

УДК 622.831.325.3

Л.А. Шевченко, Д.А. Ткаченко

ВЛИЯНИЕ ДЛИНЫ ДЕГАЗАЦИОННЫХ СКВАЖИН НА СТРУКТУРУ ИХ ДЕБИТА

Современные тенденции в подземной добыче угля характеризуются неуклонным ростом потенциальной газовой опасности шахт, обусловленной высокими нагрузками на очистной забой и углублением горных работ.

В этой связи особую актуальность приобретает совершенствование методов управления газовой выделением на выемочных участках шахт и изыскание дополнительных резервов в существующих технологиях с точки зрения безопасности шахтной атмосферы, не связанных с увеличением количества воздуха.

Одним из таких резервов может быть новый подход к расчету дебита дегазационных скважин на стадии предварительной дегазации угольных пластов. Основанием для такого подхода явилось нашедшее применение в Кузбассе бурение скважин большой длины до 1000 м станками направленного бурения VLD-1000 А [1, 2, 3].

Особенностью работы подобного оборудования является возможность наблюдать и корректировать траекторию движения бурового инструмента в массиве и бурить скважины в труднодоступные зоны угленосной толщи с одновременной регистрацией всех параметров работы на мониторе.

Первый накопленный опыт работы подобных систем позволяет сделать некоторые выводы о возможных преимуществах их использования на шахтах Кузбасса.

Особенностью работы новых технологий дегазации длинными скважинами является то, что их бурение занимает значительное время, в течение

которого идет активное истечение газа из устья скважины в горную выработку, где установлен станок. К моменту окончания бурения и подключения скважины к магистральной сети и вакуум-насосу значительная часть газа уже извлечена из массива, но не зафиксирована в журналах наблюдений.

Рассмотрим теоретически возможные варианты формирования дебита газа в длинную скважину при разных отрезках времени, затраченного на ее бурение (рис. 1.). Кривые 1, 2 и 3 характеризуют динамику газовой выделения в скважину при разном времени бурения, обозначенном отрезками OB_1 , OB_2 и OB_3 .

Из рис. 1 видно, что с уменьшением скорости бурения скважины растет доля газа, выделяющегося в этот период и соответственно снижается его объем на втором этапе функционирования скважины под вакуумом.

Для скважин большой длины это имеет существенное значение, так как время бурения может достигать нескольких суток, когда газоотдача пласта идет наиболее интенсивно. В связи с этим возникает необходимость раздельной оценки объема газа, выделяющегося на стадии бурения и на стадии работы под вакуумом.

Используя метод геометрических аппроксимаций можно объемы метана, выделившегося при бурении с разными скоростями, представить как площади плоских фигур в виде прямоугольных треугольников OA_1B_1 , OA_2B_2 и OA_3B_3 , при этом $OA_1B_1 < OA_2B_2 < OA_3B_3$.

Соответственно во время работы скважин под

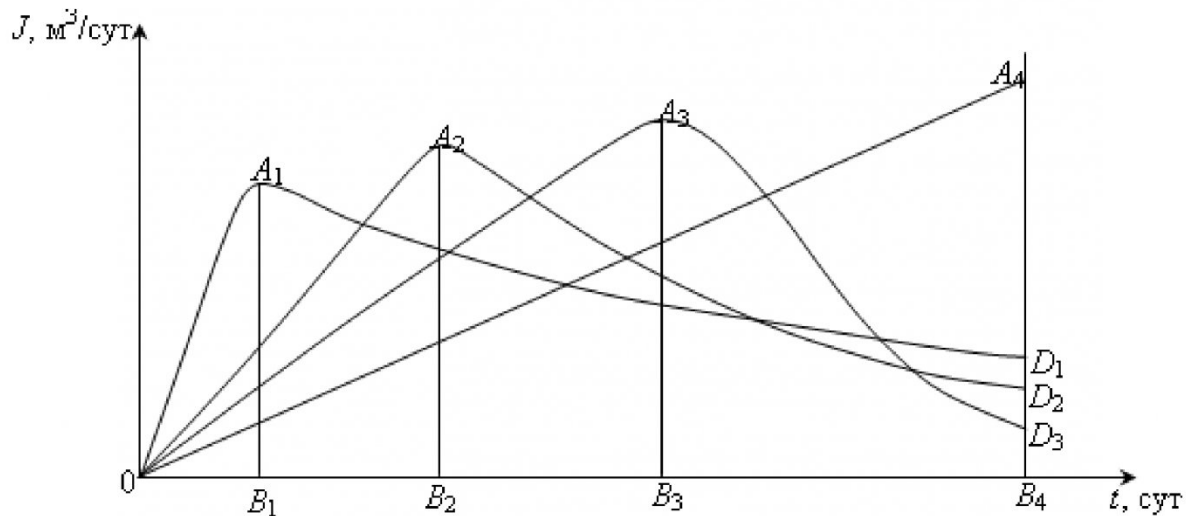


Рис. 1. Дебит газа в скважину большой длины при различных отрезках

наоборот.

Вторая составляющая дебита газа, как отмечалось, также может иметь геометрический аналог в виде плоских фигур расположенных правее точек A_1 , A_2 и A_3 , однако для вычисления их площади необходимо располагать функцией изменения газовой выделению в скважину во времени. Любой вид выбранной функции, описывающей нисходящую ветвь кривой, требует ее экспериментальной привязки к конкретным условиям фильтрации газа в данном пласте, для чего необходимо провести кратковременные наблюдения на скважинах-аналогах с целью вычисления соответствующих коэффициентов, которые впоследствии можно применять на всех скважинах данного пласта.

Достаточно надежные результаты можно получить при небольшом цикле наблюдений за параметрами работы скважины в течение 1,5–2 месяцев с периодичностью замеров 2–3 раза в неделю, что позволит аналитически рассчитать ее дебит до конца функционирования [4].

Не прибегая к конкретным математическим моделям для описания процесса газовой выделению в скважину на данном этапе, ограничимся общей постановкой задачи анализа газового баланса в системе скважина – угольный пласт с целью выявить скрытые резервы при проведении дегазации угольных пластов скважинами большой длины.

Анализ кривых газовой выделению в скважины, пробуренные в угольных пластах разной мощности и угла падения, в разных горногеологических условиях Кузбасса с разными сроками функционирования показывает, что все они имеют убывающий характер изменения дебита от максимума до минимума в момент отключения от сети (рис. 2, 3).

При этом необходимо иметь в виду, что дебит газа в скважину достигает максимальный значений, как правило, только после окончания бурения

и лишь потом начинает медленно снижаться. Характер роста газовой выделению из угольного массива в скважину на стадии бурения можно считать линейным, что позволит упростить расчет объема выделенного газа через площади соответствующих треугольников на рис. 1.

Ранее в научных публикациях, посвященных вопросам дегазации угольных пластов, газовой выделению в скважины на стадии бурения не рассматривалось как весомая составляющая их дебита ввиду его незначительности, а также по причине отсутствия замеров на этом этапе. Однако для скважин большой длины (от 100 м до 1000 м) эта составляющая может быть довольно значимой в общем объеме каптируемого метана и составлять 20–25 % его дебита.

Для сравнительной оценки этого показателя в таблице приведены значения объемов метана, извлеченного скважинами разной длины, на первом и втором этапах их работы для разных горногеологических условий Кузнецкого угольного бассейна [5].

Из таблицы видно, что для коротких скважин и длительном сроке их функционирования доля газа, выделяющегося при бурении, незначительна по отношению к последующим объемам и может не учитываться в расчетах.

При нарастании длины скважин эта составляющая начинает занимать все большую долю в суммарном дебите газа, что делает необходимым вводить в расчет газового баланса системы скважина – угольный пласт эту величину. В свете современных тенденций внедрения длинных скважин для дегазации угольных пластов данный подход является целесообразным, и будет способствовать более полному учету газоотдачи дегазированного массива и соответственно сокращению расходов на производство буровых работ.

Вместе с тем следует заметить, что действу-

Таблица. Соотношение дебита газа в скважины разной длины в период бурения (1 этап) и во время работы под вакуумом (2 этап)

| Шахта | Пласт | Номер скважин и их ориентация в пласте | Длина скважины, м | Газовыделение в скважины, м ³ | | Общий дебит газа, м ³ | Отношение газовой выделению на 1 этапе к общему дебиту, % |
|----------------|---------------|--|-------------------|--|---------|----------------------------------|---|
| | | | | 1 этап | 2 этап | | |
| По восстанию | | | | | | | |
| Коксовая | Прокопьевский | 9 | 75 | 52,0 | 20346 | 20318 | 0,25 |
| | | 18 | 70 | 24,7 | 12226 | 12250,7 | 0,20 |
| | | 26 | 74 | 24,7 | 20377,5 | 20402,2 | 0,12 |
| Распадская | 7-7а | 40 | 200 | 70,5 | 763,5 | 834 | 8,40 |
| | | 41 | 200 | 97,5 | 1920,5 | 2018 | 4,80 |
| | | 42 | 200 | 87 | 1523 | 1610 | 5,40 |
| По простиранию | | | | | | | |
| Им.С.М.Кирова | Болдыревский | 2 | 600 | 27360 | 75840 | 103200 | 26,51 |

ющие в настоящее время Инструкции по дегазации угольных шахт (Приложение № 18 «Определение объемов капируемого метана») содержат формулы для расчета дебита метана из скважин на стадии бурения трудно реализуемые для практического применения ввиду некорректности входящих в них величин [6].

На основании изложенного следует полагать, что при оценке эффективности дегазации угольных пластов и расчете полного дебита газа из

скважины длиной более 200 м за весь период их функционирования, необходимо учитывать газовыделение при бурении, что особенно актуально при увеличении длительности этого процесса, связанного с остановками бурового станка при отклонении забоя скважины от проектной траектории, потерей бурового инструмента и другими нештатными ситуациями, при которых газ продолжает активно выделяться в скважину.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гришин В. Ю. Новые технологии дегазации шахт Кузбасса / В. Ю. Гришин, Е. В. Мазаник, Л. А. Шевченко // *Безопасность жизнедеятельности*. – 2014. – № 3. – С. 19-21.
2. Портола В. А. О повышении эффективности извлечения метана из шахт при эксплуатации высокогазоносных пластов // *Вестник Кузбасского государственного технического университета*. . – 2007. – № 3. – С. 10-12.
3. Портола В. А. О возможности отработки высокогазоносных угольных пластов во взрывобезопасной газовой среде // *Безопасность труда в промышленности*. – 2007. – № 12. – С. 53-57.
4. Шевченко, Л. А. Процессы газоотдачи газоносного массива в длинные скважины / Л.А. Шевченко. – *Вестник Кузбасского государственного технического университета*. – 2014 – № 3. – С. 51-55.
5. Ткаченко Д. А. Дегазация пласта 7-7а на шахте «Распадская» / Д. А. Ткаченко, Л. А. Шевченко. Сб. научн. тр. Вопросы охраны труда и промышленной безопасности. – Кемерово. – 2014. – КузГТУ. С. 54-58.
6. Инструкция по дегазации угольных шахт. – М.: – НТЦ Промышленная безопасность. – 2012. – С. 250.

Авторы статьи

Шевченко Леонид Андреевич
доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой аэрологии, охраны труда и природы
КузГТУ, тел. (384-2) 39-63-70

Ткаченко Дмитрий Александрович
аспирант кафедры аэрологии, охраны труда и природы КузГТУ, тел. (384-2) 39-63-70.

Поступило в редакцию 26.01.2015