

Такой вариант технологической схемы предъявляет существенно более высокие требования к эффективности классификаторов – в данном случае дуговых сит, которые, как оказалось на практике, не идеальны [4]. Поэтому развитие такой схемы может идти по пути замены дуговых сит на более эффективные из имеющихся уже на рынке зарубежных «мокрых» грохотов [5].

Библиографический список

1. Печковский В.В., Александрович Х.М., Пинаев Г.Ф. *Технология калийных удобрений*. Мн. : Выш. школа, 1968. – 264 с.

2. Абрамов А. А. *Переработка, обогащение и комплексное использование твердых полезных ископаемых: учеб. для вузов. В 3 т. Т. 2: Технология обогащения полезных ископаемых*. М.: Изд. МГГУ, 2004. 510 с.

3. *Справочник по обогащению руд. Подготовительные процессы.* / Под ред. О.С. Богданова, В.А. Олевского. 2-е изд. - М.: Недра, 1982. – 366 с.

4. Андреев С.Е. *Дробление, измельчение и грохочение полезных ископаемых* / С.Е. Андреев, В.А. Зверевич, В.А. Перов. М.: Недра, 1980. – 415 с.

5. Интернет-ресурс: http://www.ntds.ru/statyi/054_opyti_po_snizheniyu_shlatovyh_fraktsii_pri_tsentrobezhno-udarnom-izmelchenii_kaliynou_rudy.pdf - Кравцов Е.Д., Игнатов В.И. *Опыты по снижению выхода шламовых фракций (-0,2 мм) при центробежно-ударном измельчении калийной руды.*

УДК 622.817.49

СКВАЖИННАЯ ДЕГАЗАЦИЯ МЕТАНОСОДЕРЖАЩИХ УГОЛЬНЫХ ПЛАСТОВ

Тархов А.В.

Научный руководитель Купавых К.С.

Санкт-Петербургский горный университет

Важной проблемой подземной угледобычи, предопределяющей низкую эффективность последней, является высокая аварийность подземной отработки пластов угля, содержащих метан. В статье рассматривается возможность применения импульсного разрушения угольного пласта с целью его дегазации. Импульсный способ дегазации удобен тем, что применяются относительно низкие давления закачки,

малое количество закачиваемой жидкости, техники и сложного оборудования.

Аварийная опасность подземной отработки метаносодержащих пластов угля является серьезной проблемой подземной угледобычи, обуславливающей ее низкую эффективность [2, 4, 5, 10, 11, 12].

Наибольшие перспективы применения способов и технологий активного воздействия на пласт связаны с заблаговременной дегазацией, осуществляемой через скважины с поверхности [19].

Предлагается использовать способ гидродинамической обработки, в частности метод импульсного воздействия через скважины. Ударные и вибрационные действия на пласт позволяют выровнять давление по объему пласта и создать условия для выделения метана [1].

Технология импульсной обработки включает [8]:

- импульсный гидроразрыв, который создает новые трещины в угольном массиве и развивает по размерам существующие;
- импульсное воздействие, приводящее к выделению скважинной жидкости, последующему уменьшению пластового давления и смыканию трещин;
- возвратно-поступательное движение скважинной жидкости, приводящее к размыву породы.

На рис. 1. представлена схема осуществления технологии, которая, за счет последовательных гидроударов в скважине способствует развитию вокруг дегазационной скважины сети трещин и разрушению массива угольного пласта [7].

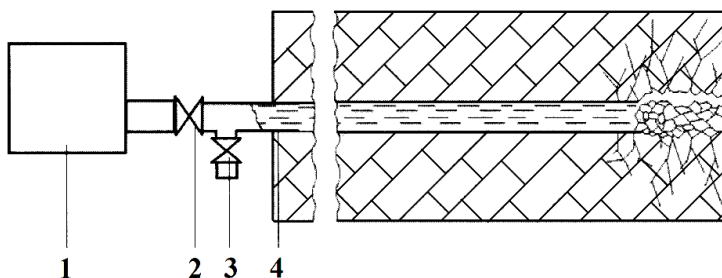


Рис. 1 – Схема импульсного создания трещин и разрушения массива угольного пласта

Устройство содержит источник воды под высоким давлением 1, быстродействующий 2 и сливной 3 клапаны. Источник находящейся под давлением жидкости 1 через быстродействующий клапан 2 подключают к устью скважины 4. Сливной клапан 3 помещается в устье скважины.

Открытие быстродействующего клапана приводит к образованию на устье скважины области высокого давления. Многократное повторение импульса высокого давления приводит к множественному образованию и развитию трещин до их слияния в пространственную сетку.

Удар – это мгновенное наложение на материальную систему неосвобождаемых связей [3, 6]. Гидравлические удары повторяют до заполнения угольными обломками до устья скважины.

Анализ математической модели гидродинамического процесса показывает зависимость перепада давления на забое от частоты прилагаемых импульсов на устье:

$$\Delta p = \pm 4n\pi EK \frac{2n-1}{2n} = 2\pi \cdot p_0(2n-1),$$

где E – амплитуда колебания давления на забое, м; K – модуль объемного сжатия скважинной жидкости, для воды принят 2109 Па; n – число гидроимпульсов; p_0 – начальное давление в зоне приложения гидроимпульсов, Па.

С помощью данного уравнения можно оценить зависимость перепада давления на забое скважины от числа гидроимпульсов.

Так, при $p_0 = 1$ МПа, $n = 1$, перепад давления на забое скважины составит 6,3 МПа. Графический анализ полученной зависимости (рисунок 2) показывает, что при скорости распространения акустической волны $c = 1000$ м/с, давление p_0 порядка $1 \div 10$ МПа, деформация в допустимых пределах согласно прикладываемому усилию с учетом модуля упругости.

Из графика видно, что при сложении перемещающихся по скважине прямых и отраженных волн образуются волны повышенного давления. При этом перепад давления увеличивается с 60 до 180 атм в случае сложения двух волн и до 320 атм – при сложении трех.

Предельное давление, прикладываемое на устье скважины (P_0), определяется техникой безопасности и оптимальным трещинообразованием.

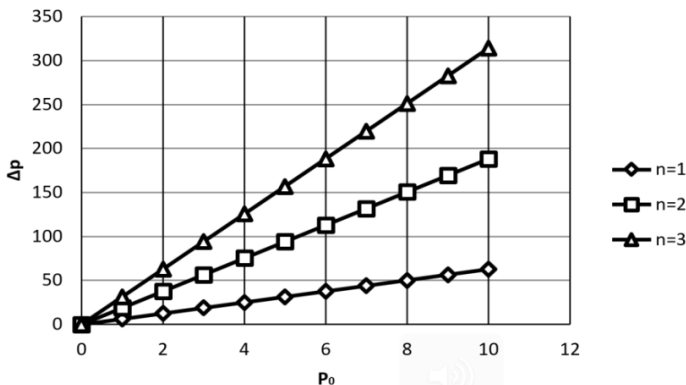


Рис. 2 – Зависимость перепада давления от начального давления и частоты ударов на устье

Исходя из опыта проведения экспериментов, прочностных свойств угля и размеров скважины давление P_0 не должно превышать величину 10 МПа.

Для проверки вышеописанных способов обработки на кузбасской шахте им. Кирова был проведен эксперимент. Необходимо было оценить, возможно ли на пласте «Поленовский» увеличение газоотдачи одиночных, пробуренных параллельно очистному забою, дегазационных скважин. Обработке подвергалась скважина 1 в кусте № 41, обсаженная на 10 м и герметизированная эпоксидной смолой.

Была проведена серия из 22 циклов обработок. Среднее давление подачи жидкости составляло 70 атм., давление в скважине – 30 – 35 атм. В процессе проведения обработки время закачки жидкости в скважину до рабочего давления в 30 атм. увеличилось с 10 до 25 сек, что свидетельствует о развитии системы трещин. После 40 сек. проведения циклов закачки максимальное значение импульсов давления в скважине составило 50 атм. По окончании циклов обработки в угольном массиве была зафиксирована вертикальная трещина, проходящая всей мощности пласта. При последующей серии обработок, состоящей из 15 циклов, давление в скважине не поднималось выше 20 атм., затем, при последующих 5 циклах – 10 – 15 атм. Ширина обнаруженной трещины к концу обработки увеличилась с 1 – 2 до 3 – 4 мм.

Повторная обработка была проведена на скважине №38-1, находящейся на 24 метра выше предыдущей по восстанию пласта. Время заполнения скважины водой до начала роста давления составило 2 минуты. Было проведено 15 циклов обработки, затем еще 6 циклов, после чего на высоте 0,5 м произошел прорыв воды из скважины и образовалась промоина площадью 0,5 м². После обработки скважины №38-1 концентрация газа составила 13,6 %, в соседней скважине №42-2 – 9,96 %.

Заключение. Согласно проведенным расчетам, при гидроударах происходит образование трещин в угольном массиве, сопровождающееся разупрочнением угольного массива с его частичным обрушением. При проведении работ были получены результаты, подтверждающие действенность предлагаемого способа газоотдачи. После проведения работ по повышению газоотдачи участковых кустовых скважин можно подвести итоги:

– эксперимент по гидроимпульсному воздействию на угольный пласт для повышения газоотдачи участковых дегазационных скважин целесообразно проводить на одиночных горизонтальных и наклонных скважинах, пробуренных параллельно очистному забою, так как расходящиеся кустовые скважины затрудняют оценку эффективности обрабатываемой дегазационной зоны отдельной скважины;

– для сохранения сечения скважины целостным (не допуская осыпания растрескавшегося угля, смыкания выработки и т.д.) и заполнения её жидкостью гидроимпульсное воздействие следует проводить сразу же по окончании буровых работ.

Библиографический список

1. Васючков Ю.Ф. Разработка способа увеличения газоотдачи из низкопроницаемого газоносного угольного массива / Ю.Ф.Васючков, М.В.Павленко // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2007. – № 4. – С. 261-269.

2. Викторов С.Д. Крупномасштабное взрывное разрушение горный массивов сложной структуры с селективной выемкой полезного ископаемого / С.Д.Викторов, В.М.Закалинский // Горный информационно-аналитический бюллетень. Отдельный выпуск 1. – 2013. – С. 70-79.

3. Нигматуллин Р.И. Эффект аномальных колебаний с интенсивными всплесками давления в ударной волне, распространяющихся по водной суспензии бентонитовой глины /

Р.И.Нигматуллин, В.А.Пыж, И.Д.Симоненков // Изв. Вузов. Нефть и газ. – 1983. – № 11. – С. 45-47.

4. *Николаев Н.И. Повышение энергоэффективности процесса освоения скважин / Н.И.Николаев, А.В.Шипулин, К.С.Купавых // Научно-технические ведомости Санкт-Петербургского государственного политехнического университета. 2015. № 2(219). – С. 48-57.*

5. *Пучков Л.А. Извлечение метана из угольных пластов / Л.А.Пучков, С.В.Сластунов, К.С.Колтков. – М.: Изд-во МГТУ, 2002. – 383 с.*

6. *Ханукаев А.Н. О распространении волн напряжения при взрыве в твердых породах / А.Н.Ханукаев, И.Ф.Ванягин, В.М.Гоголев, В.Г.Мыркин // Записки Горного института. – 1962. – Т. 44. – № 1. –С. 3-12.*

7. *Шипулин А.В. Патент РФ № 2540709. Способ ударно-волнового разрушения угольного пласта через скважины, пробуренные из горных выработок / А.В.Шипулин, Г.И.Коришунов, А.А.Мешков, Е.В.Мазаник. 2015.*

8. *Шипулин А.В., Коришунов Г.И., Пальцев А.И., Серегин А.С. Создание блочно-трещиноватой структуры в угольном пласте при гидродинамическом воздействии с помощью импульсно-волнового воздействия // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2012, №11. С.109-112.*

9. *Jolly D.C, Morris L.H., Hinsley F.B. An investigation into the relationship between the methane sorption capacity of coal and gas pressure // Miningengineer, 2010. – Vol. 127. – № 94. – P. 539-548.*

10. *Palmer I. Coalbed methane completion: a world view // International of Coal Geology. – 2011. – Vol. 82. – P.184-195.*

11. *Tagiyev S.M. Extraction of coalbed methane in the world and the prospects of production in Kuzbass // Materials of XI International Research and Practice Conference. – Sheffield UK. 2015. Vol. 10. – P. 77-80.*

12. *Zhang J. Borehole stability analysis accounting for anisotropies in drilling to weak bedding planes // International journal of rock mechanics and mining sciences. – 2013. – № 60. – P. 160-170.*