

УДК 622.831.325.3

Патрахалин К.А., студент гр. БГс-151, V курс

Чагирев Т.И., студент гр. БГс-151, V курс

Л.А. Шевченко, д.т.н., проф.

Кузбасский государственный технический университет

имени Т.Ф. Горбачева, 650000 г. Кемерово

## ПРОБЛЕМЫ ДЕГАЗАЦИИ УГОЛЬНЫХ ПЛАСТОВ СКВАЖИНАМИ

Рассматриваются физические аспекты газопритока в дегазационные скважины, направленные на экспериментальное определение параметров их работы по каптажу метана из угольного пласта. Опытное определение режима фильтрации газа из угольного массива в скважину позволяет с достаточно высокой степенью точности рассчитать полный объем метана, который может извлечь скважина за определенное время. Это позволяет впоследствии производить более обоснованное проектирование дегазации угольных пластов, предусмотренных к выемке. Отмечаются недостатки существующей Инструкции по дегазации угольных шахт в части расчета дебита скважин.

**Ключевые слова:** угольный пласт, дегазационная скважина, метан, дебит газа, дегазация.

Разработка угольных мероприятий всегда сопровождалась попутным выделением метана из угля, что создавало потенциальную угрозу жизни горнорабочих при взрывах метановоздушной смеси в шахтах. Это связано с тем, что при формировании угольных пластов метан образовывался вместе с ними и в течение длительного периода углефикации создавал с углем прочную химическую связь за счет способности угля сорбировать газ. Таким образом, в настоящее время мы имеем фактически комплексные полезные ископаемые, которые являются по природе углеказовыми. Однако в течение всей истории угледобычи в мире, содержащийся в угольных пластах метан, выбрасывался в атмосферу вместе с отработанным в шахтах воздухом, что, впрочем, кроме потерь важного энергетического ресурса, создавало дополнительно проблемы экологического плана (парниковый эффект, озонные дыры и др.).

В силу того, что с углублением горных работ проблема метана усложнялась, в последние 30-40 лет, на шахтах мира началась искусственная дегазация угольных пластов до начала их разработки с целью снизить их природную газоносность до каких-либо заданных значений. Без такой предварительной подготовки пласта его разработка высокопроизводительными механизированными комплексами была бы просто невозможной ввиду постоянных остановок и длительных простоев техники.

Длительное время газ являлся серьезным барьером для повышения производительности угледобычи, при этом в проектной документации, как правило, велись специальные расчеты допустимой нагрузки на очистной забой по газовому фактору, что практически сводило на нет колоссальные проектные мощности импортного оборудования, которое вынуждено было работать на 30-40% своих реальных возможностей. Единственным реальным технически реализуемым способом преодоления газового барьера явилась дегазация угольных пластов скважинами, подключенными к вакуум-насосу, что обеспечивало общее снижение газообильности горных выработок без увеличения подачи воздуха.

В связи с этим в 2011 году вышло постановление Правительства Российской Федерации №315 от 25.04.2011 г. «О допустимых нормах содержания взрывоопасных газов (метана) в шахте, угольных пластах и выработанном пространстве, при которых дегазация является обязательной». Данное постановление устанавливало допустимую остаточную газоносность угольных пластов после дегазации не более 13 м<sup>3</sup>/т.

Как отмечалось выше, метан в угольных пластах находится в состоянии химической связи с углем, разорвать которую можно только, сняв давление до атмосферного, либо путем разрушения угольного пласта исполнительным органом комбайна. Снять давление в глубине угольного массива можно только, пробурив скважину, в которой давление условно можно считать равным атмосферному. В результате за счет разности давлений в скважине и в массиве газ начинает движение к обнаженной поверхности скважины и далее в выработку, либо в дегазационную систему, соединенную с вакуум-насосом.

Фильтрация газа в угольном пласте довольно медленный процесс, зависящий от градиента давления в направлении движения газового потока, газопроницаемости пласта в этом же направлении, а также вязкости движущегося газа. В связи с этим процесс газовыделения в скважину протекает довольно медленно и требует периодических замеров дебита метана. Вместе с тем все замеренные параметры работы скважины имеют важное значение для прогноза и расчета остаточной газоносности массива и характеризуют газодинамические особенности данного пласта, которые впоследствии лягут в основу проектирования его дегазации. В этом плане важно рассчитать общий дебит газа в скважину за все время ее функционирования, включая время бурения и время работы после его окончания, которое является важнейшим показателем ее производительности. Вторым важным показателем так же является темп снижения дебита газа во времени. Для расчета этого показателя необходимо иметь одну контрольную скважину и вести за ней наблюдения в течение 2-3 месяцев, после чего можно с достаточной степенью достоверности вычислить данный показатель. По итогам наблюдений будет получена типовая кривая дебита метана (рисунок), по которой можно определить все необходимые газодинамические характеристики угольного пласта.

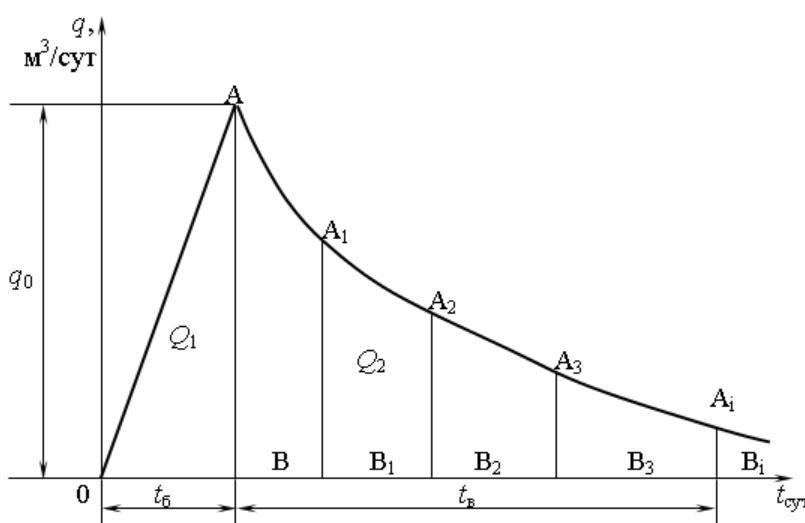


Рисунок. Типовая кривая дебита газа в скважину:  $t_0$  – время бурения,  
 $t_v$  – время работы под вакуумом

После построения кривой дебита газа в скважину с точным значением ординат точек  $A_1$ ,  $A_2$ ,  $A_3$  и их абсцисс, необходимо выбрать тип кривой и функцию, адекватно описывающую характер ее изменения во времени. Наиболее удобной в этом случае может быть экспоненциальная функция типа

$$q = q_0 e^{\beta t}$$

где  $q_0$  – дебит газа на момент окончания бурения,  $\text{м}^3/\text{сут}$ ;  $\beta$  – коэффициент, характеризующий темп уменьшения дебита газа во времени,  $1/\text{сут}$ ;  $t$  – время, сут.

В этом случае  $q_0$  – определяется сразу после окончания времени бурения  $t_0$  и по ней может быть рассчитан объем газа, выделившегося при бурении как площадь треугольника  $OAB$ . Вторая часть дебита газа  $Q_2$  может быть определена путем интегрирования функции в пределах от 0 до  $t_v$  (площадь фигуры  $BAA_iB_i$ ). При этом время работы скважины под вакуумом ( $t_v$ ) определяется в зависимости от желаемой остаточной газоносности угольного пласта, но не более  $13 \text{ м}^3/\text{т}$ .

Таким образом, определив общий объем метана, который может каптировать одна скважина, можно перейти к проектированию дегазации всего выемочного блока, предусмотренного к выемке. Зная его объем, массу угля, природную газоносность, а, следовательно, и общие запасы метана, с одной стороны и объем метана, извлекаемый одной скважиной с другой, можем найти необходимое число скважин.

В заключение следует заметить, что существующая в настоящее время Инструкция по дегазации угольных шахт (Приложение №18 «Расчет дебита скважин»), мало пригодна для решения этой задачи ввиду нечеткой трактовки содержащихся в ней понятий и величин.

## Список литературы

1. Ромм Е.С. Фильтрационные свойства трещиноватых горных пород. М.: Недра. – 1966. – 283 с.
2. Тарасов Б.Г., Мащенко И.Д., Рябченко А.С. О фильтрующей модели угольного пласта. // Вопросы рудничной аэрологии: КузПИ. – Кемерово. 1967 – Вып. I. – С. 71-78.
3. Керкис Е.Е. Методы изучения фильтрационных свойств горных пород. – М.: Недра, 1975. – 230 с.
4. Родин Р.И. Особенности повышения газопроницаемости угольных пластов / Р.И. Родин, М.С. Плаксин // Вестник научного центра по безопасности работ в угольной промышленности. Научно-технический журнал. – Кемерово, 2016. – № 1. – С. 42-48.
5. Шинкевич М.В. Моделирование техногенной структуризации вмещающего массива горных пород при ведении очистных работ / М.В. Шинкевич, Е.В. Леонтьева // Вестник Кузбасского государственного технического университета. – 2015. – № 3. – С. 23-31.
6. Ковалев, В.А. Формирование дебита газа в длинные скважины при направленном бурении / В.А. Ковалев, В.Ю. Гришин, Л.А. Шевченко // Вестник КузГТУ. – 2013. – № 4. – С. 58-60.
7. Шевченко Л.А., Гришин В.Ю. Дегазация выработанных пространств длинными скважинами / Известия вузов. Горный журнал. – 2014. – № 2. – С. 10-11.
8. Shevchenko L.A. Debit gas in well as a comprehensive indicator of gas permeability of the coal seam // В сборнике Coal in 21st Century: Mining Processing and Safety, 2016 – pp. 184-187.
9. Шевченко Л.А. Математическое моделирование газодинамического состояния угольного пласта в зоне влияния скважины в процессе бурения / Вестник КузГТУ № 1. – 2016. С. 67-70
10. Tailakov O.V. Utilization Prospects of Coalbed Methane in Kuzbass / O.V. Tailakov, D.N. Zastrelov, V.O. Tailakov, A.B. Efremenkov // Applied Mechanics and Materials. – Apr. 2015. – Vol 756. – Pp. 622-625.
11. Tailakov O.V. Justification of a Method for Determination of Gas Content in Coal Seams to Assess Degasification Efficiency / Tailakov O.V., Kormin A.N., Zastrelov D.N., Utkaev E.A., Sokolov S.V. // The 8<sup>th</sup> Russian-Chinese-Symposium/ Coal in 21st Century: Mining Processing and Safety, 2016 – pp. 324-329.
12. Tailakov O.V. Experience for Coal Mine Methane Utilization to Generate Thermal and Electric Power / V.O. Tailakov, D.N. Zastrelov, E.A. Utkaev, A.N. Kormin, A.I. Smyslov // Taishan Academic Forum – Project on mine Disaster Prevention and Control. – Mining 2014. – Qingdao, China, 17-20 October, 2014. – Pp. 450-454.

13. Постановление Правительства РФ № 315 от 25.04.2011 «О допустимых нормах содержания взрывоопасных газов (метана) в шахте, угольных пластах и выработанном пространстве, при которых дегазация является обязательной».