УДК 622.276.61

ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ МИКРОГЕЛЕВЫХ ПОЛИМЕРНЫХ СОСТАВОВ НА МЕСТОРОЖДЕНИЯХ РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН

APPLICATION EXPERIENCE OF MICROGEL POLYMER SYSTEMS IN TATARSTAN REPUBLIC FIELDS

Рафикова Камила Рашидовна
инженер лаборатории технологий регулирования заводненных пластов, отдел увеличения нефтеотдачи, институт «ТатНИПИнефть» ПАО «Татнефть» им. В.Д. Шашина
rkr@tatnipi.ru

Хисаметдинов Марат Ракипович
кандидат технических наук, заведующий лабораторией технологий регулирования заводненных пластов, отдел увеличения нефтеотдачи, институт «ТатНИПИнефть» ПАО «Татнефть» им. В.Д. Шашина

Аннотация. Одним из направлений развития потокоотклоняющих технологий являются методы увеличения нефтеотдачи на основе микрогелевых полимерных композиций. Особенностью микрогелевой композиции является высокая проникающая способность в пористой среде, что позволяет изменять фильтрационные потоки в глубинных зонах пласта.

В статье представлен опыт применения микрогелевых полимерных систем на месторождениях ПАО «Татнефть» имени В.Д. Шашина в условиях высокой обводнённости добывающих скважин и неоднородных по проницаемости многопластовых коллекторов.

Приведен один из промысловых примеров закачки по технологии МГС-К, а также описан принцип действия микрогелевых композиций в пласте. Увеличение нефтеотдачи достигается путём увеличения охвата пласта вытеснением и перераспределения фильтрационных потоков за счёт снижения проницаемости наиболее проницаемых зон пласта.

Ключевые слова: потокоотклоняющие технологии, микрогелевая полимерная система, дополнительная добыча, эффективность, нагнетательная скважина.

Rafikova Kamila Rashidovna
Engineer, Water-Flooded Formations Management Laboratory, EOR Department, PAO TATNEFT
e-mail: rkr@tatnipi.ru

Khisametdinov Marat Rakipovich
Ph.D., Head of Water-Flooded Formations Management Laboratory, EOR Department, PAO TATNEFT

Annotation. One of the lines of diverter technologies development is enhanced oil recovery methods based on microgel polymer compositions. An advantage of microgel composition is that microgel polymer systems are characterized by high penetrating ability in porous media that allows changing formation fluid flows.

The paper presents PAO TATNEFT experience of application of microgel polymer systems in conditions of high water cut and permeable heterogeneity of multi-zone reservoirs.

One of case studies are presented, microgel polymer mechanism is explained. Enhanced oil recovery is achieved through improvement of reservoir sweep and diverting of fluid flows resulting from plugging of high permeability formation zones.

Keywords: diverter technology, microgel polymer system, incremental oil production, efficiency, injection well.

Для месторождений Татарстана актуальны вопросы эффективной разработки объектов с остаточными запасами нефти. Одним из основных решений является масштабное применение комплексных методов увеличения нефтеотдачи. На поздней стадии разработки особое место занимают потокоотклоняющие технологии, способствующие повышению степени выработки слабодренируемых запасов нефти в высокообводненных эксплуатационных объектах.

В институте «ТатНИПИнефть» разработана технология увеличения охвата и коэффициента вытеснения путем закачки микрогелевых полимерных систем с ПАВ (технология МГС-К). Технология на основе микрогелевых полимерных систем с ПАВ является эффективной в условиях высокой обводненности добывающих скважин и рекомендуется для применения в неоднородных по проницаемости и многопластовых нефтяных коллекторах порового типа и промышленно применяется на месторождениях ПАО «Татнефть» с 2015 г.

Технология предусматривает несколько способов закачки композиции в зависимости от приёмистости нагнетательной скважины. Для участков, имеющих выраженную проницаемостную неоднородность и высокую приёмистость, используется предварительная закачка гелеобразующей композиции. При закачке гелеобразующего состава в пласт происходит блокирование высокопроницаемых зон пласта с последующим перераспределением закачиваемого следом микрогелевого низковязкого состава в менее промытые интервалы пласта со средней и низкой проницаемостью [1]. Это способствует увеличению нефтевытесняющей способности закачиваемого микрогелевого состава за счет снижения межфазного натяжения на границе раздела сред и изменения смачиваемости породы, при этом достигается равномерное вытеснение нефти из незадействованных ранее зон пласта [2].

Особенностью микрогелевых композиций по сравнению с полимерными растворами при равной массовой доле полимера являются более высокие блокирующие свойства, что обеспечивает эффективное перераспределение потоков.

Снижение проницаемости водонасыщенных интервалов микрогелевой композицией приводит к переадресации закачиваемой воды в слабодренируемые интервалы, чем обеспечивается вытеснение нефти из них к реагирующим добывающим скважинам. При этом возможность сочетания подвижной низковязкой микрогелевой композиции с поверхностно-активными веществами усиливает нефтевытесняющую способность при продвижении композиции в глубинных и менее проницаемых зонах и пропластках, сохраняющих запасы нефти [3].

За период применения технологии МГС-К на месторождениях ПАО «Татнефть» по состоянию на 01.03.2017 была осуществлена 227 обработок нагнетательных скважин и дополнительно добыто свыше 270 тыс. т нефти. Воздействием были охвачены эксплуатационные объекты, представленные терригенными коллекторами и расположенные в пределах Ромашкинского, Ново-Елховского, Елабужского, Бондюжского, Первомайского, Комаровского и Сабанчинского месторождений. Коллекторы представлены, в основном, песчаниками, алевролитами и заглинизированными песчаниками или их переслаиванием. Нефтенасыщенная толщина перфорированных пластов варьирует от 2 до 12 м.

Технологический эффект обеспечивается за счет 796 добывающих скважин. В среднем на одну добывающую скважину приходится 347 т дополнительно добытой нефти.

Около 22,8 % скважин обеспечивают 77 % накопленного технологического эффекта (136,7 тыс. т нефти). Нулевой эффект наблюдается в 18 % добывающих скважин. Отношение средних значений дополнительной добычи нефти по 22,8 % наиболее эффективных и 77,2 % оставшихся скважин равно 11,4. Это говорит о высокой степени неравномерности распределения накопленного технологического эффекта по добывающим скважинам.

Кроме того, более 90 % технологического эффекта достигается за счет 50 % добывающих скважин, которые обладают значениями дополнительной добычи нефти от 94 до 7059 т. При этом наиболее высокими значениями дополнительной добычи нефти (более 50 % от максимального значения) характеризуется 1 % добывающих скважин.

Неравномерное распределение технологического эффекта, состоящее в том, что 75–80 % добывающих скважин показывают низкую эффективность, обусловлено различной степенью выработанности запасов, тем, что с момента проведения воздействий на данных участках прошло разное количество времени, а также различной продуктивностью участков воздействия.

Одним из ключевых условий эффективного применения технологии является качественный выбор объекта. При выборе необходимо руководствоваться такими факторами, как наличие сформированной системы разработки, техническая исправность нагнетательных скважин, а также наличие гидродинамической связи между нагнетательной и реагирующими добывающими скважинами участка. По выбранным участкам проводится анализ геологической информации, текущего состояния разработки объекта воздействия, изучается история применения других методов увеличения нефтеотдачи на данном участке [4].

Динамика изменения добычи нефти и обводнённости в результате закачки по технологии МГС-К показана на примере участка нагнетательной скважины ***07 НГДУ «Джалильнефть» (рис. 1).

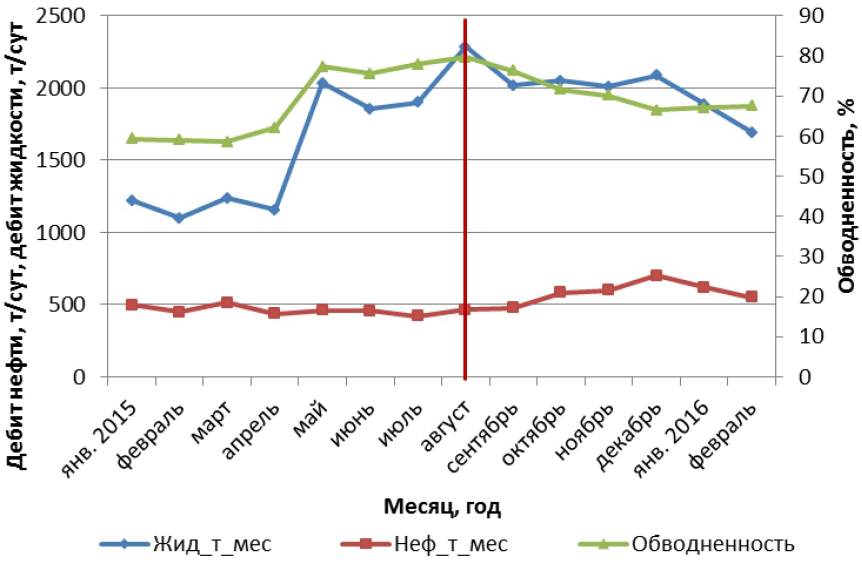

Рисунок 1 – Динамика изменения добычи нефти и обводнённости участка нагнетательной скважины ***07 НГДУ «Джалильнефть»

Закачка композиции МГС-К на участке нагнетательной скважины № ***07 НГДУ «Джалильнефть» Чишминской площади Ромашкинского месторождения производилась в августе 2015 г. Объектом эксплуатации залежи являются продуктивные отложения пласта $Д_0$ кыновского горизонта, сложенного песчаниками. Средняя нефтенасыщенная толщина по участку составляет 2 м, пористость – 17,9 %, проницаемость – 0,313 мкм^2, начальная нефтенасыщенность – 52,2 %.

В нагнетательную скважину № ***07 было закачано 700 м^3 композиции на основе полимера, сшивателя и ПАВ. В процессе закачки давление на устье возросло с 6,0 до 15,5 МПа, что косвенно подтверждает частичное блокирование высокопроницаемых участков и перераспределение потоков в пласте.

Как видно из рисунка, после закачки МГС-К происходило снижение обводнённости с 80 до 66 %, а добыча нефти увеличилась с 500 до 700 т/мес.

Подтверждением возможности перераспределения фильтрационных потоков за счет технологии МГС-К является изменение профилей приемистости в интервале перфорации нагнетательных скважин до и после закачки (рис. 2).

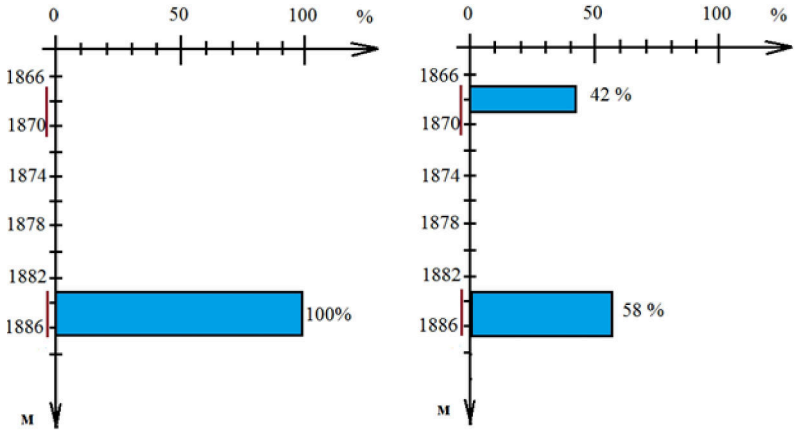

Рисунок 2 – Профиль приёмистости нагнетательной скважины № **94Д

Анализ опыта промышленного применения технологии МГС-К на месторождениях ПАО «Татнефть» имени В.Д. Шашина показывает, что выбранное направление по применению микрогелевых композиций является одним из эффективных способов ограничения поступления вод в высокопроницаемые зоны коллекторов и обеспечения более полного охвата продуктивного пласта вытеснением. Тем не менее, глубинные процессы и механизмы работы микрогелевых композиций в пластовых условиях нуждаются в дальнейших подробных исследованиях.

Литература:

1. М.Р. Хисаметдинов, Ш.К. Гаффаров, Е.И. Варламова, К.Р. Рафикова. Результаты применения технологии МГС-К для увеличения нефтеотдачи на месторождениях ПАО «Татнефть» // Сборник научных трудов ТатНИПИнефть / ПАО «Татнефть». – М. : ЗАО «Издательство «НЕФТЯНОЕ ХОЗЯЙСТВО», 2016. – Вып. 84. – С. 82–86.

2. Ш.К. Гаффаров, М.Р. Хисаметдинов, Е.И. Варламова. Разработка и результаты применения технологий закачки микрогелевых полимерных систем для увеличения нефтеизвлечения из терригенных пластов: материалы Международной науч.-практ. конф. «Проблемы повышения эффективности разработки нефтяных месторождений на поздней стадии». – Казань, 2013. – С. 178–181.

3. Ибатуллин Р.Р. О механизме увеличения нефтеизвлечения из терригенных пластов с помощью закачки микрогелевого полимерного состава с ПАВ / Р.Р. Ибатуллин, Ш.К. Гаффаров, М.Р. Хисаметдинов, Е.И. Варламова // Материалы IV Международного научного симпозиума «Теория и практика применения методов увеличения нефтеотдачи пластов». – М., 2013. – С. 24–29.

4. Муслимов Р.Х. Особенности разведки и разработки нефтяных месторождений в условиях рыночной экономики. – Казань : Изд-во «Фэн» Академии наук РТ, 2009. – 727 с.

References:

1. M.R. Hisametdinov, Sh.K. Gaffarov, E.I. Varlamova, K.R. Rafikova. Results of use of MGS-K technology for increase in oil recovery on fields of PJSC Tatneft // Collection of scientific works TATNIPI-of Oil / PJSC Tatneft. – M. : CJSC NEFTYANOYE HOZYAYSTVO Publishing House, 2016. – I. 84. – P. 82–86.

2. Sh.K. Gaffarov, M.R. Hisametdinov, E.I. Varlamova. Development and results of use of technologies of downloading microgel polymeric systems for increase in petroextraction from terrigenous layers: materials International academic and research conference «Problems of increase in efficiency of development of oil fields at a late stage». – Kazan, 2013. – P. 178–181.

3. Ibatullin R.R. About the mechanism of increase in petroextraction from terrigenous layers by means of downloading microgel polymeric structure about surfactant / R.R. Ibatullin, Sh.K. Gaffarov, M.R. Hisametdinov, E.I. Varlamova // Materials IV of the International scientific symposium «Theory and practice of application of methods of increase in oil recovery of layers». – M., 2013. – P. 24–29.

4. Muslimov R.H. Features of investigation and development of oil fields in the conditions of market economy. – Kazan : Fen publishing house of Academy of Sciences of RT, 2009. – 727 p.