

УДК 622.817.47

## СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДА РАСЧЕТА ДЕБИТА ГАЗА В ДЛИННЫЕ СКВАЖИНЫ ПРИ НАПРАВЛЕННОМ БУРЕНИИ

Шевченко Леонид Андреевич,  
доктор техн. наук, профессор. E-mail: [aotp2012@yandex.ru](mailto:aotp2012@yandex.ru)

Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева, 650000, Россия,  
г. Кемерово, ул. Весенняя

**Аннотация.** Рассматриваются условия работы длинных скважин, применяемых в Кузбассе для дегазации межпластовых толщ и выработанных пространств с 2011 года в качестве эксперимента. Анализируются первые результаты, полученные на шахте им. С.М. Кирова СУЭК-Кузбасс и приводится описание особенностей газовыделения в скважине при их направленном бурении на большую длину до 1000 м. Выявлены характерные периоды в процессе каптажа метана из массива в зависимости от содержания газа в зоне прохождения скважины. Предлагается ввести уточнения в метод расчета общего объема газа, выделившегося в скважину от начала бурения и до полного окончания ее функционирования.

**Ключевые слова:** скважина направленное бурение, условный пласт, метан, дегазация, дебит газа.

Под направленном бурением понимается бурение длинных скважин до 1000 м станком VL D – 1000A с одновременным контролем направления движения бурового инструмента на мониторе и возможностью корректирования его траектории в случаях отклонения от проекта. Впервые такая технология была внедрена на шахтах Австралии в начале 80-х годов прошлого века. В Кузбассе такое оборудование стало применяться с 2011 года на шахте им. С.М. Кирова СУЭК-Кузбасс, в последствии на шахте «Костромовская» ОАО «Белон». Несмотря на большой накопленный опыт бурения скважин разного назначения станками отечественного производства длиной до 100-150 м новая технология имела существенные отличия как в части принципа действия рабочего органа буровой коронки, так и в части уровня компьютерного оснащения самого станка. Это потребовало коренной переподготовки персонала, обслуживающих станок, для чего была проведена стажировка операторов в США, Австралии и Канаде.

Первые результаты внедрения данной технологии на шахте им. С.М. Кирова позволили выявить ряд особенностей как в процессе технологии бурения, так и, что особенно важно, в газодинамике прискважинной зоны массива. В технологическом плане главной особенностью является необходимость использования большого количества воды как для обеспечения работы бура, так и для удаления бурового штыба из скважины. Это, в свою очередь, требует оборудования непосредственного у станка шламоотстойника, что создает некоторые неудобства в зоне его обслуживания. Буровой став, наращивается по мере углубления в массив секциями по 6 м и имеет возможность изменять кривизну в вертикальной и горизонтальной плоскостях.

Совершенно очевидно, что при бурении сква-

жин большой длины значительно увеличивается время газодинамического взаимодействия массива с внутренней поверхностью скважины на разных удалениях от ее устья, в результате чего нарушается равновесие состояния в системе уголь-газ. Начальное газовыделение начинается с первых метров бурения, когда возникает перепад давления в массиве и на обнаженной поверхности скважины, нарастающий по мере углубления в массив, до входа ее в зону установившихся значений газоносности угольного пласта.

В этом плане работу скважины по времени можно разделить на три периода: время бурения скважины в пределах зоны газового дренирования вокруг выработки ( $t_1$ ), время бурения скважины в зоне установившегося газового давления и газоносности массива ( $t_2$ ) и время после окончания бурения, когда скважина, достигнув проектной глубины, работает под вакуумом в магистральной сети ( $t_3$ ). На рис.1 изображена типовая кривая дебита скважины, проходящей последовательно три этапа.

Каждый из этапов характеризуется разными условиями газоотдачи массива. На первом этапе газоприток через поверхность обнажения в скважину обеспечивается как за счет увеличения площади, ее внутренней поверхности так и за счет интенсификации фильтрации газа с ростом газоносности массива (отрезок OA). На втором этапе после входа забоя скважины в зону природной газоносности прирост дебита замедляется и происходит только за счет увеличения ее длины (отрезок AB). Третий этап наступает после окончания бурения и характеризуется затуханием газовыделения по всей длине скважины вплоть до окончания ее функционирования (отрезок BC). Надо заметить, что на экспериментальных кривых четкой границы между отрезками OA и AB можно не об-

наружить, однако точка  $B$  в любом случае будет соответствовать моменту достижения скважиной проектной длины и окончания бурения. В этом

ние «Инструкции» учитывать объем газа, выделившегося на стадии бурения для скважин любой длины, является обязательным, чего не было в ее

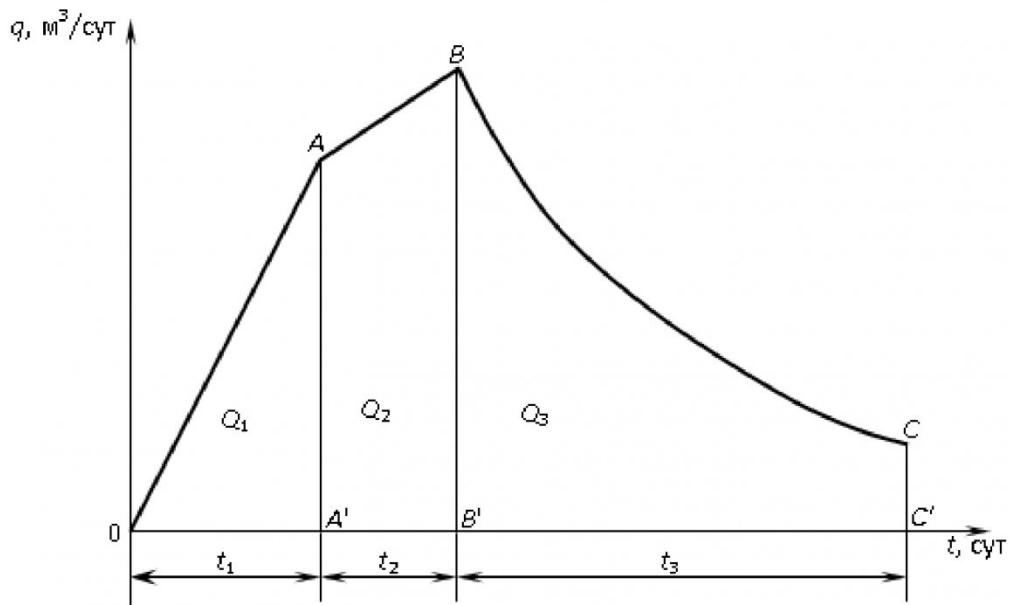


Рис.1. Типовая кривая дебита газа в скважину на разных этапах работы

случае, не допуская особой погрешности, можно площади  $Q_1$  и  $Q_2$  считать единой плоской фигурой, близкой к треугольнику и с учетом этого вычислять объем газа, выделившегося при бурении скважины.

На третьем этапе работы скважины возможны различные подходы к расчету ее дебита в зависимости от вида кривой изменения газовыделения после подключения скважины к вакуум-насосу. В случае, если известна функция изменения дебита, объем метана, извлеченного из массива, может быть рассчитан аналитически, если нисходящая кривая близка к прямой, можно рассчитать этот объем графически как площадь фигуры  $Q_3$  в виде прямолинейной или криволинейной трапеции [1].

Детализация дебита газа в скважине большой длины по отдельным составляющим является единственным способом повысить точность расчетов объема каптируемого метана на протяжении всего срока службы скважины на основе достаточно просто определяемых опытным путем необходимых исходных данных. Для реализации данного метода достаточно проводить регулярные замеры на скважинах с периодичностью 2-3 раза в неделю и обязательно при окончании бурения.

Метод двухстадийного расчета дебита каптируемого метана группой скважин без акцента на их длину содержится также в действующей в настоящее время. Инструкции по дегазации угольных шахт (Приложение №18 «Расчет объемов каптируемого метана»), однако ввиду недостаточно четкой трактовки ряда величин, входящих в рекомендуемые формулы, пользоваться ей весьма затруднительно [2]. Вместе с тем, требова-

предыдущих изданиях и это является очень важным дополнением, способствующим повышению точности расчетов. Скважины большой длины априори обладают большими возможностями с точки зрения газового дренирования массива, в качестве которого может быть как угольный пласт, так и межпластовая толща в основном за счет своей длины. В связи с этим расчет их дебита не является конечным результатом, характеризующим эффективность дегазации, а первым шагом при проектировании дегазационных систем. В частности, зная дебит одной скважины, который она может дать за определенное время и располагая общими запасами газа в дегазируемом участке угольного пласта, можем рассчитать требуемое число скважин и расстояние между ними. Для этого надо знать размеры выемочного блока и природную газоносность угля, определяемую при геологической разведке месторождения и, разумеется, заданное значение остаточной газоносности пласта. Все остальное – результат элементарных арифметических вычислений [3].

В заключение следует отметить, изложенный выше метод расчета дебита газа в скважине, основанный на опытном определении основных параметров их работы, будет способствовать созданию и пополнению базы данных для каждого конкретного месторождения и использовать их на объектах-аналогах при проектировании дегазации новых участков угольных пластов. Аналогичный подход рекомендуется также в инструкции по дегазации угольных шахт [2].

## Выводы

1. Внедрение новых технологических схем дегазации угольных пластов и межпластовых толщ на шахтах Кузбасса требуют корректировки методов расчета дебита газа в скважины.

2. Газовыделение в скважины большой длины характеризуются спецификой их бурения и боль-

шим временем функционирования, что неизбежно влечет необходимость разделить их работу на отдельные характерные этапы.

3. Повышение точности расчетов объема каптированного метана одной скважиной обусловлено системой замеров на скважинах и опытным определением параметров ее работы.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Шевченк, Л.А. Процессы газоотдачи газоносных массивов в длинные скважины / Вестник Кузбасского государственного технического университета. – 2014. – №3. С. 51-55.
2. Инструкция по дегазации угольных шахт. – М.: НТЦ Промбезопасность, 2014. – 250 с.
3. Шевченко Л.А. Дегазация выработанных пространств длинными скважинами / Известия вузов. Горный журнал. 2014. – №2. С. 10-11.

*Поступило в редакцию 23.09.2015*

**UDC 622.817.47**

## IMPROVEMENT OF METHOD OF CALCULATION OF GAS FLOW THE LENGTH OF THE WELL DURING DIRECTIONAL DRILLING

**Shevchenko Leonid A.,**  
D.Sc. (Engineering), Professor. E-mail: [aotp2012@yandex.ru](mailto:aotp2012@yandex.ru)

T.F. Gorbachev Kuzbass State Technical University, 28 street Vesennaya, Kemerovo, 650000, Russian Federation

**Abstract.** The conditions of work of long holes used in the Kuzbass for degassing interstratal strata and worked-out areas since 2011 in the quality-stve experiment. Analyzes the first results at the mine to them. CM. Kirov SUEK-Kuzbass and describes the features of gas into wells at their directional drilling to great length to 1000 meters. Characteristic periods during capping of methane from solid depending on the gas content in the zone of the passage hole. It is proposed to introduce a refinement in the method of calculating the total volume of gas released into the well from the start of drilling until the full completion of its operation.

**Keywords:** directional drilling wells, conventional reservoir, methane degassing, discharge gas.

## REFERENCES

1. Shevchenko, L.A. The processes of gas recovery in long arrays of gas-bearing wells / Bulletin KuzGTU. – 2014. - №3. S. 51-55.
2. Instructions for degassing coal mines. - M.: STC Industrial Safety, 2014. – 250 p.
3. Shevchenko, L.A. Degassing goafs long wells / Proceedings of the universities. Mining Journal. 2014. – №2. S. 10-11.

*Received:23.09.2015*