

УДК 622.241:831.325

В. Л. Шевелев¹, В. И. Пилипец², С. А. Зинченко¹, Е. Н. Халимендигов¹,
Е. О. Юшков¹

¹ *ПраО «Донецксталь – металлургический завод», Донецк, Украина*

² *ГВУЗ «Донецкий национальный технический университет», Донецк, Украина*

Скоростное бурения дегазационных скважин в условиях Донбасса*

Приведены инновационные поточные технологии скоростного бурения, которые позволят на всех месторождениях Украины в короткие сроки в едином технологическом потоке, совмещая циклично выполняемые операции с непрерывным процессом разрушения горных пород бурением, осваивать подземное пространство с максимальным использованием недр Земли, которое являются неисчерпаемым источником энергии. Показано, что увеличение механической скорости бурения возможно только при использовании забойных двигателей в частности винтовых.

Ключевые слова: механическая скорость бурения, винтовой забойный двигатель.

Для обеспечения энергобезопасности Украины с целью разведки и увеличения добычи различных полезных ископаемых, в том числе углеводородов требуется разработать инновационные технологии сооружения скважин, которые позволят в короткие сроки с использованием поточной технологии вскрывать системой скважин полезное ископаемое (твердое, жидкое, газообразное) и извлекать его на поверхность.

Тенденция увеличения глубины разработки полезных ископаемых, в том числе углеводородных из-за отсутствия инновационных технологий скоростного бурения скважин с поверхности делают их добычу все более нерентабельной.

Применение инновационных поточных технологий скоростного бурения, основанных на новых фундаментальных знаниях современных теорий разрушения пород, компоновки и устойчивости буровой колонны в вертикальных и наклонных скважинах при использовании новейшего оборудования и оснастки для бурения позволят на всех месторождениях Украины:

- в короткие сроки в едином технологическом потоке, совмещая циклично выполняемые операции с непрерывным процессом разрушения горных пород бурением, осваивать подземное пространство с максимальным использованием недр Земли, которые являются неисчерпаемым источником энергии;
- увеличить интенсивность процесса сооружения скважин, за счет увеличения механической скорости бурения и сокращения времени на выполнение вспомогательных операций и работ;
- сооружать скважины в стесненных условиях плотной застройки и наличия пахотных сельскохозяйственных угодий за счет широкого внедрения наклонно-направленных и кустовых скважин;
- выполнять работы по поточному массовому бурению разведочных скважин при доразведке шахтных полей, а также для оценки запасов метана на метаноугольных месторождениях;
- уменьшить экологическую нагрузку на окружающую среду.

В угольной промышленности, используемые в настоящее время технологии и способы извлечения метана, основанные на применении скважин подземных и пробуренных с поверхности, не могут в полном объеме обеспечить безопасное наращивание нагрузок на очистные забои. Поэтому разработка новых и совершенствование известных технологий, в первую очередь буровых, для извлечения газа (метана), выделяющегося из добываемого угля, позволит считать высокую газоносность угольных пластов не сдерживающим добычу фактором, а экономически выгодной характеристикой разрабатываемого шахтного поля.

*

Работы выполнены под руководством канд. техн. наук О. Д. Кожушка
© В. Л. Шевелев, В. И. Пилипец, С. А. Зинченко, Е. Н. Халимендигов, Е. О. Юшков, 2012

Компания «Донецксталь» – металлургический завод» транснациональная компания, реализующая инновационные проекты в области угледобычи и машиностроения. На протяжении последних лет компания последовательно реализует стратегию разработки, адаптации и внедрения инновационных технологий комплексного освоения запасов метано-угольных месторождений. [1, 2]. Базисом данной программы является внедрение новых технологий бурения дегазационных скважин с поверхности на выемочных участках 1-й и 2-й южных лав блока №10 пласта d_4 в шахтоуправлении "Покровское".

Для бурения дегазационных скважин с поверхности в компании «Донецксталь» используется автоматизированный буровой комплекс Ultra Single 150 (Канада) (рис. 1). Его особенностью является сжатые сроки монтажа оборудования за счет его блочного размещения, высокая устойчивость мачты, что исключает необходимость крепления ее растяжками при бурении и др. [2].

При сооружении первых дегазационных скважин время на выполнение отдельных технологических операций, таких как: монтаж, бурение, цементирование затрубного пространства обсадных колонн оказалось несколько больше, чем нормативное у высокопроизводительных организаций. Сооружение первых глубиной 750–800 м осуществлялось за 19 дней.

С целью повышения скорости поточного сооружения дегазационных скважин при снижении их стоимости и улучшении условий труда буровой бригады специалистами компании были разработаны инновационные мероприятия по усовершенствованию технологических операций, используемых при скоростном сооружении дегазационных скважин.

Для ускорения перевозки и монтажа оборудования на новую точку было предложено использовать дополнительный комплект специальных деревянных настилов для размещения оборудования буровой установки, которые предварительно укладываются в месте заложения новой скважины, что позволило сократить сроки монтажа оборудования на двое суток.

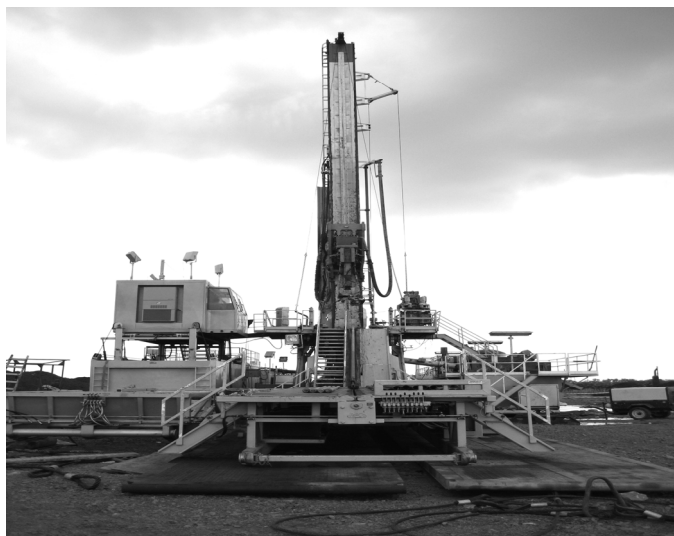


Рис. 1. Буровой комплекс Ultra Single 150.

Особое внимание уделено выбору конструкции скважины, которая должна обеспечивать: беспрепятственное перемещение метана из выработанного пространства действующего очистного забоя, исключение связи скважины с водоносными горизонтами и водоносных горизонтов между собой, предотвращение преждевременной деформации скважины при ее подработке, срок службы на оптимальных технологических режимах работы не менее одного года.

Были разработаны и опробованы несколько вариантов конструкций с эксплуатационной колонной различного диаметра, установленной с выходом на поверхность и с «хвостовиком». В конечном итоге, с учетом анализа времени на выполнение отдельных операций при сооружении скважин с «хвостовиком» и без него, а также с учетом материальных затрат и аэродинамических свойств скважины во время ее эксплуатации, был принят наиболее оптимальный вариант конструкции скважины с установкой эксплуатационной колонны диаметром 114 мм с предварительно проперфорированной газоприемной зоной. Такое

решение не ухудшает аэродинамические характеристики скважины и позволило сократить время на бурение и крепление на 10 %.

На темпы бурения в значительной мере оказывает влияние качественный подбор компоновки низа буровой колонны (КНБК). Подбор КНБК влияет на естественное отклонение оси скважины от проектной величины и на механическую скорость бурения, поэтому в процессе бурения скважин были использованы различные варианты компоновки. Установлено, что при бурении с КНБК маятникового типа (с одним центратором, установленным на расстоянии 8–9 м выше долота, ось скважины отклонялась сверх установленных нормативов, ее забой оказывался выше заданной точки, и поэтому приходилось скважины углублять, чтобы достичь необходимой отметки забоя. Увеличение длины скважины приводило к увеличению сроков ввода скважин в эксплуатацию, увеличению материальных затрат.

При использовании жестких компоновок с двумя центраторами (один центратор над долотом, второй после первой трубы УБТ) отклонение оси скважин удалось удерживать в пределах, установленных нормативами (до $1^\circ/100$ м). Однако при использовании жесткой компоновки механическая скорость бурения снижается из-за увеличения сил трения центраторов о стенки скважины.

При использовании указанных КНБК и оптимальных режимов бурения удалось достичь средней механической скорости бурения до 8–10 м/ч, и таким образом скважина глубиной 750–800 м сооружается за 7–9 дней.

При скоростном методе сооружения скважин требуется максимально сократить время на цементацию затрубного пространства эксплуатационной колонны без ухудшения изоляции водоносных горизонтов, поскольку наличие даже небольшого столба жидкости в скважине создает дополнительные сопротивления выходу газа в скважину.

С учетом конкретной конструкции перфорированной части эксплуатационной колонны, ее диаметра и способа установки принято решение использовать технологию цементации затрубного пространства эксплуатационной колонны выше перфорационных отверстий методом манжетного цементирования под давлением с использованием одной продавочной пробки.

Однако при использовании пакера, разработанного для цементации нефтяных скважин в процессе спуска обсадной колонны раскрытая эластичная манжета пакера частично разрушается в результате трения о стенки скважины, что в конечном результате приводит к потерям дорогого цементного раствора и некачественной цементации.

Поэтому конструкция пакера была усовершенствована и запатентована [3]. Особенностью конструкции пакера (рис. 2) является то, что эластичная манжета пакера состоит из 5–6-ти секторов, которые защищены металлическими пластинами.

При спуске смежные сектора эластичной манжеты смещаются относительно друг друга до совмещения верхних кромок секторов на величину, равную 0,6–0,7 длины верхней кромки сектора, что позволяет секторам плотно охватить обсадную колонну и обеспечивает максимальное увеличение зазора между наружной поверхностью пакера и стенками скважины для прохода жидкости по затрубному пространству в процессе спуска обсадной колонны. При спуске сектора эластичной манжеты пакера не контактируют со стенками скважины и не разрушаются.

Специальные ограничители удерживают пакер от продольного перемещения при периодическом расхаживании обсадной колонны в результате подклинивания ее боковыми породами при спуске, и таким образом предохраняют резиновую манжету от разрушения.

Таким образом, использование разработанного пакера обеспечивает возможность более надежного перекрытия затрубного пространства скважины при цементировании надпакерной части скважины с различной геометрией ее поперечного сечения, в зонах кавернозности стенок скважины и при различных углах наклона оси скважины, что приводит к сокращению потерь цементного раствора, обеспечивая снижение материальных и энергетических затрат при сокращении срока ввода скважины в эксплуатацию.

Большая работа была проведена по подбору рецептуры и параметров бурового раствора для укрепления стенок скважины от обвалов и осыпей, что особенно важно при бурении скоростном бурении верхних интервалов четвертичных и неогеновых отложений до глубины от 70 до 80 м.

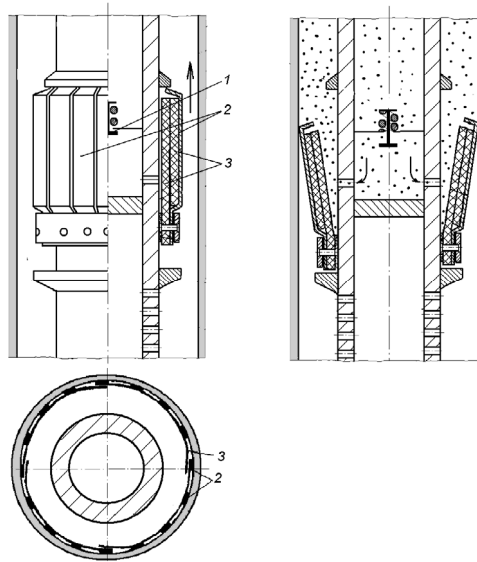


Рис. 2. Конструкция пакера:
 а – пакер при спуске в скважину; б - положение пакера при цементации:
 1 – обратный клапан; 2 – защитные пластины; 3 – эластичные сектора

Разработанная рецептура буровых растворов позволила снизить диспергирование бурового раствора, качество очистки скважины улучшилось, снизилось количество прихватов бурового инструмента и обсадные колонны гарантированно устанавливаются в заданные интервалы.

При поточном скоростном сооружении дегазационных скважин необходимо выдерживать соотношение между временем сооружения скважин и темпами проведения горных выработок, поскольку при подходе горной выработки к дегазационной скважине происходит подрботка углеродного массива. При этом в призабойном пространстве скважины формируется система трещин, что приводит к десорбции, т. е. уменьшению давления газа в порах. Связанный газ переходит в свободное состояние, проникает в трещины и перемещается в скважину и в горные выработки.

С учетом темпов проходки горных выработок возникла необходимость в сокращении сроков сооружения дегазационных скважин с целью повышения безопасности и улучшения условий труда при добыче угля из подземных выработок.

Увеличить механическую скорость при бурении скважин вращательным способом более 8 м/ч не удастся даже при использовании буровых установок с высокой степенью механизации основных операций. Это объясняется тем, что при повышении осевой нагрузки на долото с целью увеличения механической скорости бурения возрастает вибрация технологического и наземного бурового оборудования, в частности подвижного вращателя системы верхнего привода буровой установки (СВП).

Поэтому специалистами компании «Донецксталь» с целью оптимизации и повышения скорости бурения и эффективности работ по сооружению скважин с поверхности различного целевого назначения было предложено инновационное техническое решение перейти на бурение винтовыми забойными двигателями (ВЗД) с применением трехшарошечных долот с маслonaполненными опорами, а именно долот типа PDC армированных алмазными поликристаллическими резами [4, 5].

В качестве полигона для опытно-промышленных работ выбрано поле шахтоуправления «Покровское», геологический разрез которого является типовым для многих регионов Донбасса.

Для бурения применялись ВЗД типа Д-172.7/8.48 с использованием долот типа ТА-КГ и PDC, а также ВЗД типа ДВУ-172-ПС и ДШОТР-178,7К с долотами PDC.

Установлено, что для бурения скважин глубиной до 850 м одним рейсом более эффективными являются долота типа ПНМР 215,9 МС 713, VTD613DGX и HE14MRSV, с использованием которых удалось бурить скважины с максимальной скоростью проходки – 47,53 м/ч при средней скорости 31,36 м/ч. Проходка на долото типа PDC Ø215,9 составила 6157 м.

При использовании долот Ø165 мм проходка составляла более 7 тыс. м, а максимальная скорость – 30,5 м/ч, при средней скорости 25,57 м/ч.

Таким образом, при бурении ВЗД механическая скорость бурения по всему интервалу скважины значительно выше, чем при бурении с СВП (рис. 3).

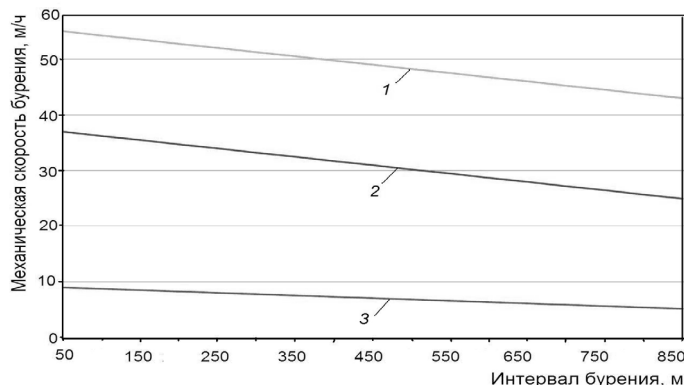


Рис. 3. Сравнение механической скорости бурения скважины Ø215,9 мм. с использованием ВЗД и СВП: 1 – ВЗД «Сокол»; 2 – ВЗД «Перьмнефтемашремонт»; 3 – СВП

Следует отметить, что при применении КНБК с двумя центраторами: над ВЗД и в середине колонны УБТ, искривление скважины глубиной до 800 м при механической скорости бурения до 25–30 м/ч находится в пределах нормативных значений. При увеличении скорости бурения до 50–60 м/ч искривление становилось выше нормативных значений. Можно считать, что при использовании оптимальных режимов бурения и КНБК с двумя центраторами: над ВЗД и в середине колонны УБТ, оптимальной механической скоростью является 25–27 м/ч.

С использованием таких рекомендаций компанией «Донецксталь» при бурении дегазационных скважин глубиной до 800–820 м в сложных горно-геологических условиях за сутки удалось бурить по 600–622 м.

Для бурения дегазационных и технических скважин диаметром до 1 м специалистами компании «Донецксталь» разработана и запатентована технология бурения с использованием ВЗД диаметром до 240 мм и специально изготовленных расширителей.

Таким образом, впервые в Донбассе компанией «Донецксталь» осуществляется массовое скоростное поточное бурение вертикальных скважин с поверхности винтовыми двигателями с долотами типа PDC, причем показатели сооружения скважин с использованием ВЗД в 8–10 раз превышают темпы сооружения, достигнутые в угольной отрасли, и более чем в 4–5 раз – в нефтегазовом комплексе Украины.

Библиографический список

1. Ильяшов М.А. Очерки о метаноугольной отрасли / М.А.Ильяшов, В.В.Левит, Ю.В.Филатов. – Киев: Наукова думка, 2011. – 280 с.
2. Ильяшов М.А. Заблаговременная дегазация угольных месторождений на основе передовых технологий / М.А.Ильяшов, А.В.Агафонов, О.Д.Кожушок; Иновационный дайджест компании «Донецксталь» – МЗ». – Донецк, 2012. - С. 13 – 14.
3. Спосіб манжетного цементування затрубного простору свердловини: Патент України / М.О.Ільяшов, О.В.Агафонов, В.І.Пилипець, В.Л.Шевелєв, М.Г.Черман. - №100106; Опубл. 12.11.2012, Бюл. №21.
4. Кужель С.В. Рекорд скорости бурения скважин в шахтоуправлении «Покровское» /С.В.Кужель //Уголь Украины. – 2012. - № 2.
5. Использование винтовых забойных двигателей при бурении дегазационных скважин в Донбассе / [М.А.Ильяшов, О.Д.Кожушок, В.А.Турчин и др.] // Глюкауф. – 2012. - № 4. - С. – 12–14.

Надійшла до редакції 14.10.2012

В. Л. Шевелєв¹, В. І. Пилипець², С. О. Зінченко¹, Е. М. Халімендіков¹, Е. О. Юшков¹

¹ ПрАТ «Донецксталь – металургический завод», Донецьк, Україна

² ДВНЗ «Донецький національний технічний університет», Донецьк, Україна

Швидкісне буріння дегазаційних свердловин в умовах Донбасу

Наведено інноваційні потокові технології швидкісного буріння, які дозволять на всіх родовищах України в короткі терміни в єдиному технологічному потоці, поєднуючи операції, що виконуються циклічно з безперервним процесом руйнування гірських порід бурінням, освоювати підземний простір з максимальним використанням надр Землі, яке є невичерпним джерелом енергії. Показано, що збільшення механічної швидкості буріння можливо тільки при використанні забійних двигунів зокрема гвинтових.

Ключові слова: механічна швидкість буріння, гвинтовий забійний двигун.

V.L. Shevelev¹, V. I. Pilipets², S. O. Zinchenko¹, Ye. M. Khalimendikov¹, Ye. O. Yushkov¹

¹ Company "Donetskstal", Donetsk, Ukraine

² Donetsk national technical university, Donetsk, Ukraine

High-speed Drilling of Degassing Wells in Donbass

The article provides innovation techniques of high-speed drilling which can be used in all Ukrainian deposits. We have shown that the increase of penetration speed is only possible when bottomhole motors are used.

Key words: penetration speed, bottomhole motor.