

Академик НАН Украины,  
д-р техн. наук, проф. А.Ф. Булат,  
д-р геол.-мин. наук В.В. Лукинов,  
канд. техн. наук А.П. Клец, асп. Д.Г. Подтуркин,  
канд. техн. наук И.А. Ефремов,  
канд. техн. наук Б.В. Бокий, инж. Д.П. Гуня,  
инж. В.П. Иванов (ИГТМ НАН Украины)

## **ОЦЕНКА ПРИТОКОВ ВОДЫ В ПОВЕРХНОСТНЫЕ ДЕГАЗАЦИОННЫЕ СКВАЖИНЫ**

Розглянуто шляхи проникнення води у свердловини, які пробурені з поверхні. Приведена методика та оцінено баланс пластової води та води, яка притікає з верхніх горизонтів.

## **ESTIMATION OF WATER INFLOWS IN SUPERFICIAL CHINKS FOR DECONTAMINATION**

Ways of water inflows to superficial chinks for decontamination are considered. The technique is given and the balance of water from a layer which flows from the top horizons is appreciated.

Основным показателем, определяющим эффективность работы поверхностных дегазационных скважин, является количество извлекаемого ими метана. Метан поступает в скважину в период её подработки лавой, когда подрабатываемый углепородный массив разгружается от горного давления, разуплотняется, растрескивается, и таким образом создаются благоприятные условия для свободного перемещения газа по трещинам к стволу скважины. Формируется временная техногенная залежь. Источниками поступления метана в такую залежь являются подработанные угольные пласты и пропластки, десорбирующие метан, а также песчаники – выделяющие свободный метан из пор.

В песчаниках часть пор заполнена газом, а часть - водой. В границах горного отвода шахты имени А.Ф. Засядько до 60-70 % пор песчаников заполнены водой. При деформировании углепородного горного массива и формировании техногенной залежи, наряду с газом из пор выделяется вода, которая выносится газовым потоком из скважины. С увеличением количества метана, поступающего в скважину, возрастает скорость его потока, что приводит к увеличению количества выносимой из скважины воды. Поскольку воды угленосных отложений карбона в Донбассе высокоминерализированы и агрессивны, их утилизация требует решения целого ряда экологических, технических и экономических вопросов.

Поверхностные дегазационные скважины в нижней части ствола оборудуются фильтром, а вышележащие породы перекрываются обсадными трубами, затрубное пространство которых цементируются. Некачественное цементирование колонны обсадных труб может приводить к притоку в скважину воды из вышележащих водоносных горизонтов или старых горных выработок, которые пересекает скважина. В отличие от нефтегазовых скважин поверхностные дегазационные скважины имеют облегченную конструкцию: для обсадки исполь-

зуются трубы геологического сортамента без муфт (ниппельное соединение), зазор между стенкой скважины и поверхностью обсадной трубы, а следовательно и толщина цементного кольца не превышает 10 мм, а зачастую составляет 2-5 мм. Такая конструкция скважины не обеспечивает её изоляцию от притока воды из вышележащих горизонтов, что приводит к выносу из скважины в процессе дегазации углепородного массива не только пластовой воды дегазируемых слоёв песчаника, но и пластовых вод вышележащих горизонтов. Для отделения воды потребуются затраты на установку водоотделителей и сепараторов, а также устройств для закачки высокоминерализованной воды в отработанные скважины или её нейтрализации, очистки и сброса. Улучшение изоляции скважины от притока воды из вышележащих горизонтов возможно за счет более качественной цементации обсадных труб, в частности, путем увеличения толщины цементного кольца. Однако это, безусловно, приведет к увеличению диаметра скважины и, как следствие, к её удорожанию. Дополнительные затраты на сооружение такой скважины могут не оправдаться, если приток воды из вышележащих горизонтов будет существенно меньше притока воды из дегазируемых слоёв песчаника. В этой связи актуальным является вопрос оценки баланса притоков воды в дегазационную скважину из различных источников. Он также важен для расчета параметров водоотделителей и сепараторов, которые монтируются на поверхности у устья скважины. Принципиально вопрос заключается в эколого-экономическом обосновании целесообразности усложнения конструкции подземных дегазационных скважин.

Для оценки баланса притоков воды в поверхностную дегазационную скважину (ПДС) была выбрана скважина МТ-340, пробуренная для дегазации 16 западной лавы пласта  $m_3$  на поле шахты им. А.Ф. Засядько. Глубина скважины 1277 м, диаметр обсадной колонны 127 мм, диаметр бурения 132 мм. Длина фильтровой части 273 м. Скважина оборудована колонной НКТ, диаметром 60,3 мм до глубины 930 м. С целью изоляции надфильтровой части скважины от притоков воды скважина, до подхода лавы, была обработана специальным раствором, который при контакте с водой образует гель. Проведенные до подхода лавы откачки воды из скважины до и после обработки гелем показали существенное снижение притока воды, что свидетельствует о положительном результате работ по гидроизоляции.

При подходе лавы скважина начала отдавать газ с нарастающим дебитом. Первые 13 суток (начиная с 02.01.04 г.) скважина работала в дегазационном режиме – была полностью открыта, работала на «свечу» как из колонны НКТ, так и из межтрубного пространства. Затем межтрубное пространство было подключено через поверхностный трубопровод к компрессорам газозаправочной станции, а из колонны НКТ продолжался выпуск метана на «свечу», то есть скважина работала как в дегазационном, так и в добычном режимах с суточной добычей 1,8-8,5 тыс.  $m^3$  метана. По суммарному дебиту метана работа скважины разделяется на три периода: первый период – 8 суток - дебит метана до 3,0 тыс.  $m^3$ /сут.; второй период – 8 суток – дебит метана ежедневно растет от 3,0 до 27,0

тыс. м<sup>3</sup>/сут; третий период работы скважины – последующие 80 суток – устойчивый дебит метана на уровне 27,0 тыс. м<sup>3</sup>/сут.

В первый период работы скважины, когда дебит метана составлял около 3 тыс. м<sup>3</sup> в сутки, вынос воды из скважины отсутствовал. С увеличением дебита метана и, следовательно, скорости газового потока в скважине, на устье появилась вода, дебит которой увеличивался пропорционально дебиту газа.

По дебиту воды работу скважины можно разделить также на три периода: первый период – 13 суток – вынос воды незначительный; второй период – 11 суток – дебит воды интенсивно растет до 170 м<sup>3</sup>/сут.; третий период – последующие 72 суток – дебит воды 160-170 м<sup>3</sup>/сут.

Одновременно с замерах дебитов газа и воды на скважине МТ-340 отбирались пробы воды, по которым определялась её минерализация. Для сравнительной оценки и в качестве базовой привязки определена минерализация воды, поступающей из песчаника m<sub>3</sub>S<sub>m</sub><sub>4</sub> в подземные дегазационные скважины, пробуренные из вентиляционного штрека 16 западной лавы пласта m<sub>3</sub> (в районе скважины МТ-340), которая составляет 39,572 г/л. Оценка минерализации пластовых вод по скважине МТ-340 при её бурении не проводилась, однако известно, что минерализация пластовых вод с глубиной увеличивается, следовательно, минерализация вод вышележащих горизонтов в скважине МТ-340 должна быть меньше 39,5 г/л.

Данные по дебитам метана, воды и минерализации воды, поступающей в скважину МТ-340, приведены в таблице 1.

Таблица 1 - Дебит метана, воды и минерализация воды, поступающей в скважину МТ-340

Время замера от начала работы скважины, сут.		9	17	28
Период работы скважины	по дебиту газа	II	III	III
	по дебиту воды	I	II	III
Дебит газа, тыс. м <sup>3</sup> в сутки		2,0	27,0	27,0
Дебит воды	м <sup>3</sup> /сутки	0,96	43,2	123,1
	л/мин	0,67	30,0	85,5
Минерализация воды, г/л		34,8	31,5	17,5

Поступление воды в скважину начинает увеличиваться с повышением дебита метана. В это же время наблюдается некоторое снижение её минерализации. По-видимому, вследствие увеличения газового потока и вибрации ствола скважины, изоляция скважины гелем нарушается, что приводит к подтоку менее минерализованной воды из вышележащих горизонтов. Резкое снижение минерализации воды и увеличение её дебита происходит в период с 17 по 28 сутки работы скважины, когда дебит метана не увеличивался. Если бы приток воды увеличивался за счёт её выноса из дегазируемого пласта песчаника, минерализация воды оставалась бы постоянной.

Период работы скважины с 17 по 28 сутки относится к третьему периоду работы скважины по дебиту метана, то есть работы с устойчивым дебитом 27 тыс. м<sup>3</sup> в сутки. Следовательно, дебит воды, поступающей из дегазационного пласта песчаника в этот период, и минерализация этой воды должны быть постоянными.

Вероятными дегазационными источниками, обеспечивающими одновременное поступление метана и воды в скважину, являются песчаники m<sub>3</sub>Sm<sub>4</sub> и m<sub>4</sub><sup>0</sup>Sm<sub>4</sub><sup>1</sup>. Поступление метана и воды из этих песчаников подтверждено работой подземных дегазационных скважин. Учитывая возможность некоторого уменьшения минерализации пластовой воды вверх по стратиграфическому разрезу и сравнительно небольшое (40 м) расстояние между данными песчаниками, выполним два варианта расчета поступления пластовой воды в скважину из дегазируемых песчаников; в первом варианте примем минерализацию пластовой воды дегазируемого песчаника равной 39,572 г/л, во втором – 34,782 г/л. Минерализация воды, поступающей из вышележащих горизонтов вследствие некачественной изоляции скважины (M<sub>в</sub>), неизвестна и может быть определена путём решения системы уравнений, имеющих вид:

$$M_o Q_o^e = M_{nl} \cdot Q_1^e + M_e Q_2^e,$$

где M<sub>o</sub> - общая минерализация воды, поступающей в скважину, г/л; Q<sub>o</sub><sup>e</sup> - дебит воды в скважину, л/мин.; M<sub>nl</sub> - минерализация пластовой воды дегазируемого песчаника, г/л; M<sub>e</sub> - усредненная минерализация воды, поступающей в скважину из вышележащих горизонтов, г/л; Q<sub>1</sub><sup>e</sup> - дебит воды из дегазируемого песчаника, л/мин.; Q<sub>2</sub><sup>e</sup> - дебит воды из вышележащих горизонтов, л/мин.

Для составления системы уравнений используем данные таблицы 1 за 17 и 28 сутки работы скважины, принимая значения Q<sub>1</sub><sup>e</sup> и M<sub>e</sub> постоянными, тогда:

I вариант.

$$\begin{aligned} M_{nl} &= 39,6; \quad M_{02} = 31,5; \quad M_{03} = 17,5. \\ 31,5 \cdot 30,0 &= 39,6 \cdot Q_1^e + M_e \cdot (30,0 - Q_1^e). \\ 17,5 \cdot 85,5 &= 39,6 \cdot Q_1^e + M_e \cdot (85,5 - Q_1^e). \\ Q_1^e &= 21,7 \text{ л/мин. или } 31,2 \text{ м}^3/\text{сутки}. \\ M_e &= 10 \text{ г/л.} \end{aligned}$$

II вариант

$$\begin{aligned} M_{nl} &= 34,8. \\ M_e &= 10 \text{ г/л.} \\ Q_1^e &= 25,9 \text{ л/мин. или } 37,2 \text{ м}^3/\text{сутки}. \end{aligned}$$

Расчеты показывают, что минерализация воды, поступающей в скважину из вышележащих горизонтов вследствие некачественной изоляции состава, в

среднем составляет 10 г/л. Расчетный дебит воды, поступающей из дегазируемого песчаника, изменяется от 31,3 до 37,2 м<sup>3</sup>/сут. при дебите газа 27 тыс. м<sup>3</sup>/сут.

Резкое увеличение притока воды в скважину в период с 19.01. по 30.01. и дальнейший её стабильный дебит 150-180 м<sup>3</sup>/сут. обусловлен некачественной изоляцией скважины. Принимая, для сравнения, средний дебит воды из дегазируемого песчаника 34 м<sup>3</sup>/сут. при стабильном дебите газа 27 тыс. м<sup>3</sup>/сут., определяем, что её доля в балансе общего притока воды в скважину 150 м<sup>3</sup>/сут. составляет 23 %.

**УДК 553.94:550.8.07/08**

Д-р. техн наук В.А. Гончаренко,  
канд. техн наук Л.И. Пимоненко  
(ИГТМ НАН Украины)

## **ПЕТРОФИЗИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПРОГНОЗА ЛОКАЛЬНЫХ ЗОН СКОПЛЕНИЯ МЕТАНА В УГЛЕПОРОДНОМ МАССИВЕ ДОНБАССА**

На основі аналізу встановлених петрофізичних взаємозв'язків геологічних показників газоносності і геофізичних параметрів вуглепородного масиву обґрунтована можливість прогнозування в ньому зон скупчення метану

## **THE PETROPHYSICAL PARTICULARITIES OF PROGNOSIS OF THE LOCAL ZONES OF METHANE CONCENTRATION IN THE COAL-ROCK MASSIVE OF DONBASS**

On the basis of the analysis petrophysical interconnections of the indexes of gas-bearing and of the geophysical parameters of the coal-rock massive, a possibility was substantiated for the prognosis in it in the zones of methane concentration

В мировой практике горного дела угольные месторождения сейчас разрабатываются таким образом, чтобы эффективно и безопасно было добывать не только уголь, но и сопутствующий газ метан. На шахтах Донбасса рост глубины разработки и интенсификация горных работ обостряют проблему безопасности, которую в частности можно решать путем создания эффективных способов дегазации углепородного массива на стадии строительства, эксплуатации и даже после закрытия горных предприятий.

Эффективное решение задач дегазации позволит обеспечить не только безопасное ведение горных работ, но и осуществить добычу метана. При этом возникает необходимость разработки научно-обоснованных методов для прогнозирования зон скопления метана (ЗСМ), из которых экономически целесообразно его извлекать. К сожалению, такие методы прогнозирования используют в основном дорогостоящую и трудоемкую геологическую информацию [1], в то время как при разведке угольных месторождений имеется большое количество скважинных геофизических измерений, которые выполняются непрерывно по