

УДК 622.276.6

DOI: 10.31660/0445-0108-2022-2-85-97

Факторы, влияющие на эффективность применения гелеобразующих дисперсных составов в химических методах увеличения нефтеотдачи

С. Ф. Мамбетов

Тюменский индустриальный университет, Тюмень, Россия
smambetov1978@gmail.com

Аннотация. Использование методов увеличения нефтеотдачи (МУН) оказывает существенное влияние на текущий уровень добычи углеводородов. Поэтому вопрос поддержания высокой эффективности их применения остается актуальным на всех этапах разработки месторождений.

В настоящее время в области потокоотклоняющих технологий и технологий выравнивания профиля приемистости разработано множество различных реагентов и композиций МУН, а также подходов и способов их применения. Выбор использования определенных способов воздействия на продуктивный пласт зависит от его геолого-физических условий (ГФУ), поэтому правильность этого выбора оказывает прямое влияние на эффективность применения технологий МУН.

В данной работе приведен анализ влияния определенных ГФУ на эффективность применения ПОТ с использованием гелеобразующих систем (ГОС), термоустойчивых гелеобразующих систем (ГОС (Т)) и гелеобразующих систем с наполнителями (ГОС-1АС).

В результате проведенной аналитической работы предопределены основные тенденции изменения эффективности применения вышеуказанных технологий в зависимости от таких показателей, как эффективная толщина пласта, его коллекторские свойства, объемы закачиваемых реагентов, расчлененность пласта, приемистость скважин до обработки и изменение их режима работы после обработки.

Основным выводом, полученным по итогам проведенных работ, является то, что на сегодняшний момент сложилась необходимость поиска или разработки новых подходов к реализации технологий физико-химических МУН, которые позволят решить две основных задачи: улучшить реологические характеристики сшитых полимерных систем и снизить себестоимость выполняемых работ с их применением.

Ключевые слова: нефть, потокоотклоняющие технологии, проницаемость, проводимость, эффективность, коллектор, приемистость

Для цитирования: Мамбетов, С. Ф. Факторы, влияющие на эффективность применения гелеобразующих дисперсных составов в химических методах увеличения нефтеотдачи / С. Ф. Мамбетов. – DOI 10.31660/0445-0108-2022-2-85-97 // Известия высших учебных заведений. Нефть и газ. – 2022. – № 2. – С. 85–97.

Factors affecting the effectiveness of the application gel-forming dispersed compositions in chemical methods of oil recovery improvement

Sergey F. Mambetov

Industrial University of Tyumen, Tyumen, Russia
smambetov1978@gmail.com

Abstract. The use of enhanced oil recovery (EOR) methods has a significant impact on the current level of hydrocarbon production. Therefore, the issue of maintaining the high efficiency of their application remains relevant at all stages of field development.

Currently, in the field of flow diverting technologies (FDT) and technologies for leveling the injectivity profile many different reagents and compositions of EOR have been developed, as well as approaches and methods of their application. The choice of using certain methods of influencing a productive formation depends on its geological and physical conditions (HFC), therefore, the correctness of this choice has a direct impact on the effectiveness of the use of EOR technologies.

This article is devoted to an analysis of the effect of certain HFCs on the efficiency of FDT use with the use of GFS gel-forming systems, heat-resistant GFS (T) gel-forming systems and GFS-1AS gel-forming systems with fillers.

As a result of the analytical work carried out, the main trends in the efficiency of the application of the above technologies were predetermined from different indicators, such as the effective thickness of the formation, its reservoir properties, the volume of injected reagents, the compartmentalization of the formation, the injectivity of wells before treatment and the change in their mode of operation after treatment.

The main conclusion, which is obtained based on the results of the work carried out, is that at the moment there is a need to search for or develop new approaches to the implementation of physical and chemical enhanced oil recovery methods, which will allow solving two main problems: improving the rheological characteristics of cross-linked polymer systems and reducing the cost of the work performed.

Keywords: oil, flow diverting technologies, permeability, conductivity, efficiency, reservoir, injectivity

For citation: Mambetov, S. F. (2022). Factors affecting the effectiveness of the application gel-forming dispersed compositions in chemical methods of oil recovery improvement. Oil and Gas Studies, (2), pp. 85-97. (In Russian). DOI: 10.31660/0445-0108-2022-2-85-97

Введение

На современном этапе развития отечественная нефтяная промышленность переживает период, когда наряду с вводом в разработку новых залежей нефти большинство нефтяных месторождений находятся на поздних стадиях эксплуатации. В результате этого происходит постепенное изменение структуры разрабатываемых запасов нефти, в которых все большую долю занимают трудноизвлекаемые запасы [1]. Поэтому особенно актуальным становится вопрос повышения эффективности доизвлечения нефти зрелых месторождений с применением третичных методов добычи, в частности применением технологий физико-химических методов увеличения нефтеотдачи (ФХ МУН).

В условиях опережающей выработки активных запасов, как правило, сосредоточенных в наиболее проницаемой части коллектора, особо актуально использование потокорегулирующих методов воздействия на пласт, позволяющих сдерживать прорывы воды по зонам с лучшими фильтрационными свойствами и направлять фильтрацию закачиваемого агента на вытеснение нефти из низкопроницаемых слоев [2–5].

В Когалымском регионе большинство месторождений характеризуются сложным геологическим строением, многопластовостью, высокой расчлененностью, слоистой и зональной неоднородностью, что снижает эффективность традиционных ФХ МУН. При этом применяемые методы потокорегулирующего воздействия не всегда учитывают особенности гео-

логического строения пластов, текущее состояние разработки и не обеспечивают необходимого перераспределения потоков жидкости.

Ввиду многообразия геолого-физических особенностей нефтяных месторождений достижение необходимых результатов возможно при использовании адресных технологий для конкретных условий. В связи с этим важным направлением повышения эффективности методов увеличения нефтеотдачи является адаптация известных и создание новых технологий воздействия на пласты с учетом особенностей их строения и свойств используемых материалов [6].

На зрелых месторождениях, характеризующихся высоким обводнением добываемой продукции и уже довольно высокой выработкой запасов, из всех методов увеличения нефтеотдачи наиболее актуальными остаются ФХ МУН с применением так называемых «жестких» технологий. Потоко-отклоняющие композиции¹, используемые в подобных технологиях, могут быть обозначены как «дисперсно-содержащие составы» (ДС) [7–9].

Изучение материалов публикаций в научной печати доказательно демонстрирует перспективность закачек различных дисперсных составов в качестве эффективного метода увеличения нефтеотдачи пластов [8, 10–12]. На это указывает тот факт, что объемы внедрения методов, основанных на использовании таких составов, в настоящее время неизменно увеличиваются.

Назначением использования дисперсных частиц являются обеспечение механического, то есть максимально «жесткого» блокирования крупных пор и трещин пласта, их полное или частичное отключение из процесса фильтрации и перераспределение фильтрационных потоков закачиваемой в последующем воды в интервалы меньшей проницаемости и более высокой нефтенасыщенности [13]. Данный подход является наиболее действенным на поздних стадиях разработки месторождений, когда другие методы оказываются менее эффективными.

Объект и методы исследования

В настоящее время на месторождениях Когалымского региона технологии с использованием дисперсных составов получили широкое применение. На рисунке 1 отображено распределение общего количества скважино-обработок с использованием различных МУН, направленных на выравнивание профиля приемистости (ВПП) за период 2009–2020 годы. Как видно из рисунка, основную долю от общего количества скважино-обработок занимают осадко-гелеобразующие (осадкоГОС), гелеобразующие (ГОС) и эмульсионные (ЭСС+ЭС) технологии, содержащие в своем составе твердые мелкодисперсные частицы. Данные технологии в большинстве случаев применяются по пластам групп А и Б Вартовского и Сургутского сводов нефтегазовых месторождений Когалымского региона. Указанные группы пластов являются объектом аналитических исследований, изложенных в данной работе.

¹ Инструкция по применению технологии «Гелеобразующий состав – 1 Армированная Система» («ГОС-1АС») для целей повышения нефтеотдачи пластов / ТПП «Когалымнефтегаз». – Когалым, 2011.

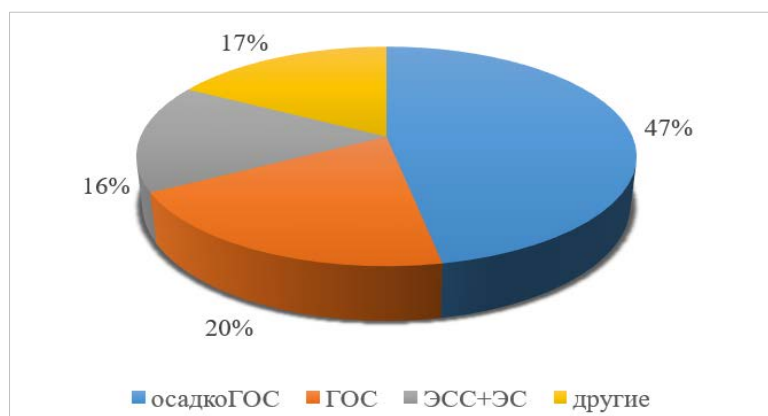


Рис. 1. Распределение количества обработок за период 2009–2020 годы

Для предотвращения снижения эффективности применения третичных методов добычи с применением МУН необходимо детальное рассмотрение критериев эффективности их применения, а также определение оптимальных условий и значений, при которых эффективность будет максимальной. С этой целью проведен анализ эффективности по трем видам технологий ВПП, применяемым на месторождениях Когалымского региона: гелеобразующие составы (ГОС), термогелеобразующие составы (ГОС (Т)) и гелеобразующие составы с дисперсным наполнителем (ГОС-1АС). Рассмотрены зависимости удельной эффективности от таких показателей, как эффективная толщина пласта, коллекторские свойства, объемы закачиваемых реагентов, расчлененность пласта, приемистость скважин до обработки и изменение их режима работы после обработки. По результатам анализа определены основные тенденции изменения эффективности проводимых обработок.

Экспериментальная часть

Анализ эффективности применения гелеобразующих составов (ГОС)

ГОС — сшитая полимерная система на водной основе, в состав которой входят полимер и его сшиватель. В качестве полимеров используют полиакриламида, в качестве сшивателя — преимущественно ацетат хрома. Технология ГОС позволяет готовить и закачивать плановые объемы композиции за счет программирования времени сшивки посредством изменения концентрации компонентов с учетом фильтрационно-емкостных свойств (ФЕС) коллектора обрабатываемого участка².

Эффективная толщина пласта. При превышении значения 25 м наблюдается тенденция снижения эффективности работ. Для ее роста требуется увеличение объемов закачки или повышение концентрации реагентов. Как следствие, происходит удорожание стоимости работ.

² Инструкция по применению технологии «Гелеобразующий состав» («ГОС») для целей повышения нефтеотдачи пластов / ТПП «Когалымнефтегаз». – Когалым, 2011.

Коллекторские свойства пласта. При пористости более 0,22 д.ед., проницаемости более 0,250–0,300 мкм² и проводимости пласта более 6,0 мкм²·м наблюдается тенденция снижения эффективности работ. Это связано с тем, что качество образования тампонирующего геля (гидрохимического барьера) снижается с увеличением коллекторских свойств пласта и, как следствие, ухудшаются его кольматирующие и адгезионные свойства. Для увеличения эффективности необходимо либо увеличивать объемы закачиваемых реагентов, либо использовать более «жесткие» гели за счет увеличения концентрации реагентов. В обоих случаях это приводит к удорожанию работ.

Объем закачиваемых реагентов. Зависимость имеет тенденцию к росту удельной эффективности с увеличением объема закачки до некоторого предела — 500–600 м³. Далее наблюдается снижение эффективности работ, и в диапазоне объемов закачки 800–900 м³ наблюдается максимальный ее спад. Дальнейшее увеличение объема закачки сшитых полимерных систем экономически нецелесообразно. Снижение эффективности обработок связано и объясняется улучшением ФЕС пласта, то есть повышением коллекторских свойств интервалов обработки. Необходимость в использовании больших объемов закачки потокоотклоняющего состава возникает при увеличении проницаемости коллектора. Высокие же фильтрационно-емкостные свойства, в свою очередь, создают менее благоприятные условия для качественного формирования и размещения водоизоляционного барьера из сшитых полимерных систем в высокопроницаемых интервалах. Для повышения эффективности воздействия требуются более «жесткие» изолирующие материалы.

Приемистость до обработки. Из общего количества скважино-обработок с использованием ГОС можно выделить три диапазона изменения средней эффективности работ. При приемистости скважины от 100 до 250 м³/сут эффективность обработок максимальна. При приемистости обработанных скважин в диапазоне 250–350 м³/сут эффективность снижается, и в диапазоне 350–480 м³/сут и более — имеет минимальные значения. Данная тенденция объясняется указанной выше причиной и влиянием коллекторских свойств пласта.

Изменение режима работы скважины после обработки. Для того чтобы созданный барьер сохранял свои рабочие свойства в поровом пространстве максимально долгий период времени, необходимо выдерживать определенный режим работы нагнетательной скважины после обработки, чтобы избежать эффекта размыва потокоотклоняющего геля. Анализ показал, что в зонах увеличения закачки после обработок по причинам увеличения типоразмера штуцера или увеличения давления нагнетания возрастает вероятность получения отрицательных значений эффективности. Максимальная эффективность достигается, когда приемистость после закачки ГОС поддерживается на уровне 50–260 м³/сут. Резкое снижение эффективности после обработки наблюдается по скважинам с закачкой 410 м³/сут и более.

Для предотвращения подобного влияния необходимо улучшение реологических свойств закачиваемых полимерных систем — увеличение начального градиента сдвига, что достигается за счет увеличения концентрации полимера, но это приводит к увеличению стоимости обработок.

Анализ эффективности применения ГОС (Т)

Технология ГОС (Т) аналогична ГОС, отличие заключается в том, что в данной технологии применяется полимер, имеющий лучшую реологию и термостабильность. За счет этого применение технологии возможно на участках объектов с пластовой температурой более 85 °С. Однако стоимость данного полимера в 1,7 раза выше стандартного.

Эффективная толщина пласта. Как и в случае с ГОС, при превышении значения 25 м наблюдается тенденция снижения эффективности работ. Для повышения эффективности необходимо увеличение объемов закачки реагентов или концентрации ингредиентов состава.

Коллекторские свойства пласта. Аналогично ГОС наблюдается тенденция снижения средней эффективности работ при пористости более 0,21 д.ед. Наибольшая эффективность достигается при проницаемости коллектора 0,150–0,200 мкм². При больших проницаемостях вероятность получения высоких удельных эффектов снижается. Зависимость удельной эффективности от проводимости также показывает наличие аналогичного тренда: при проводимости более 1,0 мкм²·м наблюдается снижение эффективности работ, при проводимости более 2,5 мкм²·м — эффективность работ минимальная.

Объемы закачиваемых реагентов. Зависимость имеет тенденцию к росту эффективности с увеличением объема закачки в пределах до 600–650 м³. Далее идет снижение средней эффективности работ, то есть и в этом случае наблюдается та же тенденция, что и для обычных ГОС.

Приемистость до обработки. Предельным значением результативного применения ГОС (Т) следует считать 300 м³/сут, так как большинство скважин, показавших положительный эффект, имели начальную приемистость в пределах указанного значения.

Изменение режима работы скважины после обработки. Анализ показал, что допустимые значения увеличения закачки после обработок ГОС (Т) не должны превышать 25–30 м³/сут от приемистости до обработки. Превышение указанных значений приводит к размыву сформированного водоизоляционного барьера. Для предотвращения данного процесса, как и в случае ГОС, необходимо увеличение начального градиента сдвига применяемых полимерных систем, что возможно за счет увеличения концентрации полимера.

Анализ эффективности применения ГОС-1АС

Технология ГОС-1АС отличается от гелеобразующих технологий тем, что в ее составе используют оторочки суспензий с наполнителями (глина, мел, древесная мука и т. д.), которые чередуются при закачке с оторочками растворов сшитых или несшитых полимеров. Данная технология относится к разряду «жестких» ФХ МУН. При сшивке ПАА в присутствии распушенной древесной муки образуется пространственно сшитая сетка макромолекул полимера с повышенными структурно-механическими свойствами [9, 14]. Необходимо отметить, что глина, мел или древесная мука в термобарических пластовых условиях не разлагаются. Зоны, куда они проникли, необратимо коагулируются. Данный механизм воздействия и отмеченные факторы выводят технологии применения полимер-дисперсно-волоконистых систем в разряд наиболее «жестких». Следовательно, приме-

няют их на более поздних стадиях выработки объектов: при обводненности 80–98 % и отборах от НИЗ 80 % и более [4]. Технологическая эффективность^{3,4} рассматриваемых методов ВПП на западносибирских месторождениях составляет 500–2 600 т/скв-обrab. [4, 10, 14–16] и, как и у других технологий, снижается по мере увеличения выработки запасов.

Эффективная толщина пласта. Для технологии ГОС-1АС также характерна тенденция к снижению эффективности воздействия с увеличением эффективной мощности пласта. Эффективная толщина при которой происходит снижение эффективности воздействия ГОС-1АС составляет 37 м. Это выше чем для ГОС и ГОС(Т), так как дисперсный наполнитель кольматирует высокопроницаемые каналы фильтрации, тем самым способствуя перенаправлению полимерного состава в менее проницаемые зоны продуктивного пласта как по вертикали, так и по глубине проникновения.

Коллекторские свойства пласта. В результате анализа установлено, что в области значений пористости 0,10–0,15 д.ед. происходит снижение эффективности воздействия ГОС-1АС. Обработки низко успешны или нерезультативны при проницаемостях менее 0,1 мкм² и наиболее эффективны при значениях более 0,5 мкм². Такие данные объясняются наличием кольматанта в применяемом составе. В низко пористых коллекторах с пониженной проницаемостью наличие дисперсных частиц не позволяет охватить воздействием весь доступный диапазон пор. Поэтому наиболее вероятная причина снижения эффективности обработок ГОС-1АС в зоне пониженных ФЕС — это недостаточная кольматация низкопроницаемых поровых каналов полимерной составляющей системы.

Проводимость также влияет на эффективность работ. При росте ее значений выше 6,0 мкм²·м наблюдается тенденция снижения показателей эффективности. Удельная эффективность работ на 1 м³ закачки реагентов имеет аналогичное граничное значение проводимости — 6,1 мкм²·м. Возможным путем повышения эффективности технологии ГОС-1АС может быть увеличение объемов закачки первых оторочек полимера. Но это приведет к увеличению стоимости проводимых работ.

Объем закачиваемых реагентов. В рассматриваемом случае наблюдается тенденция роста удельной эффективности обработок с увеличением объема закачки в пределах до 700–750 м³. Дальнейшее увеличение объемов закачки экономически не привлекательно, так как не приводит к существенному росту удельной эффективности по дополнительной добыче в расчете на 1 м³ закачки реагентов.

Приемистость до обработки. Максимальная эффективность отмечается по скважинам с начальной приемистостью 100–400 м³/сут. При дальнейшем увеличении приемистости в диапазоне 400–600 м³/сут наблюдается снижение удельной эффективности, а при начальной приемистости более 650–700 м³/сут эффективность становится минимальной.

³ Результаты внедрения физико-химических методов увеличения нефтеотдачи : [презентация] / ООО «ЖогалымНИПИнефть», 2010.

⁴ Технология проведения работ по снижению обводненности путем закачки армированного сапропеля гелеобразующего полимерного состава (ГОС-1АС) / ООО «Прогресснефтесервис». – Жогалым, 2007. – С. 19.

Изменение режима работы скважины после обработки. Как и в предыдущих случаях, поддержание оптимального режима работы скважины после обработки способствует положительной динамике показателей эффективности обработок ГОС-1АС. Анализ показал допустимые значения увеличения закачки после обработки: не более чем на 25–30 м³/сут от первоначальной приемистости. Превышение указанных значений приводит к снижению продолжительности полученного эффекта.

Результаты и обсуждение

На рисунках 2–5 на примере технологии ГОС-1АС приведены визуализированные данные о наблюдаемых тенденциях влияния рассмотренных геолого-промысловых показателей на эффективность ФХ МУН.

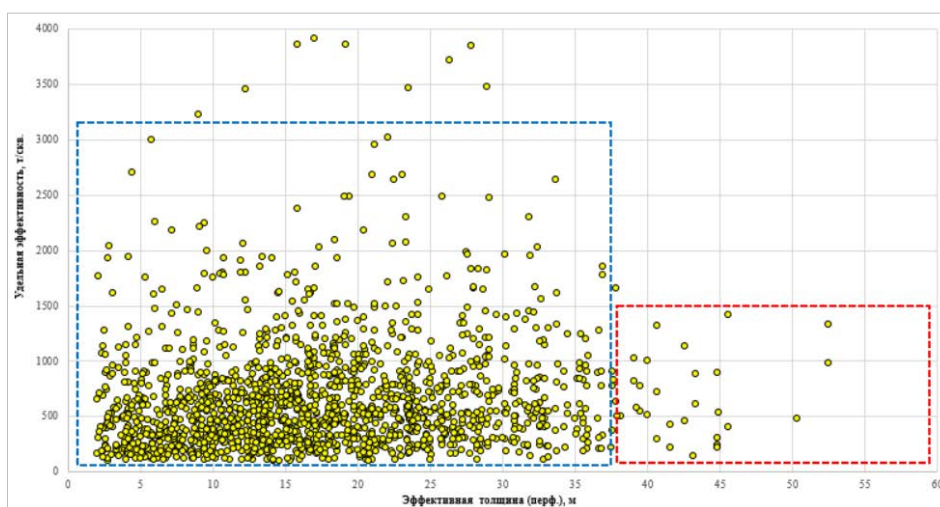


Рис. 2. Эффективность обработок в диапазонах эффективных перфорированных толщин пластов

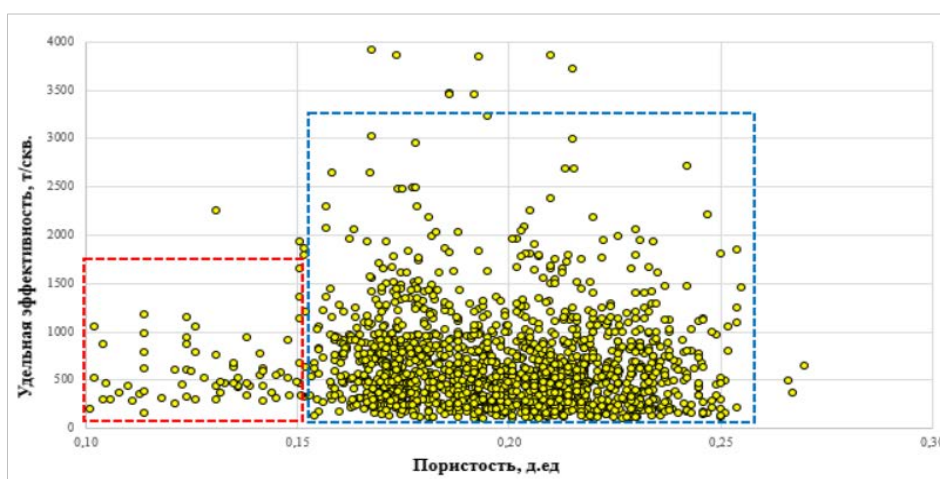


Рис. 3. Эффективность обработок в диапазонах пористости коллектора

Точками на графиках обозначены обработанные скважины, синими прерывистыми линиями ограничены выделяющиеся области наиболее эффективных обработок, красными прерывистыми — области менее эффективных обработок. Отметим, что выборки скважин весьма представительны для статистического анализа и позволяют объективно судить о наблюдаемых фактах. Отмеченные закономерности не носят четких корреляционных зависимостей, но подтверждают указанные выше тенденции.

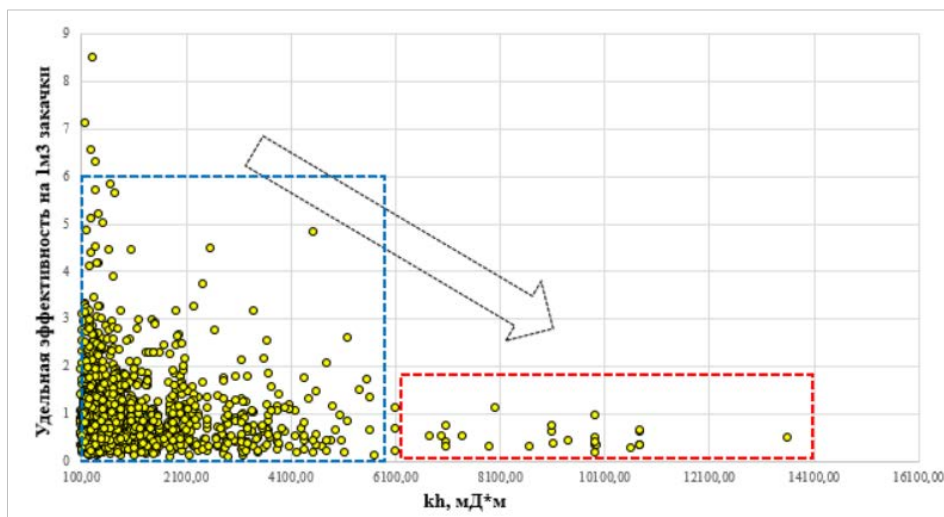


Рис. 4. Эффективность обработок в диапазонах проводимости пластов

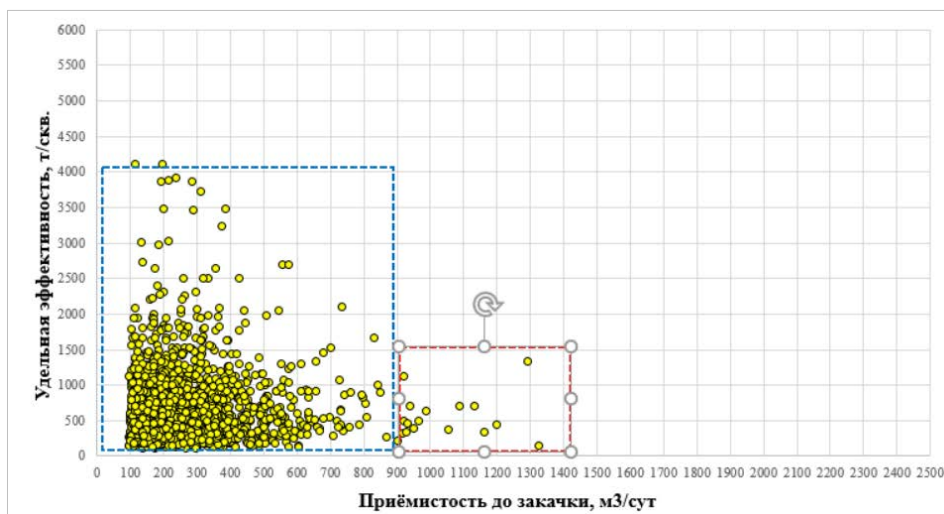


Рис. 5. Эффективность обработок в диапазонах приемистостей скважин перед закачкой реагента

В целом анализ показал, что эффективность использования дисперсно-содержащего состава ГОС-1АС более высока в сравнении со сшитыми

полимерными системами, особенно в зонах с повышенными ФЕС. Однако в дополнение к отмеченному в отношении этого состава необходимо упомянуть еще один фактор, причем негативный. Это оседание в ряде случаев на забое обработанных скважин, вплоть до частичного перекрытия интервалов перфорации, твердых дисперсных частиц, в качестве которых использовался мел тонкого помола или глинопорошок. Такие случаи неизбежны при использовании суспензий, содержащих тяжелые твердые частицы, особенно при длительных закачках или при вынужденных остановках этого процесса. Решением данной проблемы может послужить разработка состава, содержащего легкие и, возможно, гидрофобные дисперсные частицы, например мелко измельченный торф или его аналоги.

Выводы

Как показал анализ, существует ряд определенных параметров, которые в разной степени оказывают влияние на показатели эффективности ФХ МУН. Наиболее значимыми из них являются следующие:

- эффективная толщина продуктивного пласта;
- коллекторские свойства, в частности пористость и проводимость пласта;
- объем закачиваемых реагентов;
- приемистость скважины перед обработкой;
- изменение режима работы скважины после обработки.

Для каждого из указанных параметров определены значения, при которых показатели эффективности достигают своих максимальных значений, остаются неизменными либо начинают снижаться или повышаться.

Решение вопросов повышения технико-экономической эффективности применения рассмотренных ФХ МУН сводится к необходимости выполнения двух основных условий:

1) оптимизация реологических и потокорегулирующих свойств сшитых полимерных систем за счет увеличения их вязкостно-прочностных характеристик, включая применение дисперсных частиц с требуемыми свойствами;

2) одновременное снижение себестоимости скважино-обработок.

Выполнение данных условий позволит:

1) поднять эффективность применения ФХ МУН за счет повышения устойчивости сшитых полимерных и полимер-дисперсных систем к сдвиговым нагрузкам, характеризуемой градиентом сдвига и адгезией к породе, в том числе и при изменении режимов закачки воды в скважину после обработки;

2) снизить количество повторных обработок ФХ МУН в календарном году, что будет достигнуто увеличением периода длительности эффекта;

3) исключить негативные осложнения в виде пересыпки забоев скважин.

Исходя из вышесказанного, можно сделать вывод, что на сегодняшний день сложилась необходимость поиска или разработки новых подходов к реализации технологий ФХ МУН, основанных на применении сшитых и несшитых полимерных, а также полимер-дисперсных составов, ко-

торые удовлетворяли бы отмеченным условиям. Перспективным направлением поиска, на наш взгляд, могут быть исследования составов на основе как традиционных сшиваемых полиакриламидов, так и карбокси- и других производных целлюлозы, а в качестве дисперсных наполнителей — легкие гидрофобные частицы. Несомненный интерес представляют композиции комплексного воздействия, включающие указанные компоненты, а также поверхностно-активные вещества.

Список источников

1. Аллахвердиев, Э. И. Повышение нефтеотдачи пластов с трудноизвлекаемыми запасами нефти / Э. И. Аллахвердиев, А. М. Гасымлы. — Текст : непосредственный // Нефтепромысловое дело. — 2009. — № 7. — С. 31–32.
2. Алтунина, Л. К. Применение термотропных гелей для повышения нефтеотдачи / Л. К. Алтунина, В. А. Кувшинов. — Текст : непосредственный // Нефтеотдача. Специальное приложение к журналу «Нефть и капитал». — 2002. — № 5. — С. 28–35.
3. Алтунина, Л. К. / Комплексная гель-технология ограничения водопритока с применением гелеобразующих систем / Л. К. Алтунина, В. А. Кувшинов. — Текст : непосредственный // Бурение и нефть. — 2003. — № 10. — С. 20–23.
4. Рамазанов, Р. Г. Эффективность и перспективы применения химических методов увеличения нефтеотдачи для стабилизации добычи нефти / Р. Г. Рамазанов, Ю. В. Земцов. — Текст : непосредственный // Нефтяное хозяйство. — 2002. — № 1. — С. 34–35.
5. Рамазанов, Р. Г. Результаты применения химических технологий для регулирования заводнения в ОАО «ЛУКОЙЛ» / Р. Г. Рамазанов, А. А. Фаткуллин. — Текст : непосредственный // Нефтяное хозяйство. — 2004. — № 4. — С. 38–40.
6. Черепанова, Н. А. Совершенствование потокоотклоняющих технологий увеличения нефтеотдачи терригенных коллекторов : специальность 25.00.17 «Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений» : диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Черепанова Наталья Алексеевна. — Уфа, 2008. — 147 с. — Текст : непосредственный.
7. Газизов, А. Ш. Повышение нефтеотдачи пластов на поздней стадии разработки месторождений с применением полимердисперсных систем и других реагентов / А. Ш. Газизов, Л. А. Галактионова, А. А. Газизов. — Текст : непосредственный // Нефтепромысловое дело. — 1995. — № 2–3. — С. 29–34.
8. Применение полимердисперсных систем и их модификаций для повышения нефтеотдачи / А. Ш. Газизов, Л. А. Галактионова, В. С. Адыгамов, А. А. Газизов. — Текст : непосредственный // Нефтяное хозяйство. — 1998. — № 2. — С. 12–14.
9. Применение технологии на основе древесной муки для повышения нефтеотдачи и изоляции притока воды / Ю. В. Баранов, И. Г. Нигматуллин, Р. Х. Низамов [и др.]. — Текст : непосредственный // Нефтяное хозяйство. — 1998. — № 2. — С. 24–28.
10. Перспективы применения дисперсных и осадкообразующих составов потокоотклоняющего действия при извлечении нефти из коллекторов юрских отложений Западной Сибири / В. В. Мазаев, В. В. Андрианов, В. М. Александров, Р. Н. Асмандияров. — Текст : непосредственный // Пути реализации нефтегазового и рудного потенциала ХМАО — Югры : сборник докладов XII научно-практической конференции. — Ханты-Мансийск, 2009. — Т. 2. — С. 72–81.
11. Применение методов увеличения нефтеотдачи при разработке месторождений ОАО «Татнефть» / Р. С. Хисамов, И. Н. Файзуллин, Р. Р. Ибатуллин, Е. Д. Подымов. — Текст : непосредственный // Нефтяное хозяйство. — 2010. — № 7. — С. 32–35.
12. Земцов, Ю. В. Эффективность физико-химических методов увеличения нефтеотдачи в Западной Сибири / Ю. В. Земцов, А. В. Баранов, А. О. Гордеев. — Текст : непосредственный // Тюмень : Тюменский дом печати, 2016. — № 2. — С. 239–255.

13. Земцов, Ю. В. Современное состояние физико-химических методов увеличения нефтеотдачи (литературно-патентный обзор) : монография / Ю. В. Земцов, В. В. Мазаев. – Екатеринбург : Издательские решения, 2021. – 240 с. – Текст : непосредственный.
14. Баранов, Ю. В. Технология применения волокнисто-дисперсной системы — новое перспективное средство повышения нефтеотдачи неоднородных пластов с трудноизвлекаемыми запасами нефти / Ю. В. Баранов. – Текст : непосредственный // Нефтепромысловое дело. – 1995. – № 3. – С. 29–31.
15. Кондаков, А. Инновации для КИН / А. Кондаков, С. Гусев, И. Мурзин // Нефть России. – Текст : непосредственный. – 2012. – № 9. – С. 51–54.
16. Ситуллин, Ю. Б. Результаты применения потокоотклоняющих технологий увеличения нефтеотдачи при извлечении слабодренлируемых запасов нефти на месторождениях мамонтовской группы ООО «РН-Юганскнефтегаз» / Ю. Б. Ситуллин, В. В. Мазаев. – Текст : непосредственный // Пути реализации нефтегазового и рудного потенциала ХМАО — Югры : сборник докладов : XI научно-практической конференции. – Ханты-Мансийск, 2008. – Т. 2. – С. 373–382.

References

1. Allakhverdiev, E. I., & Gazimly, A. M. (2009). Increase of reservoir oil recovery with hard-extracted oil reserves. *Oilfield Engineering*, (7), pp. 31-32. (In Russian).
2. Altunina, L. K., & Kuvshinov, V. A. (2002). Primenenie termotropnykh geley dlya povysheniya nefteotdachi. *Special'noe prilozhenie k zhurnalu "Neft' i capital"*, (5), pp. 28-35. (In Russian).
3. Altunina, L. K., & Kuvshinov, V. A. (2003). Kompleksnaya gel'-tekhnologiya ograniicheniya vodopritoka s primeneniem geleobrazuyushchikh sistem. *Burenie i neft'*, (10), pp. 20-23. (In Russian).
4. Ramazanov, R. G. & Zemtsov, V. (2002). Effektivnost' i perspektivy primeneniya khimicheskikh metodov uvelicheniya nefteotdachi dlya stabilizatsii dobychi nefti. *Oil Industry*, (1), pp. 34-35. (In Russian).
5. Ramazanov, R. G., & Fatkullin, A. A. (2004). Results of application of chemical technologies for flooding regulation in LUKOIL OAO. *Oil Industry*, (4), pp. 38-40. (In Russian).
6. Cherepanova, N. A. (2008). Sovershenstvovanie potokootklonyayushchikh tekhnologiy uvelicheniya nefteotdachi terrigennykh kollektorov. *Diss. ... kand. techn. nauk*. Ufa, 147 p. (In Russian).
7. Gazizov, A. Sh., Galaktionova, L. A. & Gazizov, A. A. (1995). Povyshenie nefteotdachi plastov na pozdney stadii razrabotki mestorozhdeniy s primeneniem polimerdispersnykh sistem i drugih khimreagentov. *Oilfield Engineering*, (2-3), pp. 29-34. (In Russian).
8. Gazizov, A. Sh., Galaktionova, L. A. Adigamov, V. S., & Gazizov, A. A. (1998). Application of polymer-dispersed systems and their modifications for oil recovery enhancement. *Oil Industry*, (2), pp. 12-14. (In Russian).
9. Baranov, Yu. V., Nigmatullin, I. G., Nizamov, R.H., Mardanov, A. F., Shpurov, I. V., Ramazanov, R. G., & Kasimov, R. S. (1998). Application of technology based on wooden flour for oil recovery enhancement and water influx isolation. *Oil Industry*, (2), pp. 24-28. (In Russian).
10. Mazaev, V. V., Andrianov V. V., Alexandrov, V. M., & Asmandiyarov, R. N. (2009). Perspektivy primeneniya dispersnykh i osadkoobrazuyushchikh sostavov potokootklonyayushchego deystviya pri izvlechenii nefti iz kollektorov yurskikh otlozheniy Zapadnoy Sibiri. *Puti realizatsii neftegazovogo i rudnogo potentsiala KhMAO - Yugry: sbornik dokladov XII nauchno-prakticheskoy konferentsii. Tom. 2. Khanty-Mansiysk*, pp. 72-81. (In Russian).
11. Khisamov, R. S., Faizullin, I. N., Ibatullin, R. R., & Podymov, E. D. (2010). Application of enhanced oil recovery methods on Tatneft OAO Fields. *Oil Industry*, (7), pp. 32-35. (In Russian).
12. Zemtsov, V., Baranov, A. V., & Gordeev, A. O. (2016). Efficacy of physico-chemical methods of enhanced oil recovery in Western Siberia. *Tyumen, Tyumen House Press*, (2), pp. 239-255. (In Russian).
13. Zemtsov, Yu. V. (2021). *Sovremennoe sostoyanie fiziko-khimicheskikh metodov uvelicheniya nefteotdachi (literaturno-patentnyy obzor)*. Ekaterinburg, Izdatel'skie resheniya Publ., 240 p. (In Russian).

14. Baranov, Yu. V. (1995). Tekhnologiya primeneniya voloknisto-dispersnoy sistemy - novoe perspektivnoe sredstvo povysheniya nefteotdachi neodnorodnykh plastov s trudnoizvlekaemyimi zapasami nefii. Oilfield Engineering, (3), pp. 29-31. (In Russian).
15. Kondakov, A., Gusev, S., & Murzin, I. (2012). Innovatsii dlya KIN. Neft' Rossii, (9), pp. 51-54. (In Russian).
16. Situllin, Yu. B., & Mazaev, V. V. (2008). Rezul'taty primeneniya potokootklonyayushchikh tekhnologiy uvelicheniya nefteotdachi pri izvlechenii slabodreniruemykh zapasov nefii na mestorozhdeniyakh mamontovskoy gruppy OOO "RN-YUganskneftegaz". Puti realizatsii neftegazovogo i rudnogo potentsiala KhMAO - Yugry: sbornik dokladov XI nauchno-prakticheskoy konferentsii. Tom. 2. Khanty-Mansiysk, pp. 373-382. (In Russian).

Информация об авторе

Мамбетов Сергей Фанилович,
соискатель кафедры разработки нефтяных
и газовых месторождений, Тюменский ин-
дустриальный университет, г. Тюмень,
smambetov1978@gmail.com

Information about the author

Sergey F. Mambetov, Applicant for the
Department of Development of Oil and Gas
Fields, Industrial University of Tyumen, smam-
betov1978@gmail.com

Статья поступила в редакцию 02.12.2021; одобрена после рецензирования 10.03.2022;
принята к публикации 17.03.2022.

The article was submitted 02.12.2021; approved after reviewing 10.03.2022; accepted for publica-
tion 17.03.2022.