

РАЗРАБОТКА ПЕННОЙ КОМПОЗИЦИИ ДЛЯ ПРИМЕНЕНИЯ В СКВАЖИНАХ С ПОТЕНЦИАЛЬНЫМИ РИСКАМИ ПЕСКОПРОЯВЛЕНИЙ

Э. С. Абдуллаева

НИПИ«Нефтегаз», SOCAR, Баку, Азербайджан

Development of a foam composition for use in wells with potential risks of sanding

E. S. Abdullaeva

«OilGasScientificResearchProject» Institute, SOCAR, Baku, Azerbaijan

ABSTRACT

Considerable petroleum reserves of Azerbaijan are confined to fields, the layers of which are mainly structured of incompetent rocks. Well operation is accompanied by the destruction of the bottom-hole formation zone, and, as a consequence, sand production, which leads to a drop in oil production. Sand production leads to the formation of sand plugs in wells, which makes it difficult for fluid to flow from the formation to the well. In this regard, new foam and foam-polymer compositions for washing sand plugs in sand-producing wells have been developed and studied. The advantage of the developed foam systems as flushing liquids in order to ensure optimal consumption of surfactants and aluminum nanoparticles is considered. Considering that the problem of sanding in the fields of Azerbaijan is very relevant, the developed foam compositions are widely used.

KEYWORDS:

Oil well;
Bottom – hole;
Appearance;
Sand plug;
Foam compositions;
Polimer;
Aluminum
nanoparticles

e-mail: elmiraabdullayeva2016mailru.abd@mail.ru

<https://doi.org/10.53404/Sci.Petro.20230200045>

Значительная часть запасов нефти Азербайджана приурочена к месторождениям, пласты которых сложены слабосцементированными породами. Эксплуатация скважин, вскрывающих объекты этих месторождений, сопровождается разрушением призабойной зоны пласта и интенсивным пескопроявлением, что приводит к снижению добычи нефти. При разрушении призабойной зоны в скважину совместно с жидкостью поступает большое количество песка. В том случае, если скорость движения песчано-жидкостной смеси недостаточна для подъема частиц песка, они оседают и скапливаются на забое скважины. В результате создается песчаная пробка, высота которой в некоторых случаях может достигать нескольких сотен метров. Оседание частиц песка из жидкости и их скопления возможны не только на забое, но и в любом интервале ствола скважины по пути движения песчано-жидкостной смеси от забоя до устья. Невзирая на то, что проницаемость песчаной пробки в несколько раз больше проницаемости пласта, ее образование существенно ухудшает приток жидкости из пласта, а в ряде случаев и вовсе может привести к прекращению работы скважины. При наличии большого количества воды в продукции скважины увеличивается градиент давления, что приводит к дальнейшему разрушению скелета пласта. В результате начинается происходить процесс коагуляции и оседания мелких частиц песка и глины, что сопровождается

частым образованием песчаных пробок.

В целях восстановления гидродинамической связи в системе «скважина-пласт» необходимо проведение ремонтно-восстановительных мероприятий по очистке забоя и выносу песка из скважины.

Для предотвращения образования песчаных пробок применяются различные методы. Широко распространен способ очистки скважин от песка гидробурами и желонками [1]. В первом случае применяется гидробур, спускаемый в скважину на канате. Гидробур, ударяется о пробку, затем его приподнимают на 2-3 м и снова ударяют долотом о поверхность. При очередном подъеме плунжер засасывает жидкость с песком из-под долота, после чего песок попадает в желонку, а жидкость в поршневой насос. Во время ударов в несколько приемов в гидробур засасывается песчаная пробка, образовавшаяся на забое. Обычно работы проводятся на пониженных скоростях подъемника для предотвращения образования петель каната или большого его натяжения и обрыва.

Скважины очищаются от пробок также с помощью желонки [1]. Желонку последовательно спускают на забой, заполняют ее и поднимают. Известны простые, поршневые и автоматические желонки. Простые желонки используются при очистке скважины от рыхлых пробок и небольшой высоте столба жидкости. Поршневые желонки применяются при плотных пробках, а во всех остальных более сложных случаях используются автоматические

желонки. Однако этот метод обладает рядом недостатков: возможность протирания эксплуатационной колонны, возможность обрыва тартального каната или проволоки, длительность процесса, загрязнение рабочего места и пр.

Одним из эффективных и распространенных способов очистки скважин от песка является метод промывки песчаных пробок. В последнее время в процессах нефтедобычи в качестве технологических жидкостей с успехом применяются композиционные системы на основе поверхностно-активных веществ (ПАВ) [2-4]. Преимущество этих систем заключается в том, что они создают условия для постепенного снижения давления на забое скважины и вызова притока флюида из пласта, а также сохранения естественных коллекторских свойств продуктивного пласта. Кроме того по сравнению с другими промывочными жидкостями пенные системы обладают меньшей плотностью и хорошей способностью удерживать частицы песка во взвешенном состоянии в течение продолжительного времени. Также при промывке песчаной пробки пенными системами снижается забойное давление и объем жидкости, поглощаемый пластом.

Также в последнее время все большее распространение получает применение водных растворов ПАВ с добавкой наночастиц легкого цветного металла [5-7]. В частности, отмечается, что присутствие наночастиц в композициях придает стабильность, так как поверхностные силы легко уравнивают силу тяжести [5]. Кроме этого, свойства, которые находятся в значительной зависимости от размера и формы частиц – тепловые, оптические, механические, электрические, реологические и магнитные гораздо лучше свойств обычных жидкостей [5].

Известны различные способы промывки песчаной пробки, включающие пенные составы. Однако в ряде случаев разработанные системы не обладают достаточной устойчивостью для поддержания частиц песка во взвешенном состоянии в течение продолжительного времени. Их применение в качестве технологической жидкости в глубоких наклонных и вертикальных скважинах не в состоянии обеспечивать полный вынос песка на поверхность.

В связи с этим разработан новый способ промывки песчаной пробки с применением пенного состава для наиболее полного выноса частиц песка и механических примесей на поверхность. Способ включает в качестве пенообразователя водный раствор реагента SNKX-04 концентрацией 0.2-0.4%, наночастицы алюминия размером 50-0 нм концентрацией 0.001-0.1% и воду. Преимуществами созданной пенной системы является образование стабильной пены, способной поддерживать частицы песка и механических примесей во взвешенном

состоянии в течение продолжительного времени.

Результаты экспериментальных исследований по определению устойчивости пенной композиции с учетом концентрации наночастиц алюминия приведены на рисунке 1.

Представленная зависимость свидетельствует о том, что увеличение концентрации наночастиц алюминия в водном растворе ПАВ позволяет увеличивать устойчивость созданной пенной системы.

Отметим, что оптимальная концентрация наночастиц алюминия, добавленная в водный раствор реагента SNKX-04, выполняющего функцию ПАВ, при которой созданная пенная система приобретает устойчивость, составляет 0.001%-0.1%. В то же время оптимальная концентрация реагента SNKX-04 при которой наблюдается высокая устойчивость созданной пенной системы, составляет 0.2-0.4%. Дальнейшее увеличение концентрации реагента SNKX-04 и наночастиц алюминия не приводит к повышению устойчивости пены. Очевидно, механическая прочность пенного каркаса не является показателем, обеспечивающим высокую устойчивость композиции. При максимальной устойчивости пенная система, не достигшая равновесия, сохраняет тенденцию к восстановлению и обладает необходимой для этого подвижностью. Эти свойства теряются в том случае, если молекулярный адсорбционный слой пузырьков пены дошел до степени насыщения. Вследствие этого оптимальная концентрация наночастиц алюминия и реагента SNKX-04 соответствует недонасыщенному периоду адсорбционного слоя пузырьков пены. Таким образом, создается пенная система с высокой устойчивостью, то есть образуется гибкая структура пенного каркаса.

Разработанную пенную систему, образованную путем смешивания наночастиц алюминия с водным раствором реагента SNKX-04 помимо промывки песчаной пробки можно применять также при непрерывном подливе жидкости в затрубное пространство добывающих пескопроявляющих скважин с целью обеспечения выноса песка и механических примесей на поверхность.

В последнее время в нефтедобыче все большее распространение находят полимерсодержащие композиции ПАВ [8, 9]. В качестве полимера наиболее часто используется полиакриламид.

В связи с этим была рассмотрена возможность дальнейшего повышения устойчивости пенной системы путем подбора высокомолекулярного полимера – полиакриламида (ПАА), благодаря чему были обеспечены оптимальные расходы ПАВ и наночастиц алюминия. Для полного выноса песка на поверхность из глубоких скважин разработан состав для промывки песчаной пробки, включаю-

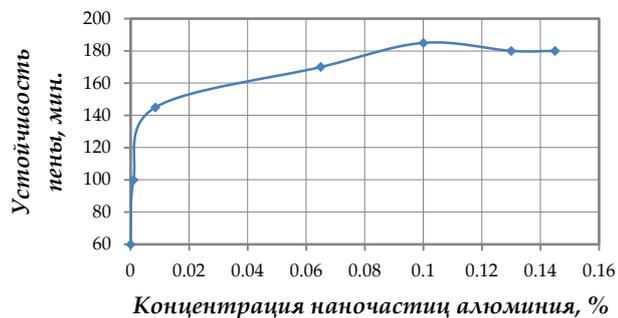


Рис. 1. Зависимость устойчивости пенной системы от концентрации наночастиц алюминия

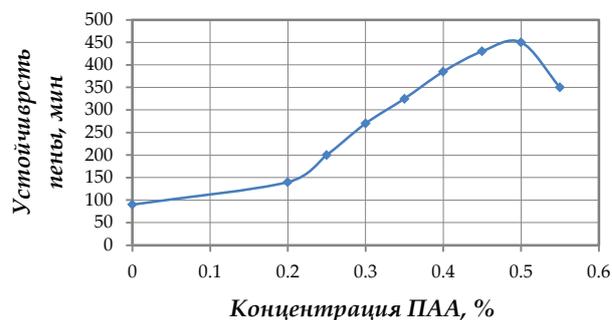


Рис. 2. Зависимость устойчивости пеннополимерной системы от концентрации ПАА

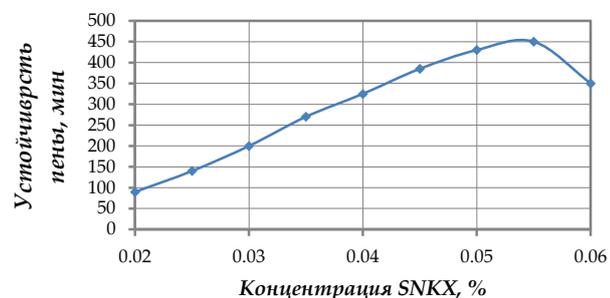


Рис. 3. Зависимость устойчивости пеннополимерной системы от концентрации реагента SNKX-04

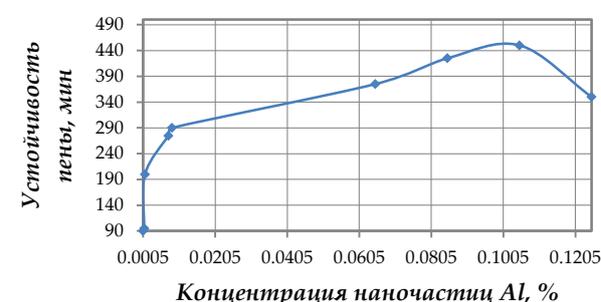


Рис. 4. Зависимость устойчивости пеннополимерной системы от концентрации наночастиц алюминия

щий закачку композиции, состоящей из полимера, анионного ПАВ, наночастиц алюминия размерами 50-70 нм и воды.

На рисунке 2 показано изменение устойчивости пеннополимерной системы в зависимости от концентрации ПАА.

Представленная зависимость показывает, что в результате применения в качестве стабилизатора пенной системы полиакриламида (ПАА) концентрацией 0.25-0.5% достигается высокая устойчивость пенной системы. Это можно объяснить тем, что водный раствор полиакриламида обладает значительной вязкостью. Соединяясь с пенообразователем – реагентом SNKX-04 он создает гелеобразную прочную структуру, благодаря которой устойчивость системы повышается за счет наночастиц, которые также являются поверхностно-активными веществами.

В результате проведенных исследований было выявлено, что если для получения стабильной пены без стабилизатора (ПАА) необходима оптимальная

концентрация реагента SNKX-04 0.2-0.4 %, то при добавлении ПАА достаточно, чтобы содержание указанного реагента составляло, 0.03-0.05 %, то есть указанная концентрация позволяет увеличивать устойчивость пенной системы, созданной без полимера (рис. 3).

Исследования также подтвердили, что добавление наночастиц алюминия концентрацией 0.001-0.1% способствует повышению устойчивости созданной композиции за счет обеспечения стабильности агрегативного состояния системы (рис. 4).

Таким образом, для обеспечения полного выноса песка на поверхность из наклонных и вертикальных скважин разработана пенная композиция, состоящая из полиакриламида (ПАА) 0.25-0.5 %, в качестве ПАВ реагента SNKX-04 0.03 – 0.05 %, наночастиц алюминия 0.001-0.1 % и воды.

Разработанные композиции были исследованы в лабораторных условиях и в настоящее время рекомендованы к серийному использованию на скважинах с потенциальными рисками пескопроявлений.

Литература

1. Березовский, Д. А., Яковлев, А. Л., Савенок, О. В. и др. (2016). Технология проведения очистки скважин от песчаной пробки при проведении КРС на примере Конитлорского нефтяного месторождения. *Наука, Техника, Технологии (Политехнический Вестник)*, 4, 104-119.
2. Гасымлы, А. М., Мусаева, А. М. (2019). О повышении нефтеотдачи пласта путем применения новой пенной системы. *Азербайджанское нефтяное хозяйство*, 1, 52-55.
3. Сулейманов, Б. А., Аббасов, Э. М., Сисенбаева, М. Р. (2017). Механизм аномалии вязкости газированной нефти вблизи давления насыщения. *SOCAR Proceedings*, 1, 35-45.
4. Шарипов, Р. Р., Койеджо, А. А., Куагу, Ж. М. и др. (2017). Разработка реагентов для увеличения нефтеотдачи высокотемпературных пластов. *SOCAR Proceedings*, 2, 62-67.
5. Сулейманов, Б. А., Исмаилов, Ф. С., Мурсалова, М. А. (2010). Флюид с наночастицами для воздействия на пласт. *Нефтяное хозяйство*, 4, 96-99.
6. Кязимов, Э. А., Сулейманов, А. Б. (2018). Повышение эффективности вскрытия продуктивных пластов и заканчивания скважин. *Нефтяное хозяйство*, 5, 44-47.
7. Сулейманов, Б. А., Исмаилов, Ф. С., Велиев, Э. Ф. (2014). О влиянии наночастиц металла на прочность полимерных гелей на основе КМЦ, применяемых при добыче нефти. *Нефтяное хозяйство*, 1, 86-88.
8. Wu, Z., Yang, Z., Cao, L., et al. (2016). Study on performance of surfactant - polymer system in deep reservoir. *SOCAR Proceedings*, 1, 34 - 41.
9. Ты, Т. Н., Велиев, М. М., Чан Куок Хой и др. (2017). Особенности применения технологии вытеснения нефти полимерными растворами в слоисто-неоднородном пласте месторождения Белый Тигр. *Нефтяное хозяйство*, 3, 90-93.

References

1. Berezovskiy, D. A., Yakovlev, A. L., Savenok, O. V., et al. (2016). Technology of carrying out cleaning of wells from the sandy stopper when carrying out KRC on the example of the Konitlorsky oil field. *Science. Engineering. Technology (Polytechnical Bulletin)*, 4, 104-119.
2. Gasymlly, A. M., Musayeva, Sh. F. (2019). On increase of reservoir oil recovery using new foam system. *Azerbaijan Oil Industry*, 1, 52-55.
3. Suleimanov, B. A., Abbasov, E. M., Sisenbayeva, M. R. (2017). Mechanism of live oil viscosity anomaly near to bubble point pressure. *SOCAR Proceedings*, 1, 35-45.
4. Sharipov, R. R., Coyedjo, A. A., Quagu, J. M., et al. (2017). Development of reagents for enhanced oil recovery of high-temperature formations. *SOCAR Proceedings*, 2, 62-67.
5. Suleimanov, B. A., Ismailov, F. S., Mursalova, M. A. (2010). Fluid with nanoparticles for bed and wellbottom zone stimulation. *Oil Industry*, 4, 96-99.
6. Kazimov, E. A., Suleymanov, A. B. (2018). Ways to increase the efficiency of opening and completion of wells. *Oil Industry*, 5, 44-47.
7. Suleimanov, B. A., Ismailov, F. S., Veliyev, E. F. (2014). On the metal nanoparticles effect on the strength of polymer gels based on carboxymethyl cellulose, applying at oil recovery. *Oil Industry*, 1, 86-88.
8. Wu, Z., Yang, Z., Cao, L., et al. (2016). Study on performance of surfactant - polymer system in deep reservoir. *SOCAR Proceedings*, 1, 34 - 41.
9. Tu Thanh Nghia, M.M. Veliev, Tran Quoc Khoi, et al. (2017). Peculiarities of applying the technology for oil displacement by polymer solutions in stratified inhomogeneous bed of White Tiger field. *Oil Industry*, 3, 90-93.

Разработка пенной композиции для применения в скважинах с потенциальными рисками пескопроявлений

Э. С. Абдуллаева

НИПИ «Нефтегаз», SOCAR, Баку, Азербайджан

Реферат

Значительная часть запасов нефти Азербайджана приурочена к месторождениям, пласты которых сложены слабосцементированными породами. Эксплуатация скважин, вскрывающих объекты этих месторождений, сопровождается разрушением призабойной зоны пласта и интенсивным пескопроявлением, что приводит к снижению добычи нефти. Пескопроявление приводит к образованию песчаных пробок в скважинах, что затрудняет приток жидкости из пласта в скважину. В связи с этим разработаны и исследованы новые пенные и пеннополимерные композиции для промывки песчаных пробок в пескопроявляющих скважинах. Рассматривается преимущество разработанных пенных систем в качестве промывочных жидкостей в целях обеспечения оптимальных расходов ПАВ и наночастиц алюминия. Учитывая, что проблема пескопроявления на месторождениях Азербайджана весьма актуальна, разработанные пенные составы находят широкое применение.

Ключевые слова: скважина; забой; пескопроявление; песчаная пробка; ПАВ; пенная композиция; полимер; наночастицы алюминия.

Potensial qum təzahürləri riskləri ilə olan quyularda istifadə üçün köpük kompozisiyanın işlənməsi

E. S. Abdullayeva

«Neftqazelmütədiqatlayihə» İnstitutu SOCAR, Bakı, Azərbaycan

Xülasə

Azərbaycan neft ehtiyatlarının əksər hissəsi zəif sementləşmiş laylardan ibarət olan yataqlara aiddir. Belə yataqlarda quyuların istismarı layın quyuya dibi sahənin dağılması ilə və nəticədə intensiv qum təzahürü ilə müşahidə edilir və bu neft hasilatının azalmasına gətirib çıxarır. Qum təzahürü quyularda qum tıxacının yaranmasına gətirib çıxarır və nəticədə laydan quyuya gələn mayenin axını çətinləşdirilir. Bununla əlaqədar olaraq qum təzahürlü quyularda qum tıxacının yuyulması üçün yeni köpüklü və köpük-polimerli kompozisiyalar işlənmişdir və tədqiq edilmişdir. Səthi-aktiv maddənin (SAM-n) və alüminium nanohissəciklərinin optimal sərflərini təmin etmək məqsədilə yuyucu maye kimi işlənmiş köpüklü sistemlərin üstünlüyü araşdırılmışdır. Nəzərə alaraq ki, Azərbaycan yataqlarında qum təzahürləri problemi çox aktualdır, işlənmiş köpüklü tərkiblər geniş istifadə olunur.

Açar sözlər: quyuya; quyuya dibi; qum təzahürü; qum tıxacı; SAM; köpüklü kompozisiya; polimer; alüminium nanohissəcikləri.