким образом, возникновение возможных зон разрушения пород при поэтапном строительстве приствольной выработки приводит к увеличению интенсивности эквивалентных напряжений в крепи, находящейся в зоне влияния выработок.

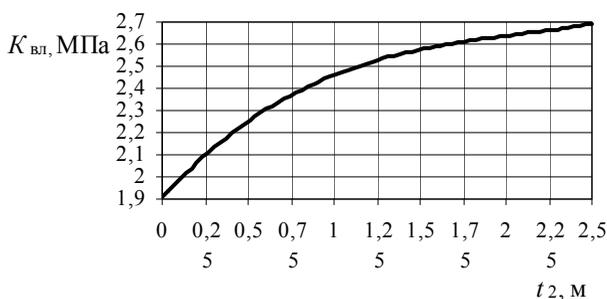


Рис. 5. Зависимость параметра  $K_{\text{вл}}$  в крепи ствола от размера локальной зоны разрушения пород  $t_2$

#### Литература

1. Плешко М.С. О взаимном влиянии факторов, определяющих эффективность строительства и эксплуатации вертикального ствола // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2012. – № 8. – С. 53 - 56.

УДК 622.02: 539.2/8: 530.1

### **ПРИМЕНЕНИЕ ТЕОРИИ ФРАКТАЛОВ ПРИ РАЗРАБОТКЕ ДИАГНОСТИЧЕСКИХ КРИТЕРИЕВ БЕЗОПАСНОГО ВЕДЕНИЯ ГОРНЫХ РАБОТ В УСЛОВИЯХ ДОНБАССА**

**Пимоненко Л.И.<sup>1</sup>, Макеев С.Ю.<sup>1</sup>, Каргаполов А.А.<sup>1</sup>, Ткаченко А.В.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Институт геотехнической механики им. Н.С. Полякова НАН Украины <sup>2</sup>Публичное акционерное общество «Шахта им. А.Ф. Засядько»

*Для обеспечения безопасности проведения очистных и подготовительных выработок на основе совершенствования известных методов и технологий оперативного контроля рассмотрен вопрос применения теории фракталов. В результате обработки результатов сейсмологических наблюдений при выемке угля на трех лавах сформулирован диагностический критерий прогноза состояния углепородного массива.*

Увеличение глубин разработки действующих шахт ведет к усложнению горно-геологических условий: снижению устойчивости выработок, изменению напряженно-деформированного состояния массива, увеличению газоносности и выбросоопасности, ухудшению экологии окружающей среды. Наибольший экономический и социальный урон наносит газодинамические явления. Ликвидация последствий выбросов снижает темпы проведения горных работ и требует дополнительных непроизводительных затрат, что удорожает стоимость угля, делает его не конкурентно способным. По-