



Всемирная ассоциация выставочной индустрии
Российский союз выставок и ярмарок
Торгово-промышленная Палата РФ



УГОЛЬ и МАЙНИНГ **РОССИИ** **2 0 1 7**



СИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ИНДУСТРИАЛЬНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ

Наукоемкие технологии разработки и использования минеральных ресурсов



Новокузнецк
2017

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Сибирский государственный индустриальный университет»
ВК «Кузбасская ярмарка»



Посвящается 400-летию города Новокузнецка

НАУКОЕМКИЕ ТЕХНОЛОГИИ РАЗРАБОТКИ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МИНЕРАЛЬНЫХ РЕСУРСОВ

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ

№3 - 2017

Главный редактор
д.т.н., проф. Фрянов В.Н.

Редакционная коллегия:
чл.-корр. РАН, д.т.н., проф. Клишин В.И., д.т.н., проф. Мышляев Л.П.,
д.т.н. Павлова Л.Д. (технический редактор), д.т.н. Палеев Д.Ю.,
д.т.н., проф. Домрачев А.Н., д.э.н., проф. Петрова Т.В.

Н 340 Наукоемкие технологии разработки и использования минеральных ресурсов : науч. журнал / Сиб. гос. индустр. ун-т; под общей ред. В.Н. Фрянова. – Новокузнецк, 2017. - № 3. – 484 с.

Рассмотрены аспекты развития инновационных наукоёмких технологий диверсификации угольного производства и обобщены результаты научных исследований, в том числе создание роботизированных и автоматизированных угледобывающих и углеперерабатывающих предприятий, базирующиеся на использовании прорывных технологий добычи угля и метана, комплексной переработке этих продуктов в угледобывающих регионах и реализации энергетической продукции потребителям в виде тепловой и электрической энергии.

Журнал предназначен для научных и научно-технических работников, специалистов угольной промышленности, преподавателей, аспирантов и студентов вузов.

Номер подготовлен на основе материалов Международной научно-практической конференции «Наукоемкие технологии разработки и использования минеральных ресурсов», проводимой в рамках специализированной выставки технологий горных разработок «Уголь России и Майнинг» (Новокузнецк, 6-9 июня 2017 г).

Конференция проведена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований, проект № 17-05-20150

Основан в 2015 г.
Выходит 1 раз в год

Учредитель - Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Сибирский государственный индустриальный университет»

УДК 622.2
ББК 33.1

© Сибирский государственный
индустриальный университет, 2017

Сибирский государственный индустриальный университет, г. Новокузнецк, Россия РАЗРАБОТКА ИЗНОСОСТОЙКОЙ ПОРОШКОВОЙ ПРОВОЛОКИ СИСТЕМЫ Fe-C-Si-Mn-Cr-Ni-Mo-V ДЛЯ НАПЛАВКИ ДЕТАЛЕЙ ГОРНОШАХТНОГО ОБОРУДОВАНИЯ	131
Осетковский И.В., д.т.н. Козырев Н.А., к.т.н. Кибко Н.В., д.т.н. Попова М.В., Гусев А.И. Сибирский государственный индустриальный университет, г. Новокузнецк, Россия ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ ПОРОШКОВОЙ ПРОВОЛОКИ СИСТЕМЫ Fe-C-Si-Mn-Cr-Mo-Ni-V-Co ДЛЯ УПРОЧНЕНИЯ УЗЛОВ И ДЕТАЛЕЙ ОБОРУДОВАНИЯ ГОРНОРУДНОЙ И УГЛЕДОБЫВАЮЩЕЙ ОТРАСЛЕЙ.....	135
Гусев А.И., д.т.н. Козырев Н.А., к.т.н. Кибко Н.В., д.т.н. Попова М.В., Осетковский И.В. Сибирский государственный индустриальный университет, г. Новокузнецк, Россия НОВЫЕ СВАРОЧНЫЕ ФЛЮСЫ НА ОСНОВЕ ШЛАКА СИЛИКОМАРГАНЦА ДЛЯ НАПЛАВКИ И СВАРКИ ПЕРЕКРЫТИЙ И ОСНОВАНИЙ ШАХТНОЙ КРЕПИ.....	140
к.т.н. Крюков Р.Е., д.т.н. Козырев Н.А., к.т.н. Усольцев А.А., Козырева О.Е., Липатова У.И. Сибирский государственный индустриальный университет, г. Новокузнецк, Россия РЕЗЮМЕ ПРОЕКТА «ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИЯ НАБРЫЗГБЕТОНИРОВАНИЯ ТЕРМИТОН®» ДЛЯ ИНВЕСТОРА.....	148
¹ к.т.н. Волченко Г.Н., ² Ярыгин И.Г., ³ д.т.н. Фрянов В.Н. 1 - Сибирская инжиниринговая компания ООО «СИБКОМ», г. Новокузнецк, Россия 2 – Рекламное агентство ООО «Ярд Ярыгин Дизайн», г. Санкт-Петербург, Россия 3 - Сибирский государственный индустриальный университет, г. Новокузнецк, Россия АЛГОРИТМ ВЕРОЯТНОСТНОЙ ОЦЕНКИ ДЛИТЕЛЬНОСТИ ПРОСТОЕВ КОМПЛЕКСНО- МЕХАНИЗИРОВАННОГО ОЧИСТНОГО ЗАБОЯ	153
¹ д.т.н. Домрачев А.Н., ¹ Риб С.В., ² к.т.н. Говорухин Ю.М., ² к.т.н. Криволапов В.Г. 1 – Сибирский государственный индустриальный университет, г. Новокузнецк, Россия 2 – ФГКУ «Национальный горноспасательный центр», г. Новокузнецк, Россия ЛАБОРАТОРНЫЙ СТЕНД ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ДЕФОРМАЦИЙ ГОРНЫХ ПОРОД В ОКРЕСТНОСТИ ВЫРАБОТКИ НА ПЛАСТАХ СЛОЖНОГО СТРОЕНИЯ	155
Риб С.В. Сибирский государственный индустриальный университет, г. Новокузнецк, Россия СПОСОБ КОМПЛЕКСНОЙ ОТКРЫТО-ПОДЗЕМНОЙ РАЗРАБОТКИ УГОЛЬНЫХ ПЛАСТОВ.....	157
к.т.н. Черных Н.Г. АО «Гидроуглестрой», г. Новокузнецк, Россия О ТОЖДЕСТВЕННОСТИ ГЕНЕЗИСА УГЛЕВОДОРОДОВ И РУДНЫХ ТЕЛ В НЕДРАХ ЗЕМЛИ.....	161
к.т.н. Черных Н.Г. АО «Гидроуглестрой», г. Новокузнецк, Россия РЕСУРСНЫЕ РЕГИОНЫ: КАЧЕСТВЕННЫЕ И КОЛИЧЕСТВЕННЫЕ КРИТЕРИИ ВЫДЕЛЕНИЯ	163
^{1,2} к.т.н. Каган Е.С., ^{1,2} к.э.н. Гоосен Е.В. ¹ Федеральный исследовательский центр угля и углехимии СО РАН, г. Кемерово, Россия ² Кемеровский государственный университет, г. Кемерово, Россия	
ГОРНЫЕ МАШИНЫ И ТРАНСПОРТНЫЕ СИСТЕМЫ ДЛЯ ГОРНОДОБЫВАЮЩЕЙ ОТРАСЛИ.....	171
ПОВЫШЕНИЕ МОЩНОСТИ ПОГРУЖНОГО ПНЕВМОУДАРНИКА ПРЯМОЛИНЕЙНО НАПРАВЛЕННОГО БУРЕНИЯ	173
чл.-корр. РАН, д.т.н. Клишин В.И., к.т.н. Тимонин В.В., к.т.н. Кокоулин Д.И., Алексеев С.Е., к.т.н. Кубанычбек Б. Институт горного дела им. Н.А. Чинакала СО РАН, г. Новосибирск, Россия ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ ТЕХНОЛОГИИ НАПРАВЛЕННОГО ГИДРОРАЗРЫВА ПОРОД КРОВЛИ С ЦЕЛЮ ОБЕСПЕЧЕНИЯ УСТОЙЧИВОГО СОСТОЯНИЯ СОХРАНЯЕМОЙ ВЫРАБОТКИ В УСЛОВИЯХ ШАХТЫ «ЕСАУЛЬСКАЯ»	177

**АЛГОРИТМ ВЕРОЯТНОСТНОЙ ОЦЕНКИ ДЛИТЕЛЬНОСТИ ПРОСТОЕВ
КОМПЛЕКСНО-МЕХАНИЗИРОВАННОГО ОЧИСТНОГО ЗАБОЯ**¹д.т.н. Домрачев А.Н., ¹Риб С.В., ²к.т.н. Говорухин Ю.М., ²к.т.н. Криволапов В.Г.**1 – Сибирский государственный индустриальный университет, г. Новокузнецк, Россия****2 – ФГКУ «Национальный горноспасательный центр», г. Новокузнецк, Россия**

Аннотация. Рассмотрено решение задачи оценки длительности простоев очистных забоев вследствие обрушения пород кровли горных выработок. Предложен вероятностный подход на основе нормального распределения. Приведены результаты вероятностной оценки состояния горных выработок.

Ключевые слова: обрушение пород кровли, генератор случайных чисел, нормальное распределение, длинный очистной забой.

В настоящее время большая часть шахт в России осуществляет отработку запасов угольных пластов по схеме «шахта - лава», когда вся шахтная угледобыча сосредоточена в одном высокопроизводительном длинном очистном забое. Любые остановки лавы вследствие сбоев в одном из технологических звеньев шахты приводят к значительным финансовым потерям. В Кузбассе высокие показатели нагрузки на очистной комплексно-механизированный забой были достигнуты при отработке средней мощности и мощных пластов, подготовленных параллельными выработками с широкими целиками между ними. Одной из основных тенденций в технологии отработки угольных пластов длинными забоями при выборе схемы подготовки выемочных участков является обеспечение полного использования технических возможностей применяемого оборудования при решении вопросов газовыделения, предотвращения газогеохимических явлений, а также минимизации потерь угля в целиках. С увеличением глубины ведения горных работ на шахтах все более актуальными становятся проблемы, связанные с негативными проявлениями горного давления на выемочных участках [1], горно-геологические условия большинства которых характеризуются как сложные.

Производимые попытки группировки месторождений (и их участков) по сложности горно-геологических условий для реализации эффективных технологии подземной угледобычи не в полной мере исключают аварийные ситуации [2].

Известно, что технико-экономические показатели проведения и поддержания подготовительных выработок, а также ведения очистных работ зависят от случайных факторов. Учитывая то, что объективная геологическая информация о характеристиках угольного пласта и вмещающих пород формируется на ограниченной базе данных разведочных скважин и эксплуатационной разведки в процессе ведения горных работ, возникает трудность принятия надёжных технологических решений из-за изменчивости горно-геологических условий [3, 4].

Устойчивое состояние подготовительных горных выработок, оконтуривающих выемочный столб и закреплённых анкерной крепью, имеет первостепенное значение. Для обеспечения контроля за состоянием этих выработок на шахтах ОАО «СУЭК Кузбасс» функционирует технологическая служба крепления выработок. Силами этой службы проводятся натурные исследования и разрабатываются рекомендации по повышению качества возведения анкерной крепи в условиях увеличения нагрузок на очистные забои при возрастании глубины разработки [5]. Однако в сложных условиях происходит нарушение нормального состояния выработок и возникновение опасных деформаций крепи в виде обрушения пород кровли, отслоения пород с боков выработок, пучения пород почвы; деформации шайб у анкеров с разрывом их отверстий, отсутствия контакта подхватов с породами кровли или углем в боках выработки, разрывов и провисания решетчатой или сетчатой металлической затяжки между подхватами и др.

Производственный опыт отработки выемочных участков комплексно-механизированными очистными забоями позволяет выделить ряд положений, характеризующих факторы простоев очистного оборудования:

- переход очистным забоем разрывных геологических нарушений, при котором для обеспечения эффективной отработки запасов необходимо разрабатывать и осуществлять дополнительные мероприятия;

- подготовка запасов выемочных участков по многоштрековой схеме (например, три штрека), при которой возникают сложности поддержания частично сохраняемого газодренажного штрека;
- перенос участковой конвейерной линии на вентиляционный штрек в случае интенсивного пучения пород почвы конвейерного штрека для подачи в очистной забой свежего воздуха и ограниченного передвижения людей [6];
- сложность оперативного ремонта горных выработок и доставки оборудования при опасном проявлении горного давления в выемочном столбе;
- разрушение угольных целиков и большие деформации охраняемых ими выработок в зонах повышенного горного давления.

В этой связи актуальной задачей является оценка нагрузки на очистной забой как случайной величины, зависящей от указанных осложняющих факторов, в том числе связанных с изменением состояния выемочных выработок [7, 8].

При решении поставленной задачи предлагается использовать вероятностный подход для оценки вероятности обрушения пород кровли горной выработки, основные принципы которого изложены в [9]. Обрушение пород кровли рассматривается как редкое случайное событие, подчиняющееся пуассоновскому распределению, генераторы случайных чисел на основе которого приведены в [10]. Использование аналитических зависимостей, полученных в [9], позволяет оценить параметр λ пуассоновского распределения по известному значению вероятности обрушения пород кровли для дальнейшего использования при генерации их количества. Такая оценка производится путем аналитического или численного решения уравнения, которое получается при подстановке значения вероятности обрушения пород кровли в зависимость, описывающую закон Пуассона.

Отдельной проблемой является оценка длительности простоя (восстановления выработки), для которой может быть использован генератор случайных чисел с нормальным распределением [10, 11]. Укрупненная структурная схема оценки длительности простоев при обрушении пород кровли в модели технологической схемы длинного комплексно-механизированного забоя приведена на рис. 1.



Рис. 1. Укрупненная структурная схема оценки длительности простоев при обрушении пород кровли выработки

На основе предложенного вероятностного подхода была выполнена оценка состояния горных выработок при расчетной вероятности обрушения пород кровли $p=0,04$. Длительность периода наблюдений составила 7 месяцев, результаты приведены в табл. 1. Средняя частота обрушения пород кровли за все периоды составила 0,0398, что близко к заявленной вероятности $p=0,04$.

Таблица 1

Вероятностная оценка состояния горных выработок							
Период наблюдений, мес.	1	2	3	4	5	6	7
Частота обрушения пород кровли выработок	0,0356	0,0356	0,0356	0,0600	0,0438	0,0300	0,0384

Вывод. Таким образом, полученные результаты подтверждают возможность использования предложенного вероятностного подхода для оценки фактического времени работы выемочного участка.

Библиографический список

1. Казанин О. И. О проектировании технологических схем подготовки и отработки выемочных участков угольных пластов [Текст] / О. И. Казанин, В. В. Козулин, М. В. Барабаш, Е. П. Ютяев // Уголь. — 2010. — №6. — С. 24-28.
2. Совершенствование методики оценки влияния горно-геологических условий на технико-экономические показатели работы угольных шахт / А.А. Сидоренко, С.А. Сидоренко, П.В. Кожарский // Записки Горного института. 2013. Том №201.- С.236-240.
3. Обоснование технико-технологических параметров по управлению состоянием подготовительных и очистных выработок на основе комплексной оценки горно-геологических условий / А.Б. Копылов, И.И. Савин, Э.М. Соколов, А.Е. Харламов // Известия ТулГУ. Технические науки. 2013. №12-2 С.264-272.
4. Смирнов А.В. Факторы, влияющие на безопасную и высокопроизводительную работу очистных забоев/ А.В. Смирнов, А.В. Ремезов // Вестник КузГТУ. 2005. №4.1 С.36-40.
5. Организация непрерывного контроля за состоянием анкерной крепи горных выработок на шахтах ОАО «СУЭК-КУЗБАСС» / О.И. Казанин, Е.П. Ютяев, А.Ю. Ермаков // Горный информационно-аналитический бюллетень. — 2013. — № 4. — С. 253–256.
6. Закономерности формирования зон повышенного горного давления под влиянием угольного целика-штампа при отработке свиты пластов/ С.В. Риб, В.Н. Фрянов, В.А. Волошин, А.А. Черепов // Горный информационно-аналитический бюллетень. — 2015. - №7. — С. 23- 29.
7. Домрачев А.Н. Моделирование технологической схемы действующей шахты современного технического уровня А.Н. Домрачев, Т.М. Кутцар. - Научные технологии разработки и использования минеральных ресурсов : сб. науч. статей междунар. науч.-практ. конф. / Сиб. гос. индустр. ун-т ; ЗАО «Кузбасская ярмарка» ; под ред. В.Н. Фрянова. — Новокузнецк : СибГИУ, 2009. - С. 103-107.
8. Домрачев А.Н. Сравнительная оценка аналитического расчета и результатов имитационного моделирования нагрузки на длинный комплексно-механизированный очистной забой/ А.Н. Домрачев, С.В. Риб. - Вестник Сибирского государственного индустриального университета №3 (17)/ Сиб. гос. индустр. ун-т; под общ. редакцией Е.В.Протопопова, М.В.Темлянцева. - Новокузнецк: Изд. центр СибГИУ, 2016. - С.8-10
9. Домрачев А.Н. Адаптация методики оценки риска обрушения выработок к условиям шахт юга Кузбасса/ А.Н.Домрачев, А.М.Никитина, С.В.Риб// Известия Тульского государственного университета. Науки о Земле. Вып. 4. Тула: Изд-во ТулГУ, 2016. - С.81 — 89.
10. William H. Press Numerical Recipes in C++/ William H. Press, Saul A. Teukolsky, William T. Vetterling, Brian P. Flannery// Cambridge University Press, 2002. — 976 p.
11. Домрачев А.Н. К вопросу об особенностях реализации генераторов случайных чисел при моделировании воспроизводства очистного фронта на шахте/ А.Н.Домрачев, К.Д.Лукин. — Горный информационно-аналитический бюллетень / МГГУ. — 2008. - № 8. — С. 24-27.

УДК 622.023

ЛАБОРАТОРНЫЙ СТЕНД ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ДЕФОРМАЦИЙ ГОРНЫХ ПОРОД В ОКРЕСТНОСТИ ВЫРАБОТКИ НА ПЛАСТАХ СЛОЖНОГО СТРОЕНИЯ

Риб С.В.

Сибирский государственный индустриальный университет, г. Новокузнецк, Россия

Аннотация. Описана конструкция лабораторного стенда, который спроектирован и изготовлен для определения деформаций горных пород в окрестности выработки на пластах сложного строения. Лабораторный стенд предназначен для проведения физического эксперимента на эквивалентных материалах. Получаемые на этапе физического моделирования результаты влияния породных прослоек на деформации угольного пласта и окружающего горного массива в окрестности горной выработки служат в качестве входных параметров для численного моделирования.

Ключевые слова: лабораторный стенд, эквивалентные материалы, физический эксперимент, горная выработка, пласт сложного строения, деформации.