

**С.В. Сластунов, Е.В. Мазаник, А.П. Садов,  
А.В. Понизов**

## **УГЛУБЛЕНИЕ ПЛАСТОВОЙ ДЕГАЗАЦИИ НА ОСНОВЕ УСОВЕРШЕНСТВОВАННОЙ ТЕХНОЛОГИИ ПОДЗЕМНОГО ГИДРОРАЗРЫВА**

Для угольных шахт, разрабатывающей угольные пласты в условиях постоянного углубления горных работ и повышении их природной газоносности, крайне актуальным является устранение «газового фактора» на базе эффективной реализации способов дегазации угольных пластов при их интенсивной отработке. Рассмотрен вопрос совершенствования технологии предварительной пластовой дегазации на базе гидроразрыва угольного пласта через скважины, пробуренные из подготовительных пластовых выработок. Приведены результаты шахтных экспериментальных работ на поле шахты им. Кирова в зоне разработанной усовершенствованной технологии пластовой дегазации.

Ключевые слова: метан угольных пластов; интенсивная угледобыча; предварительная пластовая дегазация, гидроразрыв угольных пластов.

**С**тратегией развития угольной отрасли до 2030 г. предусматривается рост добычи угля до 430 млн т/год. Одним из наиболее важных моментов сдерживания роста нагрузок на очистные забои значительного числа шахт является газовый фактор, включающий в себя растущую с глубиной разработки и интенсивностью угледобычи газообильность горных выработок, а также фактор, все более проявляющийся с постоянным ростом глубины ведения горных работ, связанный с выбросоопасностью углегазозносного массива.

Проблема метанобезопасности включает в себя много аспектов, одним из которых является разработка эффективных технологий пластовой дегазации. Именно пластовая дегазация в условиях интенсивной разработки высокогазозносных угольных пластов является ключевым моментом обеспечения безопасных условий угледобычи.

В связи с изложенным весьма актуальной научно-технической задачей является повышение эффективности пластовой

дегазации на основе активных воздействий на угольные пласты для их безопасной и интенсивной отработки.

Целью представляемых в статье работ является повышение эффективности пластовой дегазации на основе совершенствования технологий предварительной пластовой дегазации, предусматривающей применение циклических гидродинамических воздействий на угольные пласты, обеспечивающих повышение их проницаемости и газоотдачи.

Основной вопрос эффективного извлечения метана из неразгруженного от горного давления пласта заключается в повышении его проницаемости. Это может достигаться созданием в угольных пластах систем трещин (образованием новых, раскрытием и объединением ранее существовавших), ориентированных к дегазационным скважинам. В тех условиях, когда технология заблаговременной дегазационной подготовки, осуществляемой скважинами с поверхности с гидрорасчленением угольных пластов и другими активными воздействиями [1, 2, 3] не может применяться по временным, технологическим или экономическим условиям, возможным эффективным способом может являться гидроразрыв угольного пласта, осуществляемый из подземных выработок на стадии проведения предварительной дегазации угольных пластов.

Известен ряд шахтных экспериментальных работ, проведенных ранее в Карагандинском угольном бассейне [4], по осуществлению гидроразрыва угольных пластов из подземных горных выработок. Работы доказали принципиальную возможность существенного углубления пластовой дегазации с использованием технологии гидроразрыва угольных пластов, но применялись лишь на коротких лавах (длина лавы до 100 м) и имели ряд существенных технологических недостатков, таких как сложность, связанная с цементированием затрубного пространства, ненадежность герметизации, недостаточная мощность насосного оборудования и др. Альтернативой данного способа считалась технология поинтервального гидроразрыва, но ввиду технологической сложности, связанной с применением специальных пакеров, их установки и извлечения, длительностью основных операций и ряда других моментов эта технология практического применения не нашла.

Усовершенствованная нами по ряду основных параметров технология гидроразрыва угольного пласта из подготовительных пластовых выработок была апробирована и испытана на шахте им. Кирова ОАО «СУЭК-Кузбасс» в ходе первого поис-

кового этапа работ на скважинах ПодзГРП №№ 1–6 в августе – октябре 2015 г. в ходе поисковых экспериментальных работ (работы по широкой апробации технологии и определению эффективных параметров были продолжены в 2016 г.), сущность которых заключалась в нагнетании рабочей жидкости в пласт под большим давлением (16,0–21,5 МПа) в установленном режиме для создания сети техногенных трещин с целью улучшения коллекторских свойств дегазируемого угольного пласта.

Главное преимущество исследуемого способа гидроразрыва угольного пласта перед аналогами является простота и надежность технической реализации. При его применении не требуется использование дорогостоящего или уникального специального оборудования (пакеров, герметизаторов различных конструкций и других устройств). Закачка рабочей жидкости гидроразрыва велась с использованием маслостанции с темпом подачи рабочей жидкости до 10 л/с и сооружаемого герметизатора длиной не менее 30–35 м (в наших экспериментах – 36 м), что должно было исключить прорывы рабочей жидкости разрыва в подготовительную выработку. Герметизация скважины проводилась шахтиклеем специалистами ООО «Сибхимукрепление». После герметизации скважины разбуривались на проектное значение от 2 до 7 м (на втором этапе до 50 м) штангами диаметром 40 мм. Осуществлялся начальный замер дебита смеси из скважин, после чего производился гидроразрыв пласта в соответствии с утвержденными технологическими документами.

После завершения монтажа газопровода скважины были подключены к последнему и осуществляется оценка эффективности проведенных работ по динамике дебитов метана и суммарному съему газа за весь период предварительной пластовой дегазации как непосредственно из скважины гидроразрыва, так и из типовых пластовых скважин, пробуренных после гидроразрыва угольного пласта в зоне его влияния согласно паспорту дегазационных работ.

На рис. 1 приведен график выхода на режим при закачках рабочей жидкости в пласт (на примере скважины ПодзГРП-3). Черным цветом обозначен процесс закачки жидкости в пласт, серым – процесс выдержки ее в пласте во время заполнения емкости маслостанции, с помощью которой производился гидроразрыв. Графики по остальным скважинам имеют аналогичный характер. К моменту написания статьи гидроразрыв пласта «Болдыревский» на шахте им. Кирова был осуществлен из 18 скважин (12 скважин на выемочном участке 24–58, 6 сква-

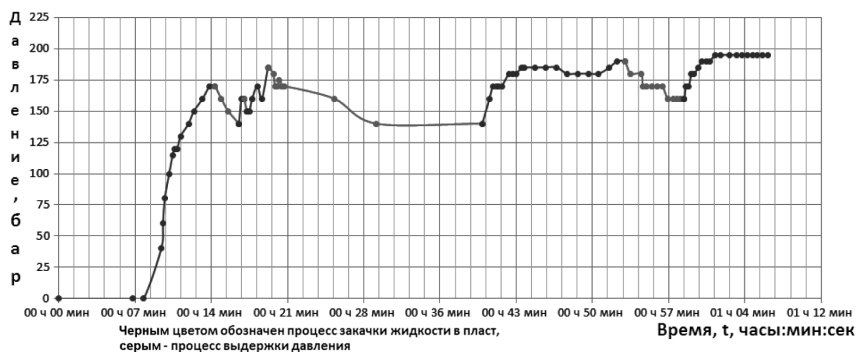


Рис. 1. Выход на режим, график изменения давления во время закачки рабочей жидкости в пласт в ходе проведения ПодзГРП на скважине № 3

жин на выемочном участке 24–59). Основные параметры реализации подземного гидроразрыва на указанных скважинах приведены в таблице.

Представленный на рис. 1 график выхода на режим, типичный для всех скважин 1–18, позволяет сделать предваритель-

#### Основные параметры реализации подземного гидроразрыва

№ скв.	Выемочный участок	Горная выработка	Длина необсаженной части скважин, м	Максимальное давление, бар	Глубина залегания пласта, м	Объем закачки, м <sup>3</sup>
1	24–58	вент. печь 24–58	2	215	444	5
2	24–58	вент. печь 24–58	2	195	442	15
3	24–58	вент. печь 24–58	3	195	438	20
4	24–58	вент. печь 24–58	7	170	416	15
5	24–58	вент. печь 24–58	5	180	407	14
6	24–58	вент. печь 24–58	3	160	394	15
7	24–58	конв. печь 24–58	5	125	425	18
8	24–58	конв. печь 24–58	5	100	430	6
9	24–58	конв. печь 24–58	5	140	434	7
10	24–58	конв. печь 24–58	10	155	455	5
11	24–58	конв. печь 24–58	15	140	464	18
12	24–58	конв. печь 24–58	20	135	466	19
13	24–59	вент. печь 24–59	20	135	441	18
14	24–59	вент. печь 24–59	25	130	445	18
15	24–59	вент. печь 24–59	30	120	453	6

ный вывод об имевшем место характере режима закачки рабочей жидкости в угольный пласт «Болдыревский», который может быть идентифицирован на первом этапе исследований как поэтапный циклический гидроразрыв.

В результате проведенных работ было достоверно установлено, что на выемочном участке 24–58 на глубине залегания пласта «Болдыревский» около 440 м величина пластового (газового) давления в неразгруженном от горного давления пласте составляет 32–33 бар. На этой величине стабилизировался рост давления газа в закрытых нормально (без отклонений) функционирующих после гидроразрыва скважинах. Достоверное определение этого параметра очень важно для обоснованного проектирования способов пластовой дегазации. Без этого параметра также невозможно достоверно оценить потенциальную газоотдачу пласта и эффективность применяемых способов пластовой дегазации.

Было установлено что начальный дебит метана непосредственно из скважин подземного гидроразрыва увеличился с 4,5 до 27,0 л/мин. Это подтверждает достигнутый эффект по раскрытию трещин в угольном пласте и существенном образовании новых поверхностей обнажения в нем. Обобщенная информация по методике и результатам предварительной оценки эффективности исследуемой технологии в части увеличения дебитов метана из стандартных скважин подземной пластовой дегазации

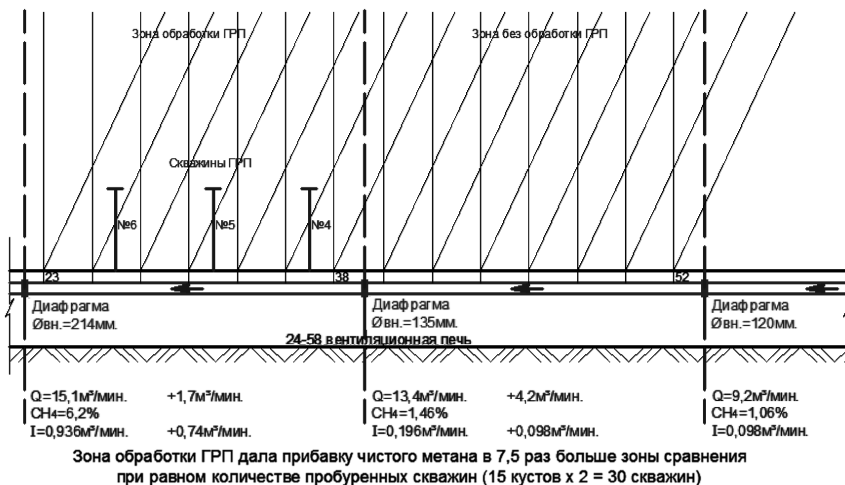


Рис. 2. Предварительная оценка эффективности подземного гидроразрыва по увеличению дебитов метана из скважин подземной пластовой дегазации

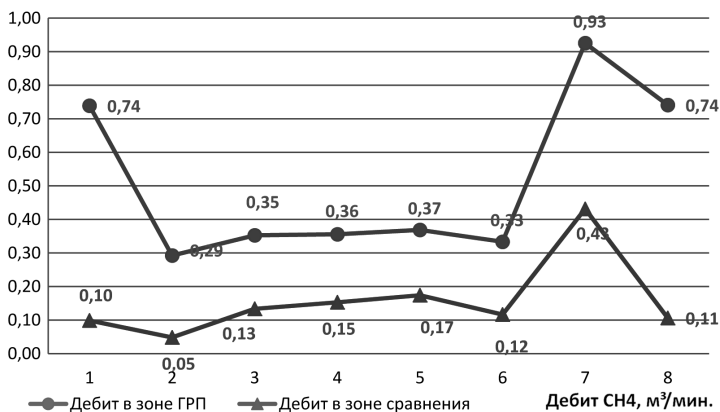


Рис. 3. Сравнительная эффективность технологии ПодзГРП в части интенсификации газовыделения из скважин ППД

(ППД) приведена на рис. 2, где можно видеть что средний дебит метана из 30 скважин ППД в зоне влияния скважин ПодзГРП в начальный период в 7,5 раз выше аналогичного показателя в сравняваемой зоне, где гидроразрыв не проводился.

На рис. 3 представлены дальнейшие сравнительные дебиты метана из скважин подземной пластовой дегазации (ППД) в зоне (скважины ПодзГРП №№ 1–6) и вне зоны подземного гидроразрыва, подтверждающие достижение существенного положительного эффекта.

В статье изложены первичные результаты шахтных испытаний усовершенствованной технологии гидроразрыва разрабатываемых угольных пластов из подготовительных выработок. Дальнейшие исследования динамики газовыделения из пластовых дегазационных скважин и газообильность очистных работ в лавах 24–58 и 24–59 в зонах и вне зон влияния скважин гидроразрыва позволят более достоверно и представительно оценить эффективность разработанной технологии пластовой дегазации.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ножкин Н. В. Заблаговременная дегазация угольных месторождений. – М.: Недра, 1979. – 271 с.
2. Васючков Ю. Ф. Способы интенсификации извлечения метана из угольных пластов // Обзор ЦНИЭИуголь. – 1981. – вып. 5. – 34 с.
3. Сластунов С. В. Управление газодинамическим состоянием угольного пласта через скважины с поверхности. – М.: МГУ, 1991. – 213 с.
4. Калиев С. Г. Преображенская Е. И. и др. Управление газовыделением на угольных шахтах. – М.: Недра, 1980. – 196 с. **ГИДБ**

## КОРОТКО ОБ АВТОРАХ

*Сластун* Сергей Викторович – доктор технических наук, профессор, МГИ НИТУ «МИСиС», e-mail: slastunovsv@mail.ru,  
*Мазаник Евгений Васильевич*<sup>1</sup> – кандидат технических наук, зам. генерального директора – директор по аэрологической безопасности, e-mail: mazanikev@lnk.suek.ru,  
*Садов Анатолий Петрович*<sup>1</sup> – директор управления по дегазации и утилизации метана, e-mail: sadovap@suek.ru,  
*Понизов Александр Владимирович*<sup>1</sup> – директор шахты им. Кирова, e-mail: PonizovAV@suek.ru,

<sup>1</sup> ОАО «СУЭК-Кузбасс», Кемеровская обл., г. Ленинск-Кузнецкий,.

Gornyy informatsionno-analiticheskiy byulleten'. 2016. No. 9, pp. 296–302.

UDC 622:  
063.543:  
622.411.33

**S.V. Slastunov, E.V. Mazanik, A.P. Sadov, A.V. Ponizov**  
**DEEPENING RESERVOIR OF DEGASSING**  
**ON BASIS OF ADVANCED TECHNOLOGIES**  
**OF UNDERGROUND FRACTURING**

For coal mines, which is developing the coal seams in the continuous deepening of mining operations and increasing their natural gas potential, highly relevant is the elimination of the «gas factor» on the basis of the effective implementation of methods of degassing of coal seams during their intensive testing. In the article the question of perfection of technology of preliminary degassing reservoir on the basis of fracturing the coal seam through wells drilled from the formation of the preparatory workings. The results of mining experimental work in the field of the mine named. Kirov in the area developed an improved technology of reservoir degassing.

Key words: coalbed methane; intensive coal mining; preliminary degassing reservoir, hydraulic fracturing of coal seams.

## AUTHORS

*Slastunov S.V.*, Doctor of Technical Sciences, Professor, Mining Institute, National University of Science and Technology «MISiS», 119049, Moscow, Russia, e-mail: slastunovsv@mail.ru,  
*Mazanik E.V.*<sup>1</sup>, Candidate of Technical Sciences, Deputy General Director – Director of Aerological Safety, e-mail: mazanikev@lnk.suek.ru,  
*Sadov A.P.*<sup>1</sup>, Director of Office for Degassing and Methane Utilization, e-mail: sadovap@suek.ru,  
*Ponizov A.V.*<sup>1</sup>, Director of Mine named after Kirov, e-mail: PonizovAV@suek.ru,  
<sup>1</sup> SUEK-Kuzbass JSC, 652501, Leninsk-Kuznetskiy, Russia.

## REFERENCES

1. Nozhkin N. V. *Zablagovremennaya degazatsiya ugol'nykh mestorozhdeniy* (Advance degassing of coal deposits), Moscow, Nedra, 1979, 271 p.
2. Vasyuchkov Yu. F. *Obzor TsNIEIugol'*. 1981, issue 5, 34 p.
3. Slastunov S. V. *Upravlenie gazodinamicheskim sostoyaniem ugol'nogo plasta cherez skvazhiny s poverkhnosti* (Management of gas-dynamic condition of coal bed through wells from the surface), Moscow, MGU, 1991, 213 p.
4. Kaliev S. G. Preobrazhenskaya E. I. *Upravlenie gazovydeleniem na ugol'nykh shakhtakh* (Control of gas emission in coal mines), Moscow, Nedra, 1980, 196 p.