

УДК 622.244.5:622.248.33:622.244.49:532.11

А. А. Яковлев, М. В. Турицына

Санкт-Петербургский государственный горный университет, Санкт-Петербург, Россия

Оценка перспективности применения газожидкостных смесей на месторождениях с аномально низкими пластовыми давлениями

Проведен анализ и оценка месторождений Пермского края, Западной и Восточной Сибири с аномально низкими пластовыми давлениями в продуктивных горизонтах. Предложена новая классификация групп факторов, влияющих на качество вскрытия пластов.

Ключевые слова: газожидкостная смесь, классификация, вскрытие пласта.

Первичное вскрытие продуктивного пласта – один из наиболее ответственных этапов бурения скважин. Важность данного процесса обуславливается тем, что неудачи при вскрытии пласта могут свести к минимуму успехи предыдущих этапов строительства скважин, вплоть до необходимости ликвидации скважины.

В результате анализа научно-технической литературы по проблеме вскрытия нефтегазовых пластов можно выделить следующие группы факторов, влияющих на качество вскрытия пластов:

1. Геологические:

- литологические характеристики вскрываемых отложений (пористость и проницаемость горных пород; наличие в пластовых флюидах агрессивных компонентов; наличие трещин, каверн и карстовых зон прочность пород, слагающих вскрываемые пласты; тип коллекторов);
- физико-химические свойства горных пород, складывающих продуктивный горизонт (твердость, абразивность и др.), их устойчивость (например, неустойчивость, вызываемая набуханием глинистых веществ, входящих в состав цемента горной породы);
- градиенты давлений и температур на забое скважины;
- нефтегазоводоносность (наличие пропластковых и подошвенных вод; газовый фактор, химический состав флюида);
- возможные осложнения (поглощения, газонефтеводопроявления (ГНВП), осыпи и обвалы, прихваты) и др.

2. Технологические:

- выбор конструкции и профиля скважины;
- выбор способа и режима бурения;
- величина превышения забойного давления над пластовым (один из важнейших параметров, определяющий степень воздействия процесса бурения на состояние околоствольной зоны продуктивных пластов);
- физико-химические свойства применяемой промывочной жидкости (что определяет выбор типа агента для промывки / продувки и очистки забоя скважины);
- температурный режим бурения скважины (влияет на характер движения флюида, скорость протекания химических реакций);
- выбор режима проведения спускоподъемных операций, обеспечивающего минимальное проникновение компонентов бурового раствора в пласт и др.

3. Технические (выбор технических средств, оборудования и инструмента в соответствии с условиями бурения).

В зависимости от горно-геологических условий и гидродинамического состояния коллектора, исходя из забойного давления, поддерживаемого при первичном вскрытии ПЗП, применяется один из трех способов первичного вскрытия продуктивных залежей [5]:

- 1) вскрытие пластов на репрессии – за счёт превышения давления в скважине над пластовым давлением ($P_c > P_{пл}$);

- 2) вскрытие на равновесии ($P_c \approx P_{пл}$);
- 3) на депрессии ($P_c < P_{пл}$).

Все три способа вскрытия объединены единым подходом к разработкам технологических решений – к контролю и регулированию дифференциальных давлений в условиях гидродинамической связи скважины и вскрываемых пластов.

По мере выработки месторождений, характеризующихся сравнительной простотой добычи углеводородного сырья, происходит переход к разработке месторождений с трудноизвлекаемыми запасами, что требует иного подхода, по сравнению с ранее применявшимся, ко всему процессу эксплуатации, начиная с первичного вскрытия продуктивного горизонта. К таким сложным горно-геологическим условиям относятся аномальные пластовые давления, солевые толщи, многолетняя мерзлота и др.

В образовании повышенных концентраций нефти и газа большую роль играет развитие зон аномально низких пластовых давлений (АНПД). При наличии мощных миграционных потоков гидростатические аномалии – зоны пьезоминимумов – могут играть важную роль в формировании крупных залежей углеводородов (УВ) [3].

Наличие АНПД в пластах-коллекторах явно свидетельствует о том, что здесь произошла массовая латеральная миграция нефти. Это является предметом прогноза нефтегазовых скоплений, что иллюстрируется на примерах Непско-Ботуобинской нефтегазоносной области, Тимано-Печорской провинции. Образование аномальных пластовых давлений в коллекторах нефти и газа связаны с постоянным (или периодическим) притоком газовой фазы из глубинных источников через разломы и дислокации осадочной толщи пород и последующей газовой миграции УВ [2].

Опыт буровых работ в различных районах мира показывает, что аномально низкие пластовые давления встречаются реже, чем аномально высокие. Тем не менее, АНПД были установлены во многих районах в процессе бурения на нефть и газ.

Анализ данных по АНПД [4] в пределах Пермского края, Западной и Восточной Сибири показывает, что в большинстве случаев (порядка 70%) начальный коэффициент аномальности выражается величиной порядка 0,94-0,99 и лишь в редких случаях составляет 0,75 или менее.

Если обратиться к географии распространения такого явления, как АНПД, то наиболее часто они встречаются на месторождениях Пермского края (17% от всего фонда месторождений), для Западной и Восточной Сибири процент примерно одинаков (13 и 12% соответственно). Но при этом по абсолютным показателям месторождения с АНПД получили широкое распространение на месторождениях Западной Сибири (рис. 1.).

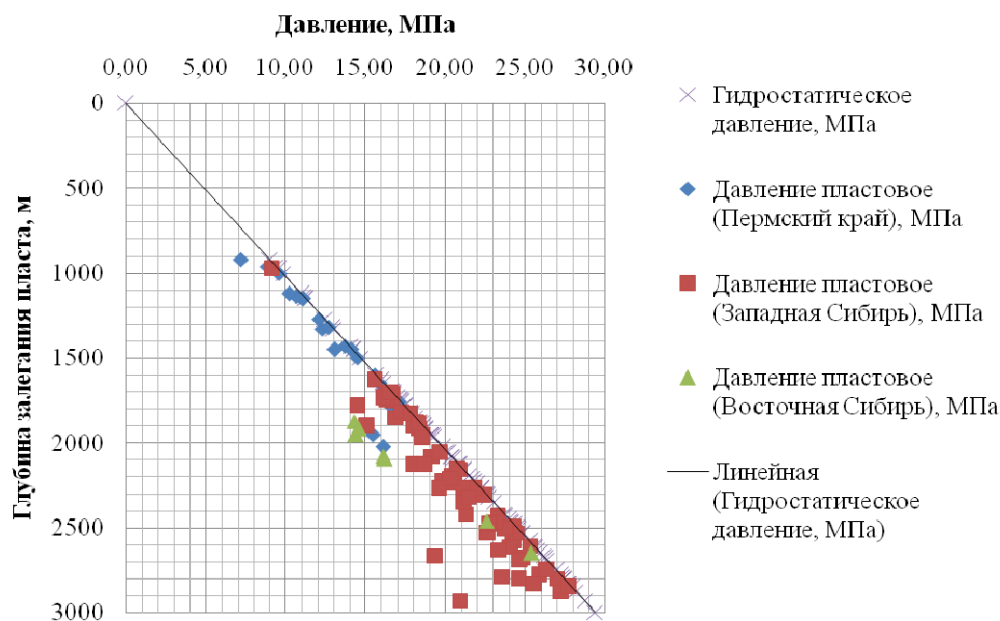


Рис. 1. Распределение пластов по глубинам с аномально низкими давлениями на месторождениях Пермского края, Западной и Восточной Сибири

Аномально низкие давления в пласте-коллекторе встречаются во многих истощенных залежах. Поверхностный признак такого снижения давления – проседание земной поверхности. АНПД зафиксированы в бассейнах Сан-Хуан, Предаппалачском, Денвер, Северо-Предкарпатском, Днепровско-Донецком и других нефтегазоносных бассейнах.

АНПД могут быть вызваны искусственно при добыче нефти, газа и воды, если не происходит восполнение отбираемых из пласта флюидов. Добыча больших количеств пластовых флюидов может привести к резкому снижению пластового давления. По существу, отбор флюидов в процессе добычи является причиной уменьшения давления поровых флюидов, если сильный напор воды не может компенсировать это уменьшение; часто в результате этого продуктивные пласты уплотняются [6]. По результатам анализа такого показателя разработки, как пластовое давление, по мере эксплуатации (за последние 20 лет) месторождений Когалымского региона (Западная Сибирь) наблюдается снижение пластовых давлений от 12 до 50 % (Табл. 1, Рис. 2) в сравнении с начальными [1, 4].

Табл. 1. Динамика снижения пластовых давлений на месторождениях Когалымского региона (Западная Сибирь)

Месторождение Возраст продуктивных отложений (свита, гори- зонт), индекс пласта	Флюид	Глубина кровли пласта, м	Гидростатическое дав- ление, МПа	Давление пластовое начальное, МПа	Давление пластовое на 01.03.2008 г., МПа	Коэффициент аномаль- ности, начальный, K_A	Коэффициент аномаль- ности, на 01.03.2008 г., K_A	Снижение пластовых давлений и коэффици- ента аномальности, %
Северо-Покачевское Колловей – оксфорд, Ю ¹ ₁	Н	2822	27,7	28,3	22,8	1,02	0,82	19,4
Покачевское Баррем, АВ ₂	Н	1872	18,4	19,14	16,8	1,04	0,91	12,2
Нонг-Еганское Готерив, БВ ₂₋₃ Верхняя юра, Ю ¹ ₁	Н Н	2247 2805	22,0 27,5	22,7 28	17,4 18,6	1,03 1,02	0,79 0,68	23,3 33,6
Нивагальское Апт, АВ ₁₋₂ АВ ₂	Н Н	1854 1857	18,2 18,2	18,7 18,8	14 15,4	1,03 1,03	0,77 0,85	25,1 18,1
Поточное Валанжин – готерив, БВ ₆ Валанжин, БВ ₈	Н Н	2209 2289	21,7 22,5	23,2 23,6	20,4 20,3	1,07 1,05	0,94 0,90	12,1 14,0
Локосовское Валанжин – готерив, БВ ₆	Н	2213	21,7	22,8	15,6	1,05	0,72	31,6
Т-Русскинское Валанжин, БС ₁₀	Н	2508	24,6	24,7	15,6	1,00	0,63	36,8
Равенское Берриас, БС ₁₈	Н	2631	25,8	26,1	22,5	1,01	0,87	13,8
Повховское Келловей – оксфорд, Ю ₁	Н	2909	28,5	29,4	15,6	1,03	0,55	46,9
СРЕДНЕЕ:						1,03	0,79	23,9

Снижение пластовых давлений зависит от большого количества факторов, таких как состояние продуктивного горизонта до начала и во время разработки (физико-механическое состояние пласта, начальные пластовые давления и температуры и т. д.), пластового флюида (его состав и характеристики), режимы и системы разработки. Таким образом, на каждом месторождении снижение давлений будет происходить с различной интенсивностью. С точки зрения строительства скважин повлиять на это возможно применением щадящих технологий вскрытия продуктивного пласта, нежели ранее. При первичном вскрытии пласта с АНПД вероятность загрязнения продуктивного горизонта повышена, поскольку возникают ситуации, связанные с проникновением бурового раствора в коллектор, что приводит к его кольматации и, как следствие, снижению дебита скважины.

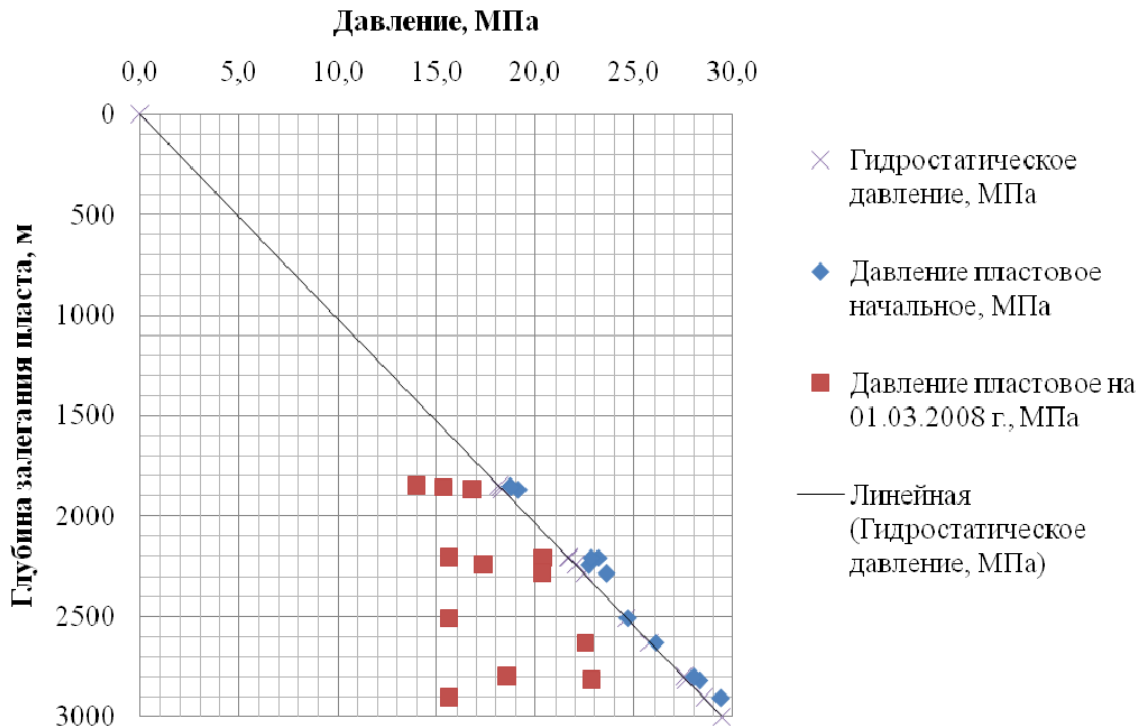


Рис. 2. Динамика снижения пластовых давлений по мере разработки и эксплуатации месторождений Когалымского региона (Западная Сибирь)

Анализ современного состояния теории и практики первичного вскрытия продуктивных пластов с АНПД с применением облегченных буровых растворов (ПермНИПИнефть, КогалымНИПИнефть, СевКавНИПИгаз, ВолгоУралНИПИгаз, НПО «Буровая Техника», НПО «Бурение») позволил сделать вывод, что одним из наиболее перспективных направлений является применение газожидкостных смесей (ГЖС) для бурения скважин.

Сложность применения газожидкостных технологий обусловлена:

- отсутствием объективной классификации и рекомендаций по выбору растворов пониженной плотности для первичного вскрытия пластов в конкретных горно-геологических условиях;
- недостаточной изученностью процессов, проходящих на забое скважины (связь технологических параметров ГЖС с процессами, происходящими на границе раздела фаз; влияние компонентного состава на забойные процессы;
- отсутствием конкретизации технологических параметров ГЖС и их компонентного состава для бурения различным породоразрушающим инструментом;
- возникновением проблемы крепления интервалов с АНПД.

В связи с этим разработка составов газожидкостных смесей и технологических схем их применения, позволяющих повысить качество вскрытия пластов с аномально низкими пластовыми давлениями, представляется весьма актуальной задачей. Для её решения необходимо решить следующие задачи:

- 1) регламентировать свойства поверхностно-активных веществ (ПАВ) и разработку составов и параметров ГЖС, получаемых, в том числе, с использованием инертных газов, для первичного вскрытия продуктивных пластов с АНПД;
- 2) провести экспериментальные стендовые исследования вскрытия продуктивных пластов в условиях, аналогичных скважинным, для оценки эффективности предлагаемых ПАВ и их рецептур;
- 3) провести обработку результатов эксперимента методами математической статистики для получения эмпирических зависимостей, характеризующих гидродинамические условия вскрытия продуктивных пластов с использованием ГЖС;
- 4) разработать эффективные технологические схемы применения ГЖС при первичном вскрытии продуктивных пластов с АНПД;

- 5) произвести опытно-производственную проверку разработанных рекомендаций и оценку их экономической эффективности.

Библиографический список

1. Бабушкин Э.В., Бакиров Д.Л. Разработка и опыт применения облепченных полыми микросферами буровых растворов на месторождениях Когалымского региона // Новые технологии и безопасность при бурении нефтяных и газовых скважин: Материалы Всероссийской научно-практической конференции. – Уфа, 27-28 мая 2009.
2. Иванников В.И. Аномальные давления в коллекторах нефти и газа // Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений. – 2005. – №12. – С. 24-27.
3. Лаврушко И.П. Решающие факторы формирования и критерии поиска крупных месторождений нефти и газа. Геология, методы поисков и разведки месторождений нефти и газа. - М.: ВИЭМС, 1988. – 48 с.
4. Нефтяные и газовые месторождения СССР: Справочник в двух книгах / под ред. С.П. Максимова. – М., Недра, 1987.
5. Поляков В.Н., Ишкаев Р.К., Лукманов Р.Р. Технология заканчивания нефтяных и газовых скважин. - Уфа: «ТАУ», 1999. - 408 с.
6. Фертель У.Х. Аномальные пластовые давления: Пер. с англ. – М., Недра, 1980. – 398 с. – Пер. изд., Нидерланды, 1976.

Надійшла до редакції 14.06.2011.

А. А. Яковлев, М. В. Турицина

Санкт-Петербурзький державний гірничий університет, Санкт-Петербург, Росія

Оцінка перспективності застосування газо-рідинних сумішей на родовищах з аномально низьким пластовим тиском

Проведений аналіз і оцінка родовищ Пермського краю, Західного і Східного Сибіру з аномально низькими пластовими тисками в продуктивних горизонтах. Запропонована нова класифікація груп факторів, що впливають на якість вскриття пластів.

Ключові слова: газо-рідинна суміш, класифікація, вскриття пласту.

A. A. Yakovlev, M. V. Turitsina

St. Petersburg State Mining University, Saint Petersburg, Russia

Estimation of perspectivity of application of gas-liquid mixes on formations with abnormal low pressure.

The analysis and estimation of deposits of the Perm Territory is carried out, Western and the Eastern Siberia with is abnormal low pressure in productive horizons. New classification of groups of the factors influencing quality of opening of layers is offered.

Keywords: gas-liquid mix, classification, formation drilling-in.