

УДК 622.248

**ИНЖЕНЕРНАЯ ОЦЕНКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРЕИМУЩЕСТВ
ТЕХНОЛОГИИ С УПРАВЛЯЕМЫМ ДАВЛЕНИЕМ ПРИ БУРЕНИИ
СКВАЖИН С АНОМАЛЬНО ВЫСОКИМИ ПЛАСТОВЫМИ
ДАВЛЕНИЯМИ В ПРИПЯТСКОМ ПРОГИБЕ**

И. С. Авласенко, Д. В. Порошин, В. В. Пологеев

*БелНИПИнефть РУП «Производственное объединение
«Белоруснефть», г. Гомель*

Известно, что в ряде районов Припятского прогиба в подсолевом и межсолевом нефтегазоносных комплексах встречены пласты с аномально высокими пластовыми давлениями (АВПД). Рассмотрен один из наиболее эффективных методов проводки глубоких скважин в зонах распространения АВПД, основанный на технологии бурения с управляемым давлением. Обсужден вопрос научного обоснования выбора технологии строительства и конструкции скважины в условиях узкого или неизвестного окна бурения для конкретных геолого-технических условий одного из участков рассматриваемого региона.

Ключевые слова: скважина, промывочная жидкость, окно бурения, регулирование давления, бурение, плотность, АВПД, эквивалентная циркуляционная плотность.

**ENGINEERING ASSESSMENT OF THE TECHNOLOGICAL
ADVANTAGES OF MANAGED PRESSURE TECHNOLOGY
IN DRILLING WELLS WITH AHFP IN THE PRIPYAT TROUGH**

I. S. Aulasenka, D. V. Poroshin, V. V. Pologeenko

“BelNIPIneft” RUE “Production association “Belorusneft”, Gomel

In a number of areas of the Pripyat Trough, formations with abnormally high formation pressures (AHFP) have been encountered in the subsalt and intersalt oil and gas complexes. This paper discusses one of the most effective methods for drilling deep wells in AHFP distribution zones, based on the managed pressure drilling (MPD) technology. The issue of scientific justification for the choice of well construction technology and design in conditions of a narrow or unknown drilling window for specific geological and technical conditions of one of the areas of the region under consideration is discussed.

Keywords: well, drilling fluid, drilling window, pressure control, drilling, density, AHRP, equivalent circulating density.

В процессе проведения поисково-разведочного бурения в подсолевом и межсолевом нефтегазоносных комплексах целого ряда зон и локальных объектов Припятского прогиба встречены аномально высокие пластовые давления (АВПД) [1] Так, при доразведке подсолевых залежей восточного блока Гарцевского нефтяного месторождения в межсолевых отложениях (туровские слои елецкого горизонта) были вскрыты породы-коллекторы с АВПД с весьма высокими значениями коэффициента аномальности. Условия бурения на скважинах с АВПД характеризуются узким допустимым диапазоном статической и циркуляционной плотности бурового раствора («окном бурения»). По этой причине вскрытие нефтегазоносного резервуара с АВПД привело к значительному непроизводительному времени строительства скважины. Были понесены дополнительные затраты при борьбе с нефтегазоводопроявлением (НГВП) и поглощениями.

В мировой практике одной из наиболее эффективных технологий в схожих условиях узкого окна бурения является бурение с управляемым давлением (MPD) [2].

Данная технология является дорогостоящей и ее применение экономически оправдано не на каждой скважине. В связи с этим крайне актуален вопрос научного обоснования выбора технологии бурения и конструкции скважины в условиях узкого или неизвестного окна бурения для конкретных геолого-технических условий.

Цель данной работы – инженерная оценка технологических преимуществ MPD по эквивалентной циркуляционной плотности (ЭЦП) на примере скважины 6 Гарцевская.

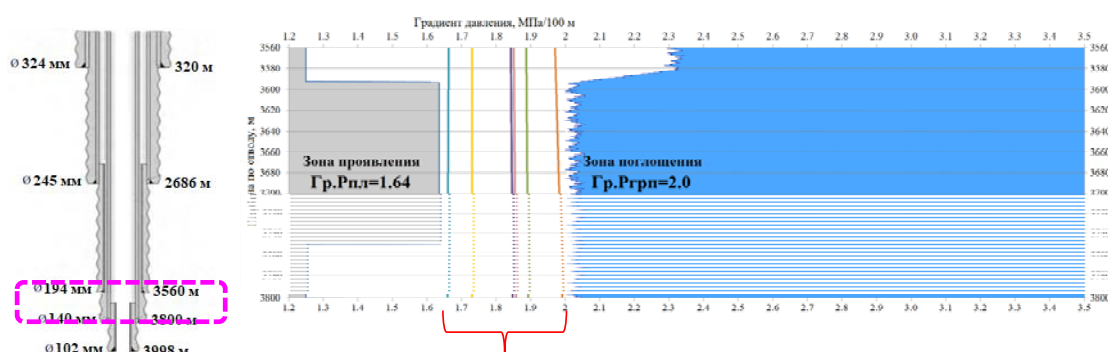
В условиях узкого окна бурения необходимо точно знать ЭЦП, чтобы контролировать скважину. Кроме этого, при проектировании важно определить возможность удержания ЭЦП во время всех операций в пределах окна бурения. Эти вопросы, а также инженерная оценка технологических преимуществ системы MPD по сравнению с другими методами проводки скважин в условиях АВПД рассматриваются в данной работе на примере гидравлического моделирования во время проведения основных операций при бурении межсоловых отложений в скважине 6 Гарцевская по проектной и предлагаемой конструкции.

В проектной конструкции скважины 6 Гарцевская предусмотрено вскрытие межсоловых отложений двумя секциями, первая – диаметром 165,1 мм со спуском обсадной колонны диаметром 140 мм, вторая – 114,3 мм со спуском эксплуатационного хвостовика диаметром 102 мм. Данное решение обусловлено наличием в межсоловых отложениях пластов, несовместимых по условиям вскрытия, а именно: необходимостью использования разных буровых растворов, для того чтобы не допустить проявлений и поглощений.

Авторами в данной статье рассматривается вопрос возможности за счет технологии MPD изменения проектной конструкции скважины со вскрытием межсоловых отложений одной секцией диаметром 165,1 мм со спуском обсадной колонны диаметром 140 мм.

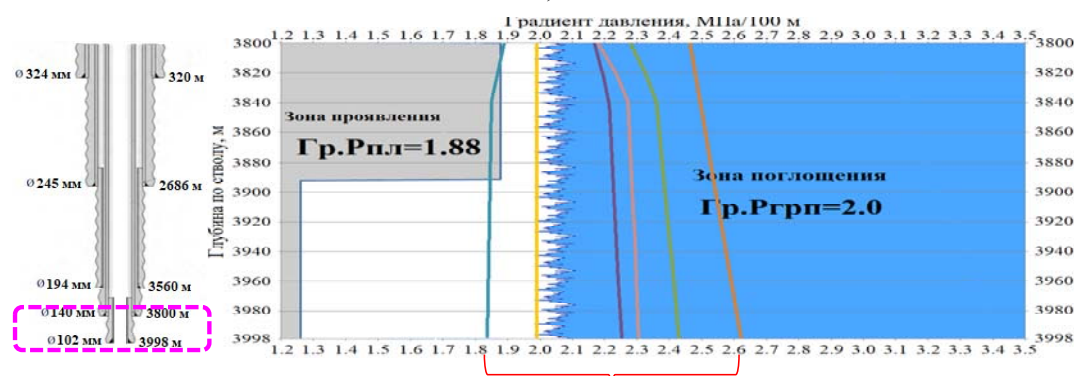
При бурении по проектной конструкции первой секции диаметром 165,1 мм используется буровой раствор с плотностью $1,73 \text{ г/см}^3$. Согласно проведенным авторами расчетам, ЭЦП при этом находится в диапазоне $1,85\text{--}1,89 \text{ г/см}^3$ (рис. 1, а). При подъеме компоновки низа бурильной колонки (КНБК) со стандартной скоростью 30 м/мин ЭЦП составит $1,61 \text{ г/см}^3$, что приведет к НГВП, так как градиент пластового давления выше и равен $1,64 \text{ МПа/100 м}$. Избежать этого можно путем снижения скорости подъема до 10 м/мин, ЭЦП при этом составит $1,65 \text{ г/см}^3$. При спуске обсадной колонны (ОК) со стандартной скоростью 30 м/мин ожидается гидроразрыв пород, поэтому необходимо ограничить скорость спуска ОК – до 20 м/мин. Таким образом, бурение данной секции возможно по традиционной технологии, для чего необходимо ограничить скорость подъема КНБК до 10 м/мин и скорость спуска ОК – до 20 м/мин. С учетом подъема и спуска КНБК требуемое для безопасного бурения «окно» будет равно $1,65\text{--}2,0 \text{ МПа/100 м}$.

При бурении по проектной конструкции второй секции диаметром 114,3 мм используется буровой раствор с плотностью $1,99 \text{ г/см}^3$ (рис. 1, б). Согласно проведенным авторами расчетам, ЭЦП при этом находится в диапазоне $2,18\text{--}2,24 \text{ г/см}^3$. С учетом подъема и спуска КНБК требуемое для безопасного бурения «окно» составляет $1,84\text{--}2,64 \text{ МПа/100 м}$. Исходя из градиента пластового давления $1,64 \text{ МПа/100 м}$ и градиента гидроразрыва – 2 МПа/100 м при бурении данной секции ожидается как НГВП, так и поглощение бурового раствора.



Необходимое окно бурения – 1,65–2,00 МПа/100 м

а)



Необходимое окно бурения – 1,84–2,64 МПа/100 м

б)

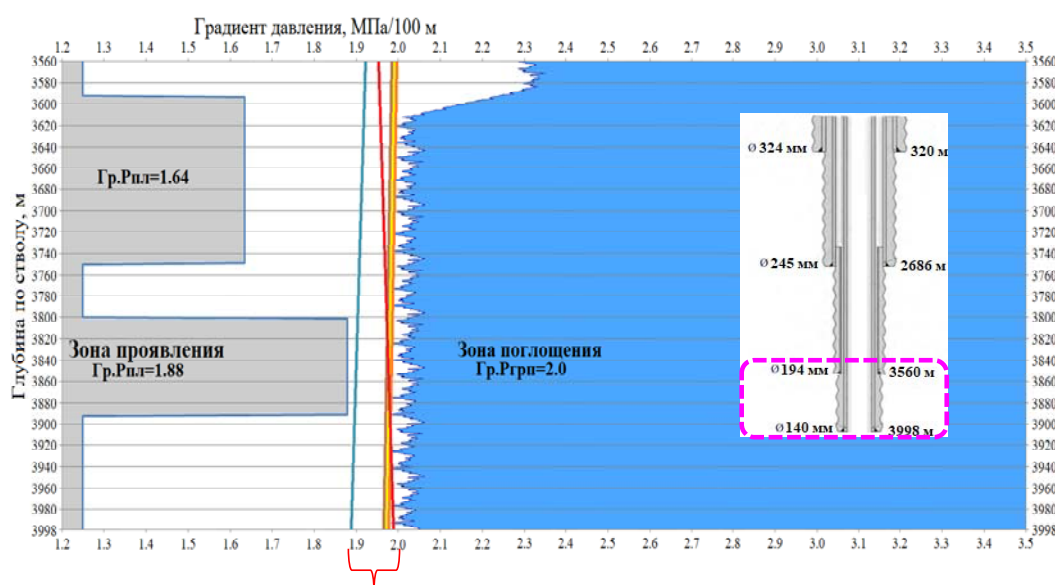
- | | |
|---|---|
| — градиент ЭЦП при подъеме КНБК 10 м/мин; | — градиент ЭЦП при подъеме КНБК 10 м/мин с МРД; |
| — градиент ЭЦП при бурении с 10 л/с; | — градиент ЭЦП при бурении с 10 л/с с МРД; |
| — градиент ЭЦП при спуске КНБК 30 м/мин; | — градиент ЭЦП при спуске КНБК 30 м/мин с МРД; |
| — градиент ЭЦП при бурении с 20 л/с; | — градиент ЭЦП при бурении с 20 л/с с МРД; |
| — градиент ЭЦП при спуске ОК 20 м/мин | |

Рис. 1. Градиенты давления во время всех операций бурения
по проектной конструкции секций:

а – диаметром 165,1 мм; б – диаметром 114,3 мм

Для бурения по технологии МРД выбрана плотность промывочной жидкости $1,73 \text{ г/см}^3$. Поддержание репрессии на пласт по технологии МРД обеспечивается дополнительным противодавлением на устье.

При бурении с технологией МРД по предлагаемой конструкции одной секцией диаметром 165,1 мм с учетом подъема и спуска КНБК требуемое для безопасного бурения «окно» равно всего 1,88–2,0 МПа/100 м (рис. 2), что значительно ниже (в 14 раз), чем по стандартной технологии с проектной конструкцией. При этом исключаются как НГВП, так и поглощение бурового раствора.



Необходимое окно бурения – 1,88–2,00 МПа/100 м

- градиент ЭЦП при подъеме КНБК 10 м/мин;
- градиент ЭЦП при бурении с 10 л/с;
- градиент ЭЦП при спуске КНБК 30 м/мин;
- градиент ЭЦП при бурении с 20 л/с;
- градиент ЭЦП при спуске ОК 20 м/мин;
- градиент ЭЦП при подъеме КНБК 10 м/мин с MPD;
- градиент ЭЦП при бурении с 10 л/с с MPD;
- градиент ЭЦП при спуске КНБК 30 м/мин с MPD;
- градиент ЭЦП при бурении с 20 л/с с MPD;

Рис. 2. Градиенты давления во время всех операций бурения с системой MPD по предлагаемой конструкции

Таким образом, на основании проведенных исследований можно сделать следующие выводы:

1. Проведено гидравлическое моделирование бурения на примере скважины 6 Гарцевская в условиях АВПД с проектной конструкцией по стандартной технологии и с предлагаемой конструкцией по технологии MPD.

2. При бурении с проектной конструкцией скважины 6 Гарцевская в условиях АВПД по стандартной технологии ожидается как НГВП, так и поглощение бурового раствора.

4. Установлено, что с применением технологии MPD на примере скважины 6 Гарцевская требуется «окно бурения» в 14 раз меньшее, чем при стандартной технологии, что является важным техническим преимуществом.

4. Технология MPD при вскрытии межсоловых отложений одной секцией диаметром 165,1 мм скважины 6 Гарцевская в условиях АВПД позволяет обеспечить ЭЦП во время всех операций в пределах «окна бурения».

Литература

1. Порошин, В. Д. Аномальные пластовые давления в межсоловых и подсоловых девонских отложениях Припятского прогиба / В. Д. Порошин, Н. Л. Лобова // Доклады АН БССР. – 1990. – Т. 34, № 1.
2. Роснефть: применение систем контроля давления для скважин с трещиноватым коллектором в условиях аномально низкого пластового давления // К. А. Чернокалов, А. Г. Пушкарский, А. М. Поляруш, М. И. Кошечер // Научно-технический Вестник ОАО «НК «Роснефть». – 2016. – № 4. – С. 45–47.