

мы могут быть рекомендованы для использования в сложных условиях, когда из-за поглощения промывочной жидкости в скважине поддерживается столб жидкости ограниченной высоты или скважина вообще может быть пустой. Такие ситуации весьма характерны для условий угольных месторождений Донбасса, а, следовательно, использование предлагаемых технологических схем и разработка механизмов для их реализации при бурении скважин в Донбассе являются весьма перспективными. Следует отметить, что на практике возможно также осуществление вариантов этих технологических схем, отличающихся использованием промывочных жидкостей разных плотностей, заполняющих скважину и бурильные трубы.

В условиях морского бурового производства из-за специфики ведения работ количество возможных технологических схем применения подобных УМЛП варьируется в более широких пределах. Так при бурении скважин с использованием водоотделяющей колонны, схемы применения ударных механизмов практически не отличаются от приведенных на рис. 2. При бурении скважин по прогрессивным технологиям без водоотделяющих колонн возможны разнообразные схемы использования УМЛП, обусловленные различными сочетаниями уровней жидкости в скважине и бурильной колонне, а также возможностью применения в скважине и бурильных трубах промывочных жидкостей различной плотности, обычно более тяжелых, чем морская вода. Все это позволяет говорить о возможных перспективах использования подобных ударных механизмов в морских условиях.

На рис. 3 представлены наиболее вероятные схемы применения УМЛП в морских условиях. По-видимому, конструктивно ударные механизмы для работы в обычных и подводных скважинах принципиально не отличаются, что дает возможность разработки универсальных технических средств, рассчитанных на различные условия применения. Но для их эксплуатации в подводных скважинах требуются обширные технологические рекомендации, основанные на результатах аналитических исследований процесса работы подобных УМЛП при ликвидации прихватов в морских условиях.

### Библиографический список

1. Самотой А.К. Предупреждение и ликвидация прихватов труб при бурении скважин. — М.: Недра, 1979. — 182 с.
2. Самотой А.К. Прихваты колонн при бурении скважин. — М.: Недра, 1984. — 204 с.
3. Каракозов А.А. Разработка и исследование ударных механизмов для ликвидации прихватов в скважине / Дисс. на соиск. уч. степ. канд. техн. наук. — Донецк, ДПИ, 1993. — 168 с.

© Каракозов А.А., 2002

УДК 622.831.322

ЛЫСИКОВ Б.А., ФОРМОС В.Ф., БОРЩЕВСКИЙ С.В., ДРЮК А.А. (ДонНТУ)

### СПОСОБ ПРОГНОЗА ВЫБРОСООПАСНОСТИ ЗОН В УГОЛЬНЫХ ПЛАСТАХ

При разработке выбросоопасных угольных пластов для обеспечения безопасных условий труда, снижения трудоёмкости работ и повышения технико-экономических показателей необходимо уметь выявлять выбросоопасные зоны и благодаря этому обеспечить выполнение противовыбросных мероприятий только в этих зонах.

Известен способ прогноза выбросоопасности по начальной скорости газовыделения и выходу бурового штыба [1]. Он заключается в поинтервальном бурении шпура длиной не менее 1,5 м, причем первый интервал бурят диаметром 55 мм для установки в нем штыбомера, второй и последующие — диаметром 42 мм. В измерении с помощью штыбомера выхода бурового штыба при бурении второго и следующих интервалов и последующем измерении в указанных интервалах начальной скорости газовыделения не позднее, чем через 2 мин. После завершения наблюдений по наибольшим значениям начальной скорости газовыделения и выхода бурового штыба по длине каждого шпура определяется показатель выбросоопасности.

Недостатком данного способа прогноза выбросоопасности является малая надежность, нет полной гарантии того, что определение начальной скорости газовыделения производится за пределами зоны влияния выработки. Измеряемые в пределах зоны влияния выработки на массив горных пород величины начальной скорости газовыделения и количество штыба не отражают фактическое напряженно-деформированное и газодинамическое состояние массива горных пород. Исследованиями [2] установлено, что только за пределами зоны влияния выработки напряженное состояние горного массива постоянно, следовательно, область питания газом измерительной камеры также постоянна и не подвержена влиянию выработки. Только в этой зоне начальная скорость газовыделения будет отражать истинное газодинамическое состояние угольного массива. К тому же повышенное содержание штыба, по которому судят о выбросоопасности угольных пластов, не является достаточно информативным показателем, так проведенными исследованиями установлено, что повышенный выход штыба может быть в неопасных зонах, но в слабых углях.

Существует способ прогноза выбросоопасности по начальной скорости газовыделения из шпура [1], заключающийся в поинтервальном бурении шпура длиной 3,5 м, введении газозатвора, герметизации измерительных камер в каждом интервале и определении с помощью расходомера, начальной скорости газовыделения не позднее, чем через 2 минуты после окончания бурения шпура. Способ основан на представлении, что начальная скорость газовыделения в шпур во времени изменяется по параболическому закону. При этом максимальная скорость газовыделения наступает через 2 мин после окончания бурения шпура.

Недостатком данного способа является малая надежность прогноза выбросоопасности, потому что не гарантируется то, что измерение начальной скорости газовыделения будет произведено за зоной влияния выработки на угольный пласт. Вследствие чего измеренная величина начальной скорости газовыделения не будет отражать действительное напряженно-деформированное и газодинамическое состояние нетронутого массива горных пород. Так как установлено, что только за пределами зоны влияния выработки напряженное состояние угольного пласта постоянно, не подвержено влиянию горнотехнических факторов, и только в этой зоне начальная скорость газовыделения будет отражать истинное газодинамическое состояние прогнозируемой зоны угольного пласта. К недостаткам способа относится то положение, что не гарантируется то, что будет произведено измерение именно максимальной величины начальной скорости газовыделения в шпур, т.к. максимальная скорость газовыделения может наступить как до, так и после двух минут после окончания бурения шпура и, кроме того, в реальных шахтных условиях произвести

замер начальной скорости газовыделения ровно через 2 мин, после окончания бурения шпура возможно не всегда.

Достоверно установленная многочисленными исследованиями параболическая зависимость скорости газовыделения от времени. Она показывает, что даже в том случае, если наибольшее значение скорости газовыделения наступает не позднее чем через 2 мин, то любое отклонение во времени, при замере скорости газовыделения от установленных 2 мин. приводит к занижению результатов измерения и достоверности заключения о выбросоопасности зоны в угольном пласте. Так как опасные зоны, ввиду заниженного значения начальной скорости газовыделения, будут прогнозироваться, как неопасные со всеми вытекающими последствиями.

Недостатком способа прогноза является малая вероятность того, что максимальная скорость газовыделения из пробуренного шпура наступит через 2 мин, после окончания бурения. Многочисленными экспериментами установлено, что наибольшее значение скорости газовыделения из шпура наблюдались в промежутке времени от 0,5 до 5 мин после начала измерений. В редких случаях наибольшее ее значение отмечено через 30–40 мин после окончания бурения шпура [3].

Известный способ, требующий в директивном плане единичного определения начальной скорости газовыделения не позднее, чем через 2 мин после окончания бурения шпура, не дает возможность представить динамику изменения начальной скорости газовыделения и сделать достоверный прогноз выбросоопасности угольных пластов.

Целью предлагаемого способа является повышение надежности текущего прогноза выбросоопасности зон в угольных пластах.

Поставленная цель достигается тем, что в известном способе определения выбросоопасности угольных пластов, включающем поинтервальное бурение шпура, герметизацию измерительной камеры и определение в каждом интервале не позднее, чем через 2 мин после окончания бурения шпура начальной скорости газовыделения, шпур бурят на глубину, превышающую величину зоны влияния выработки на массив горных пород. И в нем, за пределами зоны влияния выработки на угольный пласт, производят непрерывное измерение начальной скорости газовыделения до получения ее наибольшего значения на максимальной глубине шпура. Если величина начальной скорости газовыделения в процессе измерения уменьшается, то производят углубление шпура на величину интервала и определяют скорость газовыделения до получения ее максимального значения, а о выбросоопасности зоны в угольном пласте судят путем сравнения полученного максимального значения с критической величиной скорости газовыделения.

Новым является то положение, что шпур бурится на такую глубину, чтобы измерение начальной скорости газовыделения производить за пределами зоны влияния выработки на угольный пласт, а также, то, что измерение начальной скорости газовыделения в шпуре производится не дискретно (одноразовое), а непрерывно и если динамика имеет возрастающий характер, то измерение производят до получения максимального значения, и если динамика имеет ниспадающий характер, то производят углубление шпура на величину следующего интервала и определяют в новом интервале начальную скорость газовыделения до получения ее максимального значения.

Способ основан на определении начальной скорости газовыделения, отражающей степень тектонической нарушенности угольного пласта и его напряженно-деформированное и газодинамическое состояние горного массива. Известно, что скорость газовыделения зависит от проницаемости угля, газоносности его и области питания измерительной камеры, т.е. размера разгруженной зоны вокруг шпура. Перечисленные параметры не постоянны и зависят от изменяющегося во времени напряженного состояния призабойной части горного массива. За пределами зоны влияния выработки напряженное состояние горного массива постоянно, проницаемость угля и область питания измерительной камеры также будут постоянны и не подвержены изменению во времени. Следовательно, начальная скорость газовыделения также будет постоянной, и отражать истинное, напряженно-деформированное и газодинамическое состояние угольного массива. Именно значение начальной скорости газовыделения, полученное за пределами зоны влияния на угольный пласт, необходимо сравнивать с критическим значением этого параметра. Динамика начальной скорости газовыделения в измерительной камере каждого интервала шпура имеет во времени параболический характер. Для высокой надежности при прогнозировании необходимо установить максимальную величину начальной скорости газовыделения, т.е. необходимо знание максимума в вершине параболы. Любое отклонение начальной скорости газовыделения от максимального значения, расположенного в вершине параболы ведут к занижению результатов, к ошибкам в прогнозе выбросоопасности, когда опасные, вследствие измерения, зоны заниженного значения начальной скорости газовыделения, прогнозируются как неопасные, со всеми вытекающими последствиями.

Исследованиями подтверждено, что максимальное значение скорости газовыделения из шпура наблюдалось чаще всего, через 0,5–5 мин после начала измерений, реже через 30–40 мин. [3]. Поэтому малая вероятность того, что максимальные значения начальной скорости газовыделения в угольных пластах с различными горно-геологическими условиями, наступит через 2 мин., указанные в директивном документе [1]. Для достоверного получения максимального значения скорости газовыделения необходимо исследовать динамику скорости газовыделения путем непрерывного ее измерения. Если динамика имеет восходящий характер, то измерения производят до получения ее максимального значения, если динамика имеет нисходящий характер, то производят углубление шпура на величину следующего интервала и в этом интервале повторяют исследование динамики начальной скорости газовыделения до получения ее максимального значения.

Непосредственно определение выбросоопасной зоны в угольном пласте производят путем сопоставления измеренной максимальной скорости газовыделения с ее критическим значением.

Пример. Необходимо произвести прогноз выбросоопасности зон угольного пласта  $K_2$  — Дроновский, имеющего выход летучих веществ  $V^{daf}=10\%$ , в условиях шахты № 17 ПО «Торезантрацит» при проведении 12 западного откаточного штрека.

Из забоя откаточного штрека в соответствии с существующими требованиями [1] поинтервально бурят шпур диаметром 43 мм.

Первоначально шпур бурят на глубину 1,5 м при измерительной камере 0,5 м, при этом не допускается продувка или промывка шпура в процессе бурения. Затем извлекают буровую штангу, в шпур вводят газозатор 3Г-1 или ПШГ-1 и герметизи-

руют измерительную камеру. Надежность герметизации проверяют попыткой извлечения газозатвора. Если он не перемещается по шпuru, герметизацию считают надежной, и с помощью резиновой трубки подсоединяют к газозатвору расходомер ПГ-2МА. Сразу после завершения подготовительных работ измеряют начальную скорость газовыделения, которая в данном случае составила 2 л/мин. В дальнейшем для исследования динамики процесса непрерывно производят измерение начальной скорости газовыделения, т.е. фиксируют показания по шкале прибора.

За 7 минут непрерывной регистрации, после окончания бурения первого интервала, показания начальной скорости газовыделения составили: 2–2,5–3,0–3,5–2,8 л/мин.. Таким образом, на первом интервале зафиксировано максимальное показание 3,5 л/мин. После определения максимального показания демонтируют систему и производят бурение на глубину следующего интервала — 1 м, получая общую длину шпура 2,5 м. Бурение приостанавливают, извлекают буровую штангу, в шпур вводят газозатвор, герметизируют измерительную камеру и сразу же начинают исследовать динамику начальной скорости газовыделения, аналогично определению в первом интервале. Исследование динамики скорости газовыделения во втором интервале, проведенное в течение 1,5 мин, позволило установить, что максимальное значение начальной скорости газовыделения составило 8 л/мин. Далее производят демонтаж измерительной системы и бурят шпур на следующий интервал глубиной 1 м. Таким образом, общая глубина шпура составила 3,5 м. В данном, третьем интервале производят монтаж системы и исследуют динамику начальной скорости газовыделения. Определение динамики в течении 2,5 мин в этом интервале, позволили определить показания 2–3–4–6–6,5–5 л/мин, т.е. зафиксировать максимальную величину начальной скорости газовыделения — 6,5 л/мин.

Таким образом, если проследить за максимальными показаниями начальной скорости газовыделения в каждом интервале (1,5–2,5–3,5 м), то зафиксированы соответствующие им значения скорости 2,5–8,0–6,5 л/мин. В последнем интервале при глубине шпура 3,5 м произошло уменьшение начальной скорости газовыделения по сравнению с предыдущим интервалом с 8 до 6,5 л/мин.

Известно [1], что интервал, в котором начальная скорость газовыделения уменьшается по сравнению с предыдущим, определяет положение границы влияния выработки на угольный пласт. Снижение значения начальной скорости газовыделения в этом интервале является следствием уменьшения проницаемости угля в результате увеличения напряженного состояния угольного пласта за пределами зоны влияния выработки на угольный пласт.

Чтобы гарантировать качественное изменение начальной скорости газовыделения, а не в пределах погрешности исследований, уменьшение исследуемого параметра в последующем интервале по сравнению с предыдущим, должно быть не менее 15% двойной точности применяемых приборов. В данном случае произошло уменьшение с 8 до 6,5 л/мин, что составляет 18% и почти в 2,5 раза больше погрешности измерения прибора ПГ-2МА.

Таким образом, интервал глубиной 3,5 м расположен за пределами зоны влияния выработки на угольный пласт и полученное максимальное значение начальной скорости газовыделения 6,5 л/мин, в данном интервале, достоверно отражает напряженно-деформированное и газодинамическое состояние исследуемой зоны угольного пласта. Далее сравниваем полученное максимальное значение начальной

скорости газовыделения 6,5 л/мин в данном интервале с критической величиной, которая согласно [1], для данного пласта  $K_2$  — Дроновский, имеющего выход летучих веществ  $V^{daf}=10\%$ , составляет 5 л/мин. Замеренное, за пределами зоны влияния выработки на угольный пласт, максимальное значение начальной скорости газовыделения — 6,5 л/мин, больше критического значения 5,0 л/мин, что свидетельствует о выбросоопасности исследуемой зоны угольного пласта  $K_2$  — Дроновский и для дальнейшего ведения горных пород необходимо применение противовыбросных мероприятий.

Если, например, в третьем интервале при глубине шпура 3,5 м динамика начальной скорости газовыделения имеет нисходящий характер, что подтверждается соответствующими показателями 5–4–3, 5–3–2 л/мин, то необходимо произвести демонтаж измерительной системы и углубление шпура на следующий интервал глубиной 1 м. После чего бурение приостанавливаем, извлекаем буровую штангу, в шпур вводим газозатвор, герметизируем измерительную камеру и исследуем динамику начальной скорости газовыделения.

В данном случае показания начальной скорости газовыделения, замеренные в течении 1,5 минуты, составили 3–4–5–6–6,4 л/мин, т.е. зафиксировано максимальное значение 6,4 л/мин. Полученные максимальные показания начальной скорости газовыделения 2,5–8–6,4 л/мин, соответствуют интервалам 1,5–2,5–4,5 м. Таким образом, в данном случае удовлетворяется требование, что интервал в котором начальная скорость газовыделения уменьшается по сравнению с предыдущим, расположен за границей зоны влияния выработки на угольный пласт. Далее, полученное в последнем интервале бурение шпура максимальное значение начальное скорости газовыделения 6,4 л/мин сравниваем с критическим значением начальной скорости газовыделения, которая для данного угольного пласта  $K_2$  — Дроновский имеющего выход летучих веществ  $=10\%$ , составляет 5 л/мин см. [1], что свидетельствует о взрывоопасности исследуемой зоны угольного пласта  $K_2$  — Дроновский. Для дальнейшего ведения горных работ необходимо применение противовыбросных мероприятий.

### Библиографический список

1. Инструкция по безопасному ведению работ на пластах, опасных по внезапным выбросам угля, породы и газа. — М.: ИГД им. А.А. Скочинского, 1989. — 191 с.
2. Большинский М.И. и др. Исследования влияния разгрузочных щелей на газодинамическое состояние выбросоопасных угольных пластов // Уголь Украины, 1979. — № 10. — С. 15–18.
3. Ольховиченко А.Е. Прогноз выбросоопасности угольных пластов. — М: Недра, 1982. — 278 с.

© Лысиков Б.А., Формос В.Ф., Борщевский С.В., Дрюк А.А., 2002