УДК 622.244.5:622.244.49

А.А.ЯКОВЛЕВ, *д-р техн. наук, профессор, andre_a_yakovlev@mail.ru*
М.В.ТУРИЦЫНА, *аспирантка, turitsyna_maria@mail.ru*
Национальный минерально-сырьевой университет «Горный», Санкт-Петербург

A.A.YAKOVLEV, *Dr. in eng. sc., professor, andre_a_yakovlev@mail.ru*
M.V.TURITSYNA, *post-graduate student, turitsyna_maria@mail.ru*
National Mineral Resources University (Mining University), Saint Petersburg

ОБОСНОВАНИЕ СПОСОБА И ВЫБОР ПРОМЫВОЧНОГО АГЕНТА ДЛЯ ПЕРВИЧНОГО ВСКРЫТИЯ ПЛАСТОВ С АНОМАЛЬНО НИЗКИМ ДАВЛЕНИЕМ

Выполнен анализ нефтегазовых месторождений с аномально низким пластовым давлением в продуктивных горизонтах и обоснован способ первичного вскрытия. Проведено исследование технологических свойств газожидкостных промывочных смесей. Исследованы пенообразующая способность растворов, кинетика разрушения газожидкостных смесей и их реологические характеристики. Предложены составы растворов для приготовления газожидкостных смесей в соответствии с предъявляемыми требованиями.

Ключевые слова: бурение скважин, первичное вскрытие, аномально низкое пластовое давление, коэффициент аномальности, промывка, газожидкостные смеси.

JUSTIFICATION OF THE WAY AND CHOICE OF THE MUD FLUID FOR PRIMARY OPENING-OUT OF LAYERS WITH ABNORMALLY LOW PRESSURE

An analysis of oil and gas deposits with zones of abnormally low formation pressure of a productive layer has been completed. Investigation of technological properties of liquid-gas mixtures is conducted. Lathering ability of the fluids, kinetics of liquid-gas mixtures' destructions and their rheological properties are investigated. Formulations of fluids for make-up liquid-gas mixtures according to shown requirements are offered.

Key words: well drilling, primary opening-out, abnormally low pressure, coefficient of anomaly, well cleanout, liquid-gas mixtures.

Многолетняя эксплуатация месторождений углеводородного сырья привела к тому, что разведанные запасы нефти выработаны в среднем почти на 40 %, а отдельные давно разрабатываемые месторождения – на 70 % и более [4].

По мере выработки месторождений, характеризующихся сравнительно простым геологическим строением, в разработку начинают вовлекаться месторождения с трудноизвлекаемыми запасами, например, месторождения с аномально низким пластовым давлением (АНПД), что требует иного подхода (в сравнении с ранее применявшимися) ко всему процессу разведки и эксплуатации, начиная с первичного вскрытия продуктивного горизонта.

Географически АНПД наиболее часто встречается на месторождениях Тимано-Печорской (25,4 % от фонда месторождений провинции) и Лено-Тунгусской (25 %) НГП. В то же время по абсолютным показателям месторождения с АНПД получили широкое распространение на месторождениях Западно-Сибирской (44,5 %) и Волго-Уральской (34,5 %) провинций. Для каждой нефтегазоносной провинции залегание пластов с аномально низким давлением приурочено к разным глубинам (рис.1).

Анализ данных [3] по АНПД в пределах Западно-Сибирской, Лено-Тунгусской, Тимано-Печорской и Волго-Уральской провинций (рис.2, *а*) показал, что в большинстве случаев (60 %) начальный коэффициент

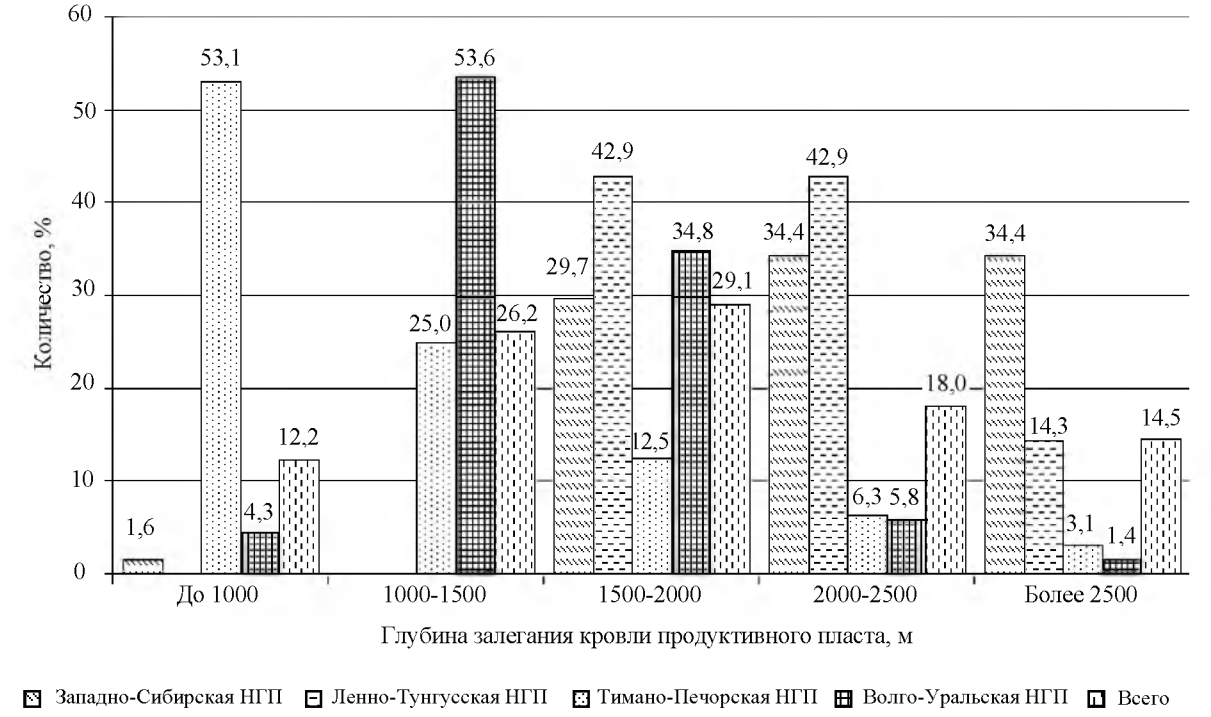


Рис.1. Распространение пластов с аномально низким пластовым давлением по глубинам на месторождениях РФ

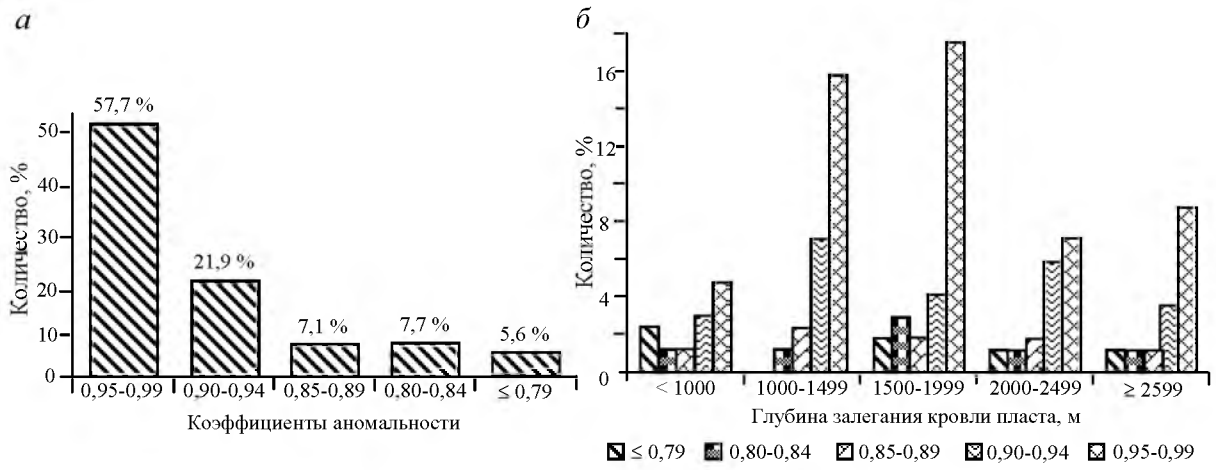


Рис.2. Распространение пластов с аномально низким пластовым давлением на месторождениях РФ:
а – в зависимости от коэффициентов аномальности;
б – по коэффициентам аномальности в зависимости от глубин залегания кровли пластов

аномальности порядка 0,95-0,99 и лишь в редких случаях (около 6 %) составляет 0,79 или менее. При этом даже для горизонтов с коэффициентом аномальности 0,99 при бурении нельзя применять в качестве очистных агентов растворы на водной основе из-за опасности их проникновения в пласт.

Привязки коэффициентов аномальности к определенным глубинам нет (рис.2, *б*), прослеживается общая тенденция для всех глубин, что соотносится с общими результатами.

Породы, слагающие продуктивные горизонты с АНПД на месторождениях РФ: рифогенные карбонатные образования – 5 %; пески, песчаники – 61 %; карбонатные породы – 17 %; аргиллиты – 2 %; алевриты, алевролиты – 15 %.

Таким образом, преимущественно АНПД встречаются в породах-песчаниках, поэтому для дальнейших исследований целесообразно сузить область именно до этих пород.

По нефтепромысловой классификации пород продуктивных отложений все породы

Таблица 1

Распространение месторождений с аномально низким давлением по нефтепромысловой классификации пород продуктивных отложений

Тип породы (по коллекторским свойствам)	Количество месторождений от общего фонда месторождений РФ, %	Месторождения с продуктивными горизонтами – песчаниками, %
Коллекторы высокопродуктивные	52	69
Коллекторы малопродуктивные	6	6
Неколлекторы	42	25

Таблица 2

Характеристика продуктивных горизонтов (песчаники, коллекторы) с АНПД (средние значения для интервалов)

Интервал залегания кровли пласта, м	Количество месторождений, %	Открытая пористость, %	Проницаемость, мкм^2	Давление пластовое, МПа	Температура пластовая, °С	Газовый фактор, м^3/т	Коэффициент аномальностти
< 1000	15	19,0-20,0	7,50-15,70	7,3	20-37	63-80	0,88
1000-1499	23	16,5-25,0	0,94-35,60	10,7	24-27	19-28	0,89
1500-1999	34	14,0-20,0	1,00-6,00	16,1	14-57	29-34	0,85
2000-2499	20	14,0-18,5	0,04-0,08	21,9	64-98	47-49	0,94
> 2500	9	14,0-18,0	0,04-1,20	25,2	79-94	48-90	0,97

Таблица 3

Типы облегченных очистных агентов

Тип промывочного агента	Преимущества	Недостатки
Буровые растворы на углеводородной основе	Низкая плотность (900-1000 кг/м^3) Минимальное загрязнение нефтяного пласта Возможность удешевления раствора применением «сырой» нефти	Высокая пожаро- и взрывоопасность Негативное влияние на окружающую среду
Буровые растворы на водной основе с облегчающими добавками	Низкая плотность (снижение плотности до 660 кг/м^3) Высокая прочность добавок Инертность добавок по отношению к химическим реагентам	Содержит твердую фазу, способную снизить проницаемость продуктивного горизонта (пламилон собирает нефть, снижая дебит) Облегчающие добавки «всплывают» на поверхность, что снижает их эффективность
Газожидкостные смеси	Возможность выноса крупных частиц выбуренной породы диаметром до 4-5 см Увеличение скорости бурения скважины Слабое проникновение в пористую среду позволяет осуществлять бурение и вскрытие пластов при коэффициенте аномальности 0,1-0,9 При вскрытии продуктивных пластов значительно уменьшаются или полностью отсутствуют зоны проникновения твердой фазы и фильтрата промывочной жидкости В сравнении с глинистым раствором: повышение механической скорости в 3,6-5 раз, проходки на долото в 2,7-4,3 раза, сокращение сроков освоения скважин, а также повышение производительности скважин в 3-3,5 раза	Недостаточная изученность процессов, проходящих на забое скважины Необходимость применения специального оборудования для получения ГЖС
Газ, воздух	Низкая плотность Высокая экологическая безопасность (при использовании воздуха и инертных газов)	При остановке циркуляции – осаждение шлама на забой, что вызывает необходимость повторного разбуривания породы на забое Ухудшение условий очистки скважины от выбуренной породы Возможность бурения только в «сухих» разрезах При использовании воздуха – высокая пожаро- и взрывоопасность

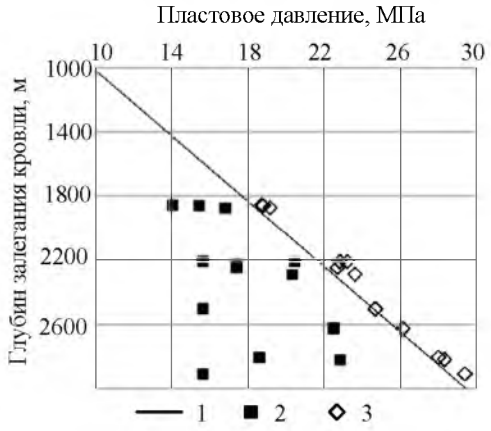


Рис.3. Динамика снижения пластовых давлений на месторождениях Когалымского региона (Западная Сибирь)

1 – гидропластическое давление; 2 – пластовое давление на 01.03.2008; 3 – пластовое давление начальное

делятся на три типа: коллекторы высокопродуктивные, малопродуктивные и неколлекторы [2]. В табл.1 приведены общие данные по месторождениям с АНПД и, в частности, для месторождений, продуктивные горизонты которых сложены песчаниками. Область дальнейших исследований ограничивается высокопродуктивными коллекторами.

По глубинам залегания распространение месторождений, горизонты с АНПД которых сложены песчаниками, представлены в табл.2.

Ранее были представлены данные по месторождениям, где АНПД является следствием геологических особенностей. Кроме того, аномально низкое давление может быть вызвано искусственно при добыче нефти, газа и воды, если не происходит восполнение отбираемых из пласта флюидов. По результатам анализа такого показателя разработки, как пластовое давление, по мере эксплуатации (за последние 20 лет) месторождений Когалымского региона (Западная Сибирь) наблюдается снижение пластового давления от 12 до 50 % (рис.3) в сравнении с начальным [1, 3].

С точки зрения строительства скважин повлиять на это можно применяя более щадящие, чем ранее, технологии вскрытия продуктивного пласта. Более щадящей является технология равновесного вскрытия горизонта. Особенно актуально это для пластов с АНПД [5]. При этом поднимается вопрос о снижении гидростатического давления промывочной жидкости в скважине.

Одним из путей снижения давления является применение облегченных растворов. В табл.3 приведены основные типы промывочных агентов, используемых при бурении в пластах с АНПД по результатам обзора и анализа научно-технической информации. Все представленные в таблице растворы имеют свои преимущества и недостатки, однако одним из наиболее перспективных направлений является применение газожидкостных смесей. В связи с этим разработка составов газожидкостных смесей и технологических схем их применения, позволяющих повысить качество вскрытия пластов с аномально низким пластовым давлением, представляется весьма актуальной задачей.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Бабушкин Э.В.* Разработка и применение облегченных полыми микросферами буровых растворов на месторождениях Когалымского региона // Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море. 2009. № 10. С.24-29.

2. Геология нефти и газа Западной Сибири / А.Э.Конторович, И.И.Нестеров, Ф.К.Салманов и др. М., 1975. 680 с.

3. Нефтяные и газовые месторождения СССР: Справочник в 2 кн. / Под ред. С.П.Максимова. Книга первая. Европейская часть СССР. М., 1987. 358 с. Книга вторая. Азиатская часть СССР. М., 1987. 303 с.

4. О состоянии и использовании минерально-сырьевых ресурсов Российской Федерации в 2009 г.: Государственный доклад. http://www.mnr.gov.ru/

5. *Поляков В.Н.* Технология заканчивания нефтяных и газовых скважин. ТАУ. Уфа, 1999. 408 с.

REFERENCES

1. *Babushkin E.V.* Development and application of lightweight hollow microspheres in the fields of drilling fluids Kogalymsky region // Construction of oil and gas wells on land and at sea, 2009. № 10. P.24- 29.

2. *Kontorovich A.E., Nesterov I.I., Salmanov F.K.* et al. Geology of oil and gas in Western Siberia. Moscow, 1975. 680 p.

3. Oil and gas fields of the USSR: A Handbook in two books / Ed. S.P.Maksimov. The first book. The European part of the USSR. Moscow, 1987. 358 sec. The second book. The Asian part of the USSR. Moscow, 1987. 303 p.

4. On the status and use of mineral resources of the Russian Federation in 2009: The State Report. http://www.mnr.gov.ru/

5. *Polyakov V.N., Ishkaev R.K., Lukmanov R.R.* Technology completion of oil and gas wells. TAU. Ufa, 1999. 408 p.