

- массовая доля твердой фазы до 66,1%;
- зольность от 24,6% до 42,8%;
- эффективная вязкость для скорости сдвига 81 с-1 при температуре 20 °С от 120 мПа·с до 400 мПа·с;
- низшая теплота сгорания ВУТ от 10,51 МДж/кг до 12,09 МДж/кг;
- статическая стабильность от 10 до 30 суток.

На основании проведенных исследований разработаны технологические схемы приготовления суспензионного угольного топлива на основе смеси фильтр-кека и угля (промпродукта) ОФ «Междуреченская», произведен расчет технологических регламентов приготовления ВУТ.

Таким образом нами показана возможность приготовления суспензионного угольного топлива на основе смеси фильтр-кеков и продуктов обога-

щения с теплотехническими характеристиками необходимыми для эффективного сжигания (уголь, промпродукт) ОФ «Междуреченская».

Разработаны технологические схемы приготовления водоугольного топлива (ВУТ) из предлагаемых смесей и определены технологические показатели.

Материалы статьи подготовлены в процессе реализации проекта в рамках частно-государственного партнерства в сфере реализации комплексного проекта по созданию высокотехнологичного производства при финансовой поддержке правительства Российской Федерации (шифр 2010-218-02-174 «Разработка технологии и создание пилотного образца автоматизированного энергогенерирующего комплекса, работающего на отходах углеобогащения»).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Разработка и создание технологического комплекса по сжиганию тонкодисперсных отходов углеобогащения в котельной ОАО «Междуречье». В.И. Мурко, В.И. Федяев, В.И. Карпенко, В.П. Мастихина, Х.Л. Айнетдинов, А.В. Яковенко, В.А. Бугров, П.С. Воскобойников. Уголь Кузбасса, 2010, №4, с. 102-103.

□ Авторы статьи:

Вахрушева Галина Дмитриевна, ведущий инженер
СибГИУ,
т. 89617177488

Мурко
Василий Иванович,
докт. техн. наук., проф.,
рук. лаборатории Сиб-
ГИУ,
e-mail: sib_eco@kuz.ru

Федяев
Владимир Иванович,
генеральный директор
ЗАО НПП «Сибэкотехни-
ка»,
т. 89617177459

Карпенко
Виктор Иванович, стар-
ший научный сотрудник
СибГИУ,
т. 89617177419

Мастихина
Вера Павловна,
старший научный сотруд-
ник, СибГИУ,
т. 89617177496

Дзюба
Дмитрий Анатольевич,
старший научный сотруд-
ник, СибГИУ,
т. 89617177430

УДК 622.831; 622.2; 622.235

Ю. А. Рыжков, В. А. Еременко

РАЗРАБОТКА ПАРАМЕТРОВ ГЕОТЕХНОЛОГИИ ОТРАБОТКИ ГЛУБОКИХ ГОРИЗОНТОВ НА ЖЕЛЕЗОРУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЯХ С УЧЕТОМ ФОРМИРОВАНИЯ ЗОН КОНЦЕНТРАЦИИ НАПРЯЖЕНИЙ

С увеличением глубины разработки железорудных месторождений Западной Сибири до 1 км большое влияние на состояние массива горных пород оказывают зоны высоких концентраций напряжений, пересекающие соседние с очистным пространством блоки, которые находятся в стадии подготовки [1-3].* Эти зоны формируются в районе подсечного пространства и днища блоков (рис. 1), где горизонтальные напряжения превы-

шают вертикальные вне зоны очистной выемки в 1,3-2,6 раза, в зоне — в 3,5-5,2 (рис. 2) [4].

Наибольшие концентрации действующих напряжений определены в массиве с предельным состоянием, где значения напряжений приближены или выше предела прочности горных пород. В этих зонах механические процессы под воздействием техногенных факторов происходят с большей интенсивностью.

В течение года на месторождениях производится более 40 массовых и технологических взрывов. Масса заряда ВВ технологических (в среднем 0,7-20 т) и массовых взрывов (в среднем 120-370

* Работа выполнена при поддержке федеральной целевой программы, гос. контракт № 16.515.11.5085

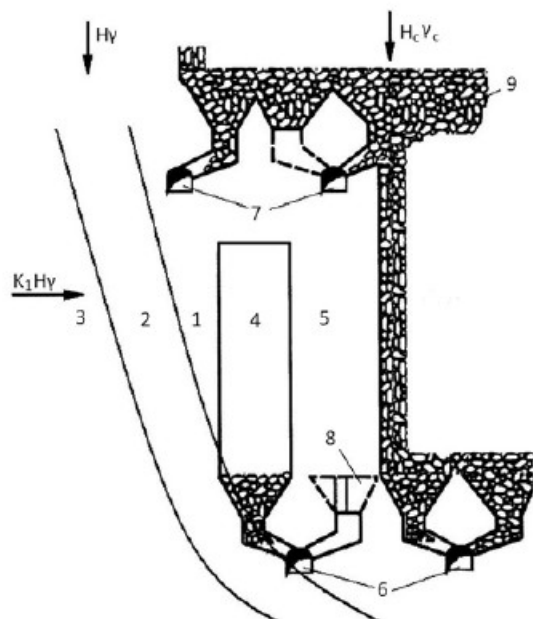


Рис. 1. Характер распределения зон запредельного (1), предельного (2) и упругого (3) состояния массива горных пород при разработке рудных тел сплошным фронтом без оставления целиков системой с обрушением руды. H – глубина, м; γ – объемный вес пород (руд), т/м^3 ; H_c – высота обрушенных горных пород, м; γ_c – объемный вес обрушенных горных пород, т/м^3 ; K_1 – коэффициент концентрации горизонтальных тектонических напряжений действующих по простиранию рудного тела в зоне упругого состояния массива горных пород; 4 – компенсационная камера; 5 – межблоковый целик; 6 – орта нижнего горизонта; 7 – орта вышележащего горизонта; 8 – выпускные воронки; 9 – обрушенные породы

т) изменяется от 0,5 до 800 т. Во время подготовки блоков и после массового обрушения руды возрастают затраты на ремонтно-восстановительные работы в выработках транспортного горизонта и днища блоков, в которых часто происходят дина-

мические явления с сейсмической энергией от 10 до 10^9 Дж (удары горно-тектонического типа, горные удары, микроудары, толчки и др.) (рис. 3) [5, 6].

Вследствие этого при подготовке и отработки блоков следует использовать конструктивные элементы геотехнологии для управления геомеханическими процессами в удароопасных условиях с обеспечением эффективности и безопасности ведения очистных работ.

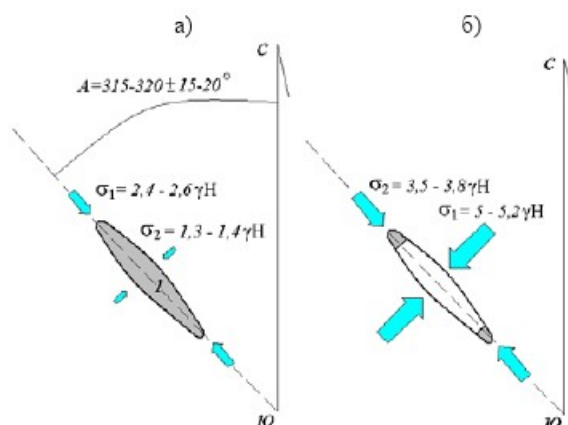


Рис. 2. Распределение главных нормальных напряжений (σ_1 , σ_2) и их величин вне зоны (а) и в зоне ведения очистных работ (б). 1 – рудное тело; A – азимут действия максимальных природных сжимающих напряжений

Рудные тела на месторождениях отрабатываются системой разработки этажного принудительного обрушения с отбойкой руды пучками параллельно-сближенных $\varnothing 105, 250$ мм и вертикальных концентрированных зарядов (ВКЗ) ВВ (рис. 4) [5]. В первую очередь проходятся выработки в днище и на подсечке блока, а затем подготавливается блок с последующим обрушением на зажатую среду и компенсационные камеры [7-10].

Для совершенствования ведения очистных, подготовительных и нарезных работ проведены теоретические и экспериментальные исследования



Рис. 3. Нарушения в ортах в результате произошедших микроударов после проведения массового взрыва

по изменению порядка подготовки блока и конструктивных элементов системы разработки.

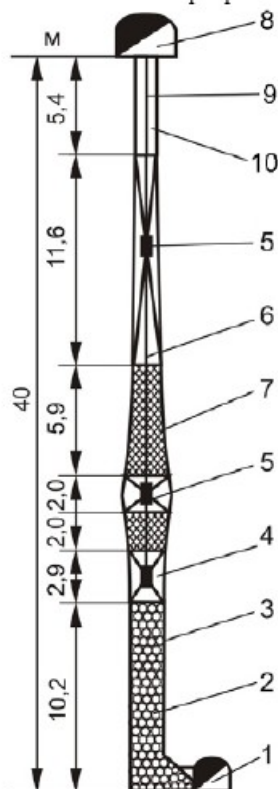


Рис. 4. Конструкция ВКЗ. 1 – выработка подсечки; 2 – восстающая выработка; 3 – забойка; 4 – заряд ВВ; 5 – патрон-боек; 6 – детонирующий шнур; 7 – инертный промежуток; 8 – выработка бурового горизонта; 9 – скважина заряжения и коммутации; 10 – целик горного массива

В днище блока, выше зоны концентрации напряжений, проходят одну горизонтальную минную выработку и колодцы для размещения зарядов ВВ, а из нарезных выработок бурового горизонта бурят пучки параллельно-сближенных скважин и комплекты скважин до горизонтальной минной выработки с секционным взрыванием зарядов ВВ в них образуют восстающие выработки с отгрузкой горной массы (рис. 5). Затем формируются рассредоточенные по высоте ВКЗ в восстающих выработках и взрываются заряды ВВ с обрушением руды в блоке на зажатую среду и компенсационные камеры. Далее проходят подготовительные и нарезные выработки в днище блока и оформляют выпускные выработки днища, с операциями по подсечке отбитой руды в блоке с последующим выпуском через выпускные воронки днища блока.

При применении данной схемы подготовки обеспечивается точное оконтуривание основания блока. Размещение зарядов ВВ в горизонтальной выработке позволяет не только точно их разместить по площади блока, но и качественно зарядить ВВ. Это обеспечивает равномерное размещение необходимого количества ВВ в массиве в районе подсечки блока. Для качественной отбойки руды в нижней части блока следует увеличить расход ВВ в пределах 10-15%.

Установлено, что во время массовой отбойки руды происходит разгрузка в районе массива днища блока, при этом уменьшается количество и сейсмическая энергия динамических явлений [11, 12]. Зона максимальных концентраций напряже-

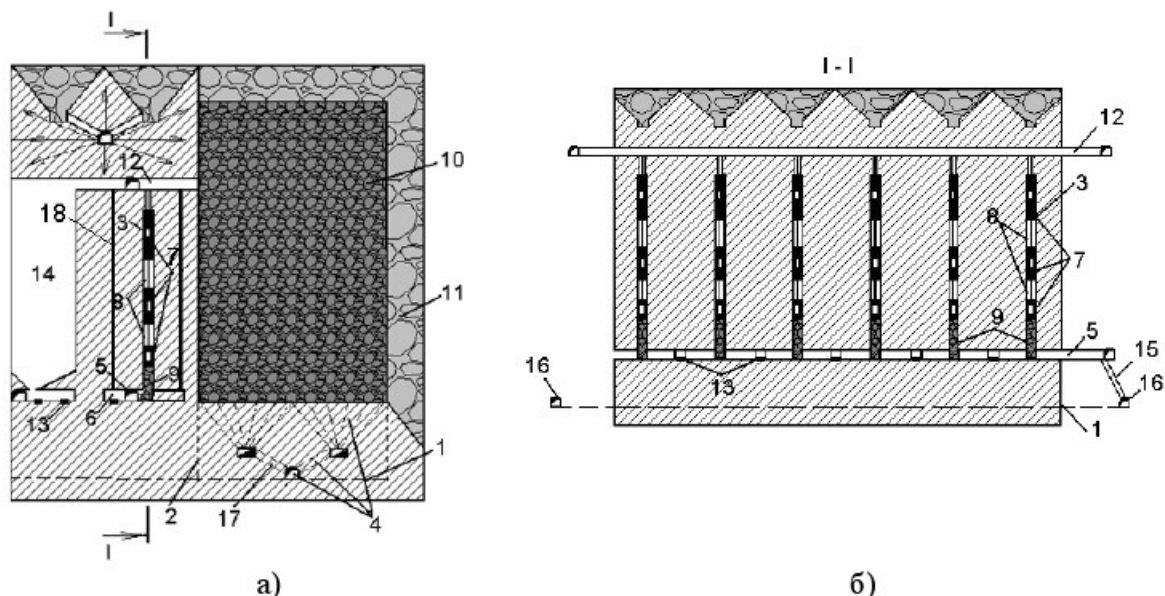


Рис. 5. Схема отработки крутопадающих мощных рудных тел (по простиранию рудного тела (а), вкрест простирания (б)). 1 – транспортный горизонт; 2 – граница блока; 3 – восстающая выработка; 4 – днище блока; 5 – горизонтальная минная выработка; 6 – заходки (колодцы); 7 – ВКЗ; 8 – инертные промежутки; 9 – забойка; 10 – отбитая руда; 11 – зажатая среда; 12 – буровой штрек; 13 – минные заряды; 14 – компенсационная камера; 15 – рудоспуски; 16 – транспортный штрек; 17 – доставочные выработки (ВДПУ); 18 – пучки параллельно-сближенных скважин $\varnothing = 105$ мм или параллельно-сближенные скважины $\varnothing = 250$ мм

ний при нисходящей отработке крутопадающих рудных тел после отбойки основного массива блока перемещается в район выработок днища вводимого в эксплуатацию нижележащего этажа, и местоположение ее зависит от мощности рудного тела, угла внутреннего трения и сцепления горных пород и определяются эмпирическим выражением

$$R_z = m \cdot (1,174 - \frac{0,00033 \cdot C \cdot \cos \varphi}{1 - \sin \varphi}), \text{ м}$$

где R_z — глубина расположения зоны максимальных напряжений, м; m — мощность рудного тела, м; C — сцепление горных пород, МПа; φ — угол внутреннего трения, град.

Данная схема подготовки блоков позволяет

проводить отбойку блоков пучками параллельно-сближенных скважинных зарядов ВВ Ø 105 мм, параллельно-сближенными скважинными зарядами ВВ Ø 250 мм и ВКЗ, при этом снижаются объемы проходки нарезных выработок в 1,25 раза, объемы бурения в 1,3 раза, удельный расход на отбойку и на вторичное дробление в 1,2 раза.

В настоящее время проводятся экспериментальные исследования по отбойке блоков на зажатую среду без компенсационных камер, с использованием для отбойки и компенсации скважин Ø 250 мм [13]. Применение данного способа с использованием предлагаемой схемы подготовки позволяет уменьшить затраты по транспортировке рудной массы из компенсационных камер в подсечных выработках на откаточный горизонт.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бронников Д. М., Замесов Н. Ф., Богданов Г. И. Разработка руд на больших глубинах — М.: Недра, 1982. 292 с.
2. Еременко А. А., Еременко В. А., Гайдин А. П. Совершенствование геотехнологии освоения железорудных удароопасных месторождений в условиях действия природных и техногенных факторов — Новосибирск: Наука, 2008. 312 с.
3. V. Eremenko, A. Eremenko, L. Gakhova, I. Klishin Finding zones of stress concentrations and seismic events in deep ore mining affected by high horizontal stresses. Sixth International Seminar on Deep and High Stress Mining 2012. — Perth 2012. — 28-30 March 2012, Australia.
4. Указания по безопасному ведению горных работ на месторождениях Горной Шории, склонных к горным ударам. — Новокузнецк: ВостНИГРИ, ВНИМИ, 1991. 91 с.
5. Рыжков Ю. А., Еременко А. А., Еременко В. А., Гайдин А. П. Уменьшение последствий природных и техногенных катастроф при разработке железорудных месторождений Сибири. В сб. «Строительство и эксплуатация угольных шахт и городских подземных сооружений», матер. IV Российско-китайского симпозиума 21-22.09.2006 — Кемерово: КузГТУ, 2006. — С. 111-115.
6. Мендеев А. Ж., Маловичко Д. А. Мониторинг сейсмического отклика массивов горных пород на разработку // Вопросы обработки и интерпретации геофизических наблюдений. Материалы научно-практической конференции. — Обнинск-Пермь: ГС РАН-ПГНИУ, 2012. — 20 с.
7. Байбородов Я. Н., Еременко В. А. Особенности подземной разработки Абаканского месторождения с массовым обрушением руды // ГИАБ. — 2012. — № 3. — С. 305-308.
8. Викторов С. Д., Еременко А. А., Закалинский В. М., Мацуков И. В. Технология крупномасштабной взрывной отбойки на удароопасных рудных месторождениях Сибири — Новосибирск: Наука, 2005. 212 с.
9. Дубынин Н. Г., Власов В. Н., Коваленко В. А. и др. Опыт ведения Сибирской технологии добычи руды // Горн. журнал. — 1975. — № 12. — С. 21-22.
10. Бурмин Г. М. Разработка конструктивных и технологических рекомендаций, направленных на повышение устойчивости днищ блоков, нижней подсечки и снижения потерь руды при выпуске в условиях Абаканского месторождения. — Новокузнецк: ВостНИГРИ, 2001. 125 с.
11. Еременко В. А., Семенякин Е. Н. Исследование механизма формирования динамических явлений и зон их концентрации при разработке удароопасных железорудных месторождений Западной Сибири // ГИАБ. — 2012. — № 4. — С. 67-68.
12. Еременко В. А., Брусланов А. П., Смелик А. С., Прохвятилов С. А., Семенякин Е. Н. Исследование влияния глубины горных работ на энергетический класс динамических явлений при массовых взрывах на удароопасных месторождениях. — Материалы 8 Международной научной школы молодых ученых и специалистов «Проблемы освоения недр в XXI веке глазами молодых». 14-18 ноября 2011 г. — Москва, 2011. — С. 43-46.
13. Еременко В. А., Еременко А. А., Котляров А. А., Лобанов Е. А. Обоснование параметров одностадийной системы разработки с отбойкой руды на зажатую среду скважинами диаметром 250 мм // ГИАБ. — 2012. — № 5. — С. 5-9.

□ Авторы статьи:

Рыжков
Юрий Анатольевич,
докт. техн. наук, проф. каф. разработки
месторождений полезных ископаемых
подземным способом КузГТУ,
тел. 8-3842-39-69-09

Еременко
Виталий Андреевич,
докт. техн. наук, ведущий научный
сотрудник Института проблем
комплексного освоения недр РАН,
e-mail: eremenko@ngs.ru