

Канд. техн. наук Б.В. Бокий,
инж. В.В. Чередников
(АП «Шахта им. А.Ф. Засядько»),
д-р техн. наук К.К. Софийский,
канд. техн. наук Д.П. Силин
(ИГТМ НАНУ)

РАСКОЛЬМАТАЦИЯ ПОВЕРХНОСТНЫХ ДЕГАЗАЦИОННЫХ СКВАЖИН ПНЕВМОГИДРОДИНАМИЧЕСКИМ ВОЗДЕЙСТВИЕМ

Наведено результати експериментальних робіт із пневмогідродинамічного діяння на вуглегазозносну товщу порід з метою інтенсифікації припливу газу в поверхневі дегазацийні свердловини на полі шахти ім. О.Ф. Засядька.

DECOLMATAGE OF SUPERFICIAL DEGASSING CHINKS BY PNEUMOHYDRODYNAMICAL INFLUENCE

The results of experimental works on pneumohydrodynamical influence on a file of breeds containing coal and gas are given, with the purpose of increase of inflow of gas in superficial degassing of a chink on a field of A.F. Zasjadko mine.

Дегазация угольных пластов и вмещающих пород, обеспечивающая безопасные условия ведения горных работ, является неотъемлемой частью технологического процесса добычи газоносных углей. Существующие способы дегазации базируются на бурении скважин с поверхности земли, по угольному пласту, в породы кровли и почвы, а также на использовании газопроводящих перфорированных труб в выработанном пространстве, с последующим подключением их к вакуумным насосам для откачки метана. Применяемые в настоящее время способы дегазации угольных пластов не обеспечивают необходимой степени дегазации. В результате в процессе отработки выемочных участков выделяется большое количество метана, что приводит к остановкам лавы по газовому фактору и сдерживает темпы ведения очистных работ.

На поле шахты им. А.Ф. Засядько пробурено 46 поверхностных дегазационных скважин (ПДС), большая часть которых снизила дебит метана в результате кольматации газоносных коллекторов. В процессе эксплуатации средняя газоотдача одной хорошо работающей ПДС составляет 1-2 млн. м³, хотя имеются и единичные скважины, дающие по 3-5 млн. м³ метана. В то же время имеется достаточно ПДС, дающих значительно меньшее количество газа или не дающих газ вообще. Причинами этого являются изменение коллекторских свойств массива и большие колебания газонасыщенности дегазуемой толщи, обуславливаемые локальными структурными элементами шахтного поля.

Главной причиной изменения коллекторских свойств массива является непрерывно идущий процесс кольматации толщи пород в окрестности ПДС. Удельная проницаемость, а следовательно, и газоотдача массива неуклонно снижается. Кольматация пор и трещин в окрестности ПДС производится углистыми или глинистыми частицами, источниками которых являются угли, углисто-глинистые сланцы, «кучерявчики», а также аргиллиты и алевролиты, разрушаемые в процессе бурения и эксплуатации скважины.

Кроме того, отрицательное влияние оказывает и сформировавшаяся вокруг ПДС зона повышенного горного давления, одним из проявлений которого является уплотнение углисто-глинистых частиц, ~~З~~несенных в прилегающие к ПДС трещины, до состояния газонепроницаемости. Подъем уровня воды в стволе ПДС приводит к увеличению на забой и стенки скважины гидростатических нагрузок, что на некоторых пластах приводит к фильтрации в массив воды, загрязненной угольными и породными частицами штыбом. Вследствие этого происходит снижение скорости фильтрации в массиве и дальнейший подъем уровня воды вверх по скважине. Также, возможен выбор неблагоприятных точек заложения ПДС относительно элементов мулды сдвижения.

Снижение фильтрационных свойств массива вокруг скважины наиболее сильно выражено в нижней ее части, так как именно в ней формируется максимальная плотность кольматационного материала.

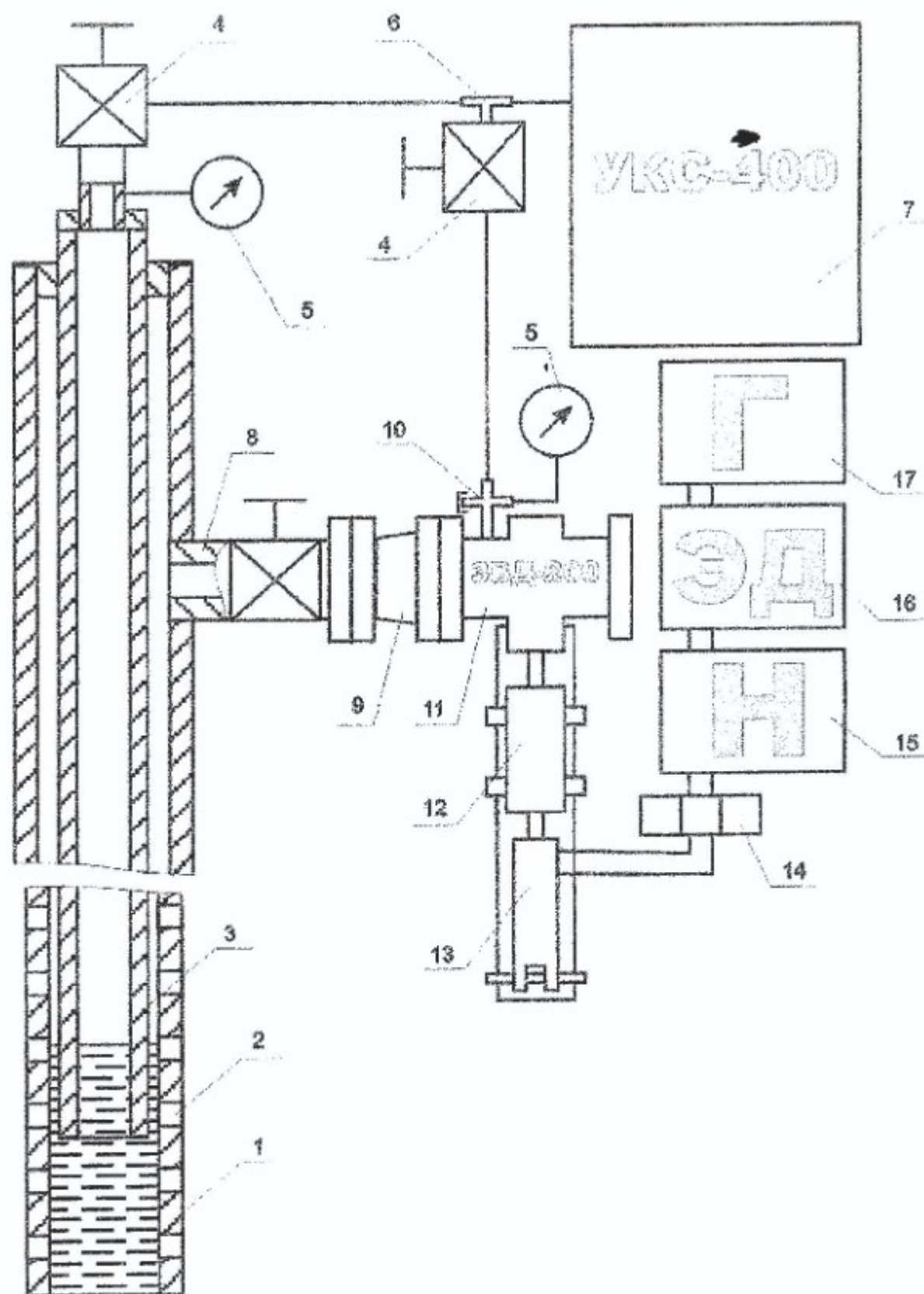
Применение гидродинамического воздействия для расколматации ПДС представляется нецелесообразным ввиду высокого давления столба жидкости, заполняющей скважину.

С целью увеличения дебита метана из скважин ИГТМ НАНУ предложен метод пневмогидродинамического воздействия на горный массив, который позволяет снизить гидростатическое давление на обрабатываемую часть скважины. Реализация этого метода позволит инициировать газоприток к обработанным ПДС и вовлечь их во второй этап эксплуатации.

Для проведения работ по пневмогидродинамическому воздействию в ПДС опускается став насосно-компрессорных труб (НКТ), а устье оборудуется одним (рис. 1) или двумя устройствами пневмогидродинамического воздействия, одно из которых подключается к НКТ, а второе к обсадной трубе скважины.

Устройства для пневмогидродинамического воздействия предназначены для динамического воздействия на прискважинную часть горного массива, создания в ней знакопеременных нагрузок и разрушения закольматированной части скважины. Для создания рабочего давления в скважине на безопасном расстоянии устанавливается компрессор и при помощи рукавов высокого давления подключается к НКТ и к обсадной трубе. Возле компрессора устанавливается насос, управляющий гидроцилиндрами открытия и закрытия задвижек. Перед задвижкой, установленной на обсадной трубе, монтируется задвижка с ручным управлением для отвода газа и регулирования дебита скважины и давления газа в скважине.

Устройство для пневмогидродинамического воздействия (рис. 2) состоит из задвижки высокого давления 1, основания 2, пружинного механизма 3, силового гидроцилиндра 4, пульта дистанционного управления 5 и соединительных рукавов 6. Устройство позволяет закачивать сжатый воздух одновременно в НКТ и межтрубное пространство (между НКТ и обсадной колонной).



1 – обсадная колонна; 2 – перфорационные отверстия; 3 – НКТ; 4 – кран; 5 – манометр; 6 – тройник; 7 – компрессорная станция; 8 – патрубок затрубного пространства; 9 – переходник; 10 – крестовина; 11 – задвижка высокого давления; 12 – пружинный механизм; 13 – гидроцилиндр; 14 – гидрораспределитель; 15 – насос; 16 – электродвигатель; 17 – генератор

Рис. 1 – Схема обвязки устья скважины

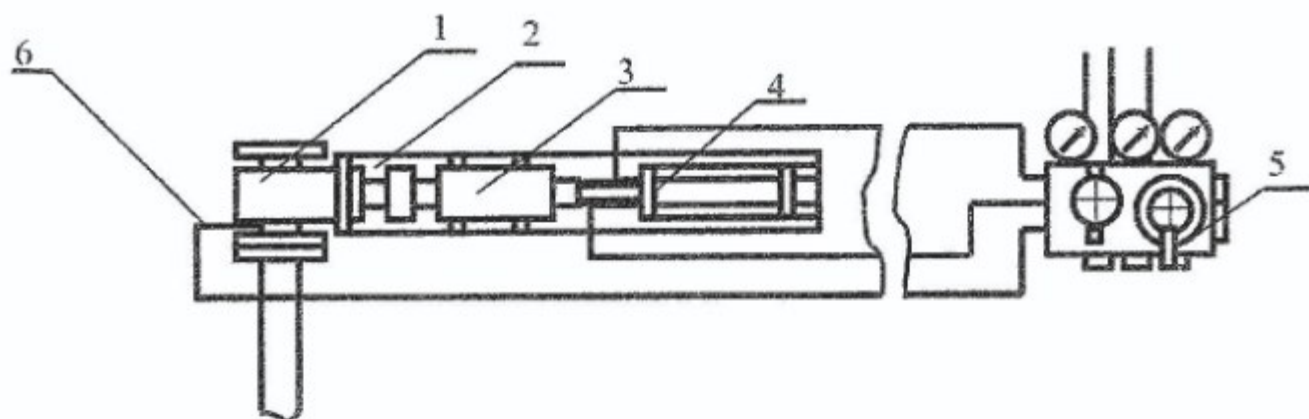


Рис. 2 — Устройство для пневмогидродинамического воздействия

Предварительно для каждой конкретной скважины производятся расчеты необходимого количества рабочей жидкости в скважине и необходимых давлений воздуха, закачиваемого в НКТ и межтрубное пространство.

Условия для выполнения критериев разрушения создаются путем нагнетания жидкости в прискважинную часть массива и последующего резкого сброса давления на устье скважины. При этом нагнетание жидкости производится в фильтрационном режиме.

Результаты расчетов давления нагнетания в зависимости от времени сброса, пористости пласта и толщины разрушаемого слоя приведены на рис. 3 - 5. Как видим, для создания градиента давления на стенках скважины более 10 МПа необходимо, чтобы время сброса давления не превышало 0,5 с, а наиболее высокий градиент создается при уменьшении времени сброса до значений менее 0,1 с.

При этом для разрушения материала с пористостью 0,04 необходима разность давлений 2,25 МПа, а при снижении пористости до 0,02 разность давлений при сбросе должна быть увеличена до 3,2 МПа, что достигается при времени сброса 0,12 с. Глубина разрушения за один цикл в этом случае составит 1,9 см.

Перед проведением работ по пневмогидродинамическому воздействию определяются исходные характеристики ПДС (герметичность обсадки, уровень воды, ее состав и свойства, скорость газовыделения), производится разбуривание шламовых пробок, промывка и свабиrowание. Для выполнения свабиrowания НКТ опускаются до забоя ПДС. Работы по подъему воды ведутся непрерывно. Работы по пневмогидродинамическому воздействию осуществляются следующим образом. При закрытых устройствах пневмогидродинамического воздействия в скважину компрессором подается сжатый воздух и в течение 1,5-2 ч создается рабочее давление 2-5 МПа, обеспечивающее создание при сбросе необходимого градиента на стенках скважины. Сброс давления производится до атмосферного путем одновременного открытия обеих задвижек, либо задвижки, установленной на межтрубном пространстве.

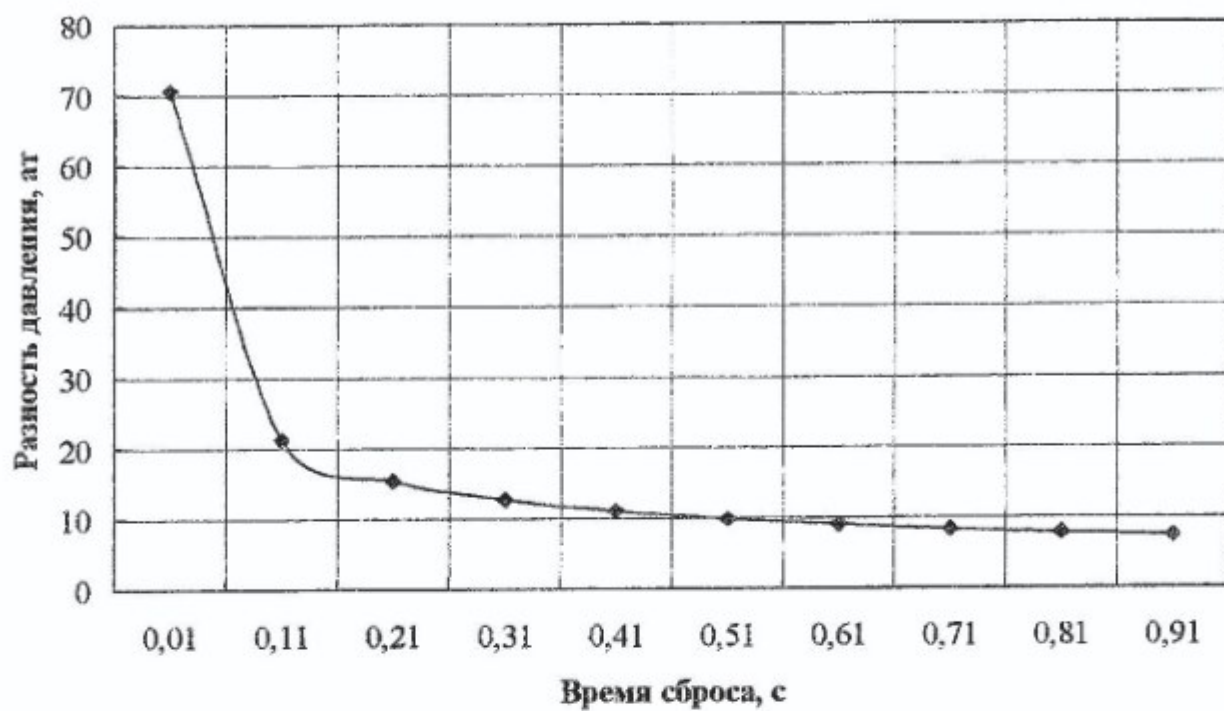


Рис. 3 - Зависимость величины перепада давления на стенках скважины от времени сброса

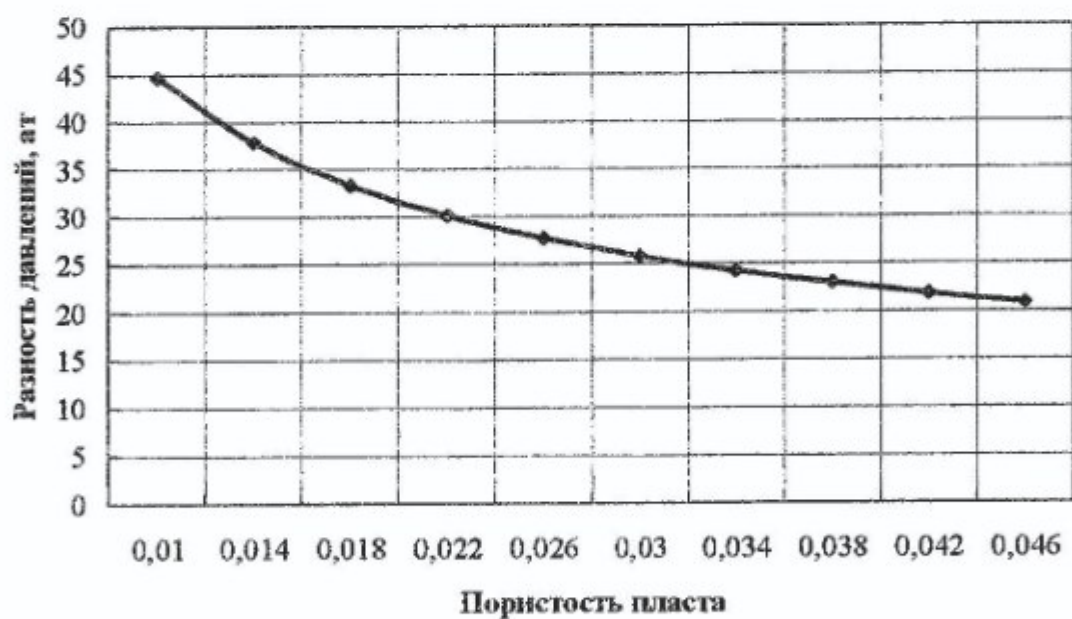


Рис. 4 - Зависимость величины перепада давления на стенках скважины от пористости

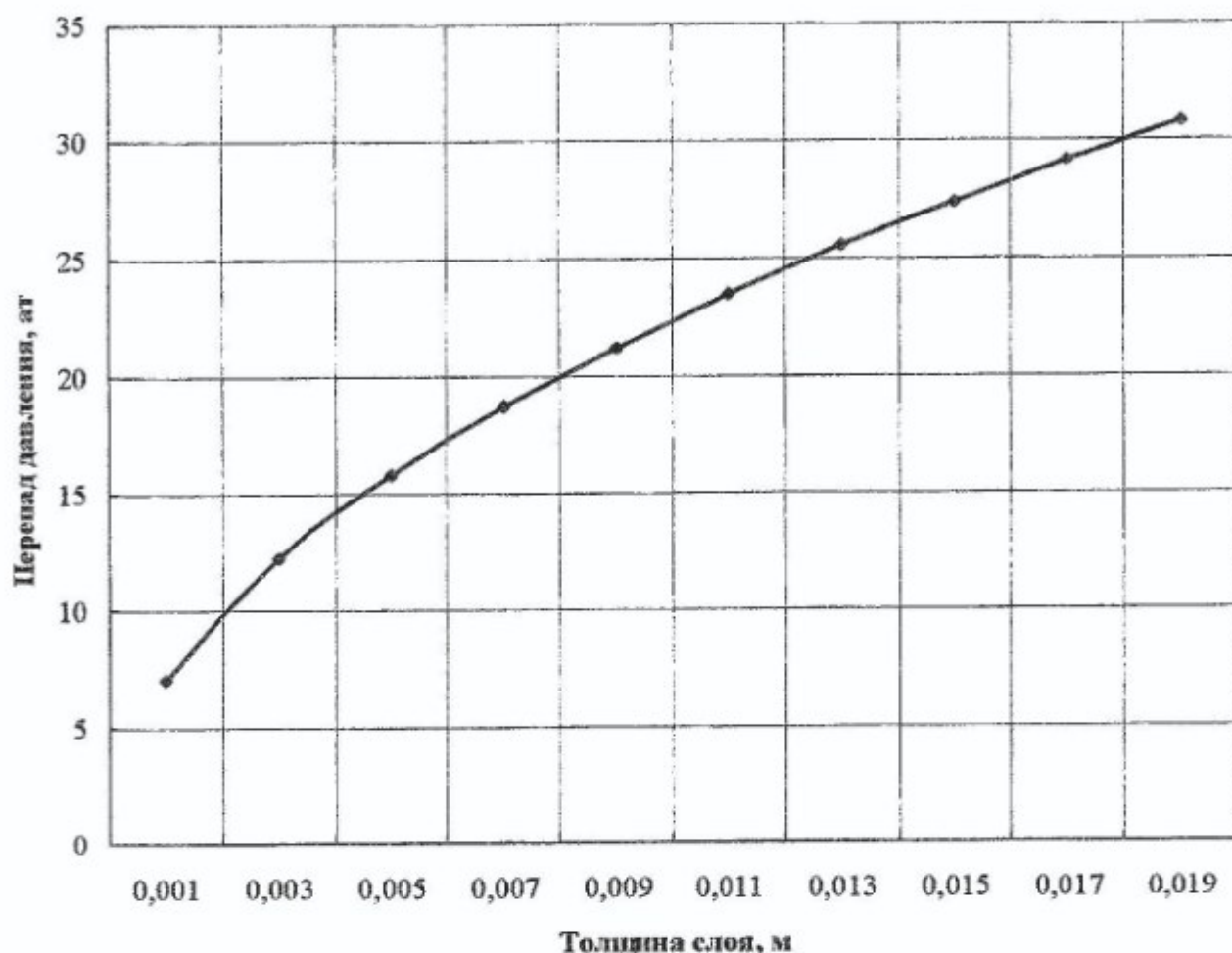


Рис. 5 - Зависимость глубины разрушения от разности давления на стенке скважины

Выполняется 10-20 циклов повышения и сброса давления, после чего осуществляется продувка скважины и замер газовыделения. Не менее чем через 12 час производится контроль воды в скважине, и циклы воздействия повторяются. Во время воздействия измеряется максимальное значение давления, продолжительность сброса давления, количество вышедшей из скважины воды, количество вышедшей из скважины твердой фракции, время создания давления в каждом цикле, размер частиц извлеченной твердой фракции и ее состав. Циклы подъема и сброса давления в скважине производятся до повышения скорости выхода из скважины газа. При увеличении газовыделения из скважины обработка массива производится при эффективных параметрах до достижения устойчивого дебита метана. После этого устройства пневмогидродинамического воздействия закрываются, и задвижкой с ручным управлением устанавливается расчетный режим отбора газа.

По окончании воздействия измеряется количество вышедшей из скважины воды и содержание в ней твердой фракции. При отсутствии увеличения газовыделения до требуемой величины после проведения пневмогидродинамического воздействия осуществляется промывка ПДС и подготовка ее к очередному циклу работ. При необходимости производится

свабирование ПДС. Необходимость его проведения определяется конкретной ситуацией, складывающейся на устье ПДС после очередного цикла воздействия (в частности, если на устье скважины существенно уменьшилось или полностью прекратилось газовыделение). Необходимый уровень воды в скважине составляет 30 м выше уровня обрабатываемого слоя. При отрицательном результате циклы повторяют с увеличением изменения давления до 10 МПа.

Пневмогидродинамическое воздействие производилось на скважинах Ц-1355 (пробурена на 17 западную лаву пласта m_3), МТ-336 (пробурена на 17 восточную лаву пласта m_3) и МТ-338, находящихся в пределах положительной локальной газоносной структуры, которая характеризуется повышенными значениями пористости, проницаемости и газонасыщенности. При этом дегазация толщ пород в окрестностях этих ПДС имела частичный характер. Их работа прекращалась за 2-4 месяца эксплуатации вследствие кольтматации трещин. Выполненная чистка ПДС не дала положительных результатов. Герметичность стволов скважин обеспечивала подъем давления воды и воздуха не менее чем до 5 МПа.

Скважина МТ-336 глубиной 1267 м на интервале перфорации пересекает угольные пласты m_7 (0,3 м), m_6^3 (0,3 м), m_5 (0,5 м) и m_4^4 (0,5 м).

До проведения пневмогидродинамического воздействия на скважине проведено свабирование до глубины 1160 м (выше пласта m_4^4 на 10 м).

Перед началом воздействия был открыт кран затрубного пространства скважины. В течение 5 мин длился выход газа. В течение 2,5 мин газ истекал из затрубного пространства со скоростью 42,5 м/с. После этого скорость истечения газа начала падать и через 2,5 мин газовыделение прекратилось. За это время выделилось 54 м³ газа.

При начальном уровне воды в ПДС в течение 3,5 ч была произведена закачка воздуха до давления 2,6 МПа одновременно в трубы НКТ и межтрубное пространство. После достижения этого давления был выполнен сброс давления в межтрубном пространстве до атмосферного за 6 этапов. При этом концентрация газа в затрубном пространстве поднялась до 10%.

Через сутки произведен еще один цикл воздействия с давлением нагнетания 2,7 МПа. Концентрация метана увеличилась до 87,5%. В последующие дни происходили периодические выбросы газа в атмосферу.

Через 2 недели произведено свабирование до уровня 1100 м, после чего давление в ПДС увеличилось до 0,98 МПа.

После многократных ступенчатых сбросов давление вновь возрастало (рис. 6), дебит скважины неуклонно увеличивался (рис. 7) и скважина была подключена к дегазационному трубопроводу.

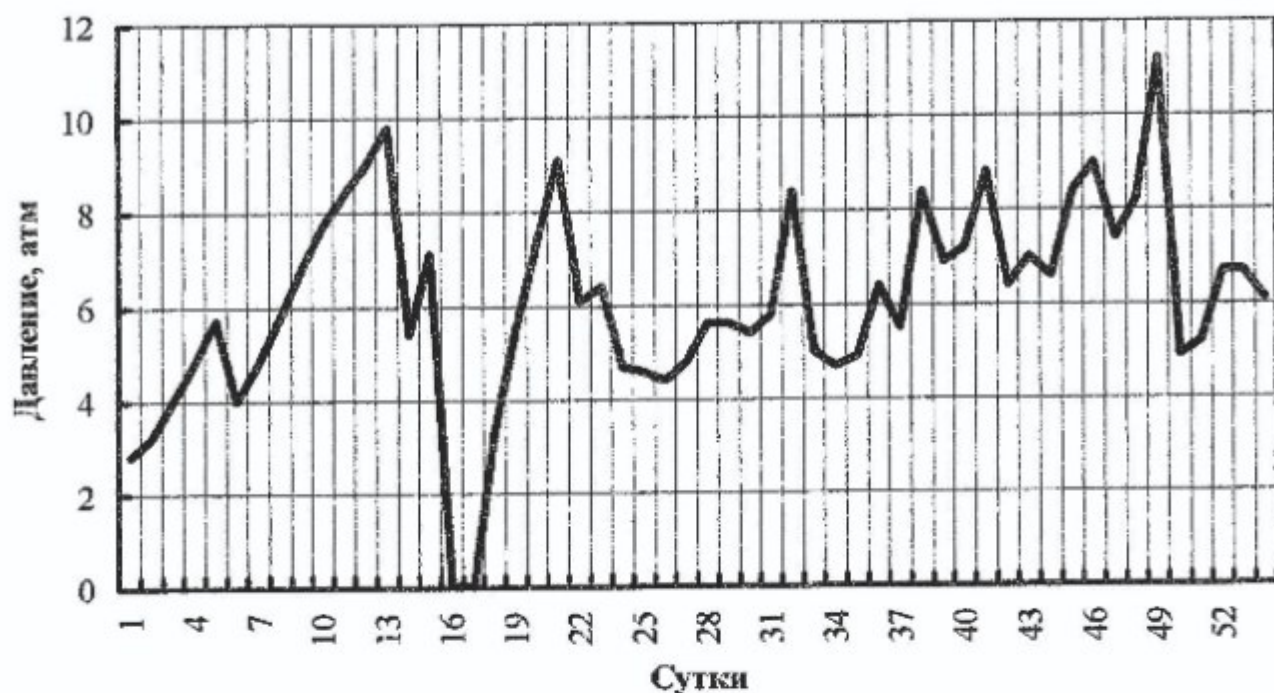


Рис. 6 – Динамика нарастания давления в скважине МТ-336

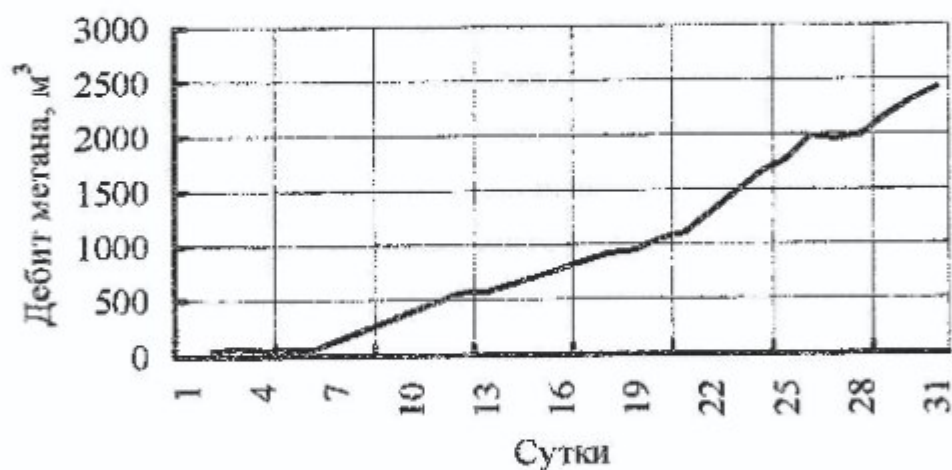


Рис. 7 – Динамика нарастания дебита метана из скважины МТ-336

Скважина МТ-338 глубиной 1268 м на интервале перфорации пересекает угольные пласты m_8^1 (0,7 м), m_7 (0,4 м), m_6^3 (0,3 м), m_5^1 (0,5 м), m_5 (0,4 м), m_4^4 (0,4 м) и m_4^1 (0,5 м) и 9 пластов песчаника суммарной мощностью 138 м.

Произведено свабирование до уровня 1200 м.

Закачка воздуха производилась компрессором высокого давления одновременно в став НКТ и межтрубное пространство.

Было осуществлено 4 цикла воздействия с давлением нагнетания до 6 МПа и последующим ступенчатым сбросом. После воздействия концентрация метана в выходящей из скважины смеси достигла 10 %. Для выполнения дальнейшего воздействия уровень воды довели до 990 м и было произведено еще 2 цикла воздействия.

После проведения пневмогидродинамического воздействия скважина была подключена к дегазационному трубопроводу.

Скважина Ш-1355 глубиной 1260 м на интервале перфорации пересекает угольные пласты m_6^2 (0,4 м), m_6^1 (0,3 м), m_5^1 (0,4 м), m_4^3 (0,7 м) и m_4 (0,4 м) и 9 пластов песчаника суммарной мощностью 123 м.

Выполнено свабиrowание скважины до глубины 800 м и осуществлены 3 цикла пневмогидродинамического воздействия с давлением нагнетания 4 МПа. По техническим причинам дальнейшее воздействие произвести не удалось и воздействие с достигнутыми параметрами не явилось эффективным. Однако, следует обратить внимание на то, что приток газа в скважину происходил даже при давлении нагнетания 1 МПа, что свидетельствует о кратковременной расколматации массива за счет перераспределения колматационного материала без разрушения скелета газового коллектора.

Таким образом, проведенные работы подтвердили эффективность применения пневмогидродинамического воздействия с целью интенсификации дегазации массива ПДС. На МТ-336 при нулевом дебите до воздействия скорость движения газа удалось повысить до 23,4 м/с и поднять дебит до 2,5 тыс. м³/сут. На МТ-338 газовыделение увеличилось до 10,0 тыс. м³/сут, а давление в скважине достигало 1,8 МПа. Общее количество метана, поступившее в дегазационный трубопровод из этих скважин благодаря проведенному воздействию, на сегодняшний день превысило 1 млн. м³.

В связи с тем, что эти скважины находятся в зоне влияния очистных работ, целесообразно после падения газовыделения из них повторно провести работы по интенсификации притока газа пневмогидродинамическим воздействием.

УДК 553.17: 622.357

Канд. геол.-мин. наук Л.Л. Шкуро
(ИГТМ НАН Украины)

ПРОГНОЗНАЯ ОЦЕНКА ГАЗОНОСНОСТИ ПЕСЧАНИКОВ ДОНБАССА

У роботі приводиться прогнозна оцінка газонасності пісковиків на основі досліджень показників відкритої, абсолютної, ефективної пористості та ступеню заповнення пор газом і вологості, визначених у гірничих виробках для різних шахт.

FORECASTING ESTIMATION OF GAS CONTENT IN SANDSTONES OF DONBAS

The writing presents forecasting estimation of gas content in sandstones on the basis of researched parameters of open, absolute, effective porosity, level of gas filling of pores and humidity that were defined in workings of mines of different geo-industrial regions of Donbas.

В настоящее время как известно, метан который поступает в горные выработки, можно эффективно использовать для решения народно – хозяйственных задач. Поэтому в свете решения новых проблем по добыче шахтного метана возникают вопросы, связанные прежде всего с прогнозной оценкой газонасности пород в результате ведения горных работ.