



УДК 622.276

ВОЗМОЖНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ МИКРОБИОЛОГИЧЕСКОГО МЕТОДА ПОВЫШЕНИЯ НЕФТЕОТДАЧИ ПЛАСТОВ НА МЕСТОРОЖДЕНИЯХ, СОДЕРЖАЩИХ ВЫСОКОМИНЕРАЛИЗОВАННУЮ ВОДУ

FEASIBILITY OF MICROBIAL ENHANCED OIL RECOVERY IN THE HIGH SALINITY OIL RESERVOIRS

Рзаева Сабина Джангир

кандидат технических наук,
ведущий научный сотрудник отдела
проектирования воздействия на пласт и ПЗС,
SOCAR, НИПИ «Нефтегаз»
Rsabina73@mail.ru

Rzayeva Sabina Jahangir

Candidate of Technical Sciences,
Design of impacts on the reservoir
and wellbottom zone
Department Leading Researcher,
SOCAR, Oil Gas Scientific
Research Project Institute
Rsabina73@mail.ru

Аннотация. Микробиологические методы повышения нефтеотдачи малозатратны, технологичны и могут быть применены в залежах с трудноизвлекаемыми запасами нефти. Наряду с этим они позволяют решать вопросы создания безотходных технологий и улучшения экологической обстановки разрабатываемых месторождений. Предложенный же в статье способ позволяет расширить область применения методов микробиологического воздействия и дает возможность внедрять их в условиях месторождений с неблагоприятными для жизнедеятельности микроорганизмов физико-химическими параметрами.

Ключевые слова: микробиологическое воздействие, нефтеотдача, высокоминерализованная пластовая вода, молочная сывортка, оторочка буферной жидкости, коэффициент вытеснения.

Annotation. Microbial enhanced oil recovery (MEOR) is a low-cost, technological method, applied in hard-to-recover oil reserves. And with it, they enable solution of the issues relating development of waste-free technologies and improvement of the environmental situation in the exploited fields. The method proposed in the article provides a larger application range of MEOR as well as their introduction in deposits with physical and chemical parameters unfavorable for the life of microorganisms.

Keywords: microbiological impact, oil recovery, high-salinity reservoir water, whey, spacer fluid slug, displacement efficiency.

Одним из приоритетных направлений повышения нефтеотдачи пластов является метод микробиологического воздействия, обладающий большими потенциальными возможностями [1–3]. Идея использования жизнедеятельности микроорганизмов в целях увеличения добычи нефти была предложена еще в начале прошлого века. В последствие целенаправленные исследования в области применения микробиологических методов повышения нефтеотдачи пластов велись в двух направлениях. Работы, определяющие первое направление, были связаны с улучшением нефтесывортываемых свойств закачиваемой в пласт воды на основе использования продуктов, образующихся микроорганизмами на поверхности земли. Второе направление основано на использовании деятельности микроорганизмов непосредственно в пласте путем активации пластовой микрофлоры или закачки культур микроорганизмов с питательной средой.

Практика показала, что производство биополимеров и биоПАВ на поверхности в специальных биореакторах и затем улучшение с их помощью свойств закачиваемой в нефтяные пласты воды требует больших капиталовложений. Однако первое направление микробиологических методов повышения нефтеотдачи, связанное с получением продуктов метаболизма на поверхности земли обладает значительными преимуществами. Эти методы можно применять в условиях месторождений с высокой пластовой температурой и высокоминерализованными водами, которые являются не благоприятными факторами для протекания микробиологических процессов внутри пласта.

Следует отметить, что геолого-физические условия объектов, выбираемых под технологии микробиологического воздействия, основанные на жизнедеятельности микроорганизмов непосредственно в пласте, должны отвечать определенным требованиям, предъявляемым к температуре и давлению пласта, минерализации и составу пластовой воды, а также свойствам пород коллектора. Высокоминерализованные пластовые воды нефтяных месторождений препятствуют развитию микробиологических процессов. Поэтому минерализация вод в пласте не должна превышать 130 г/л, а содержание хлористого натрия – 5–10 %. Содержание SO_4 в пластовых и закачиваемых водах не должно превышать 80 мг/л с целью воспрепятствования развития сульфатредукции. Наиболее эффективно биотехнологии могут быть применены на месторождениях с достаточно высокой проницаемостью пластов – более 0,05 мкм² и при температуре пласта до 80 °С. Нефтяной пласт должен быть в достаточной степени промыт для достижения большой площади водонефтяного контакта [4].



Учитывая вышесказанное, перспективны поиски технологий, позволяющих применение мало затратных и эффективных микробиологических методов повышения нефтеотдачи на месторождениях с неблагоприятными для жизнедеятельности микроорганизмов геолого-физическими условиями.

Механизм микробиологического воздействия сложный и многоступенчатый. При использовании биотехнологий повышение нефтеотдачи определяется совокупностью целого ряда взаимосвязанных микробиологических и обусловленных ими физико-химических процессов. В процессе микробиологического воздействия на нефтяной пласт, как правило, образуются кислоты, спирты, эфиры, растворители, газы (CO₂, CH₄, H₂, N₂), биоПАВы и биополимеры [4]. Все указанные соединения, образующиеся непосредственно в различных зонах пласта, оказывают существенное воздействие на физико-химические свойства и реологию пластовых флюидов в системе нефть-вода-пористая среда. Трудно вычленить определяющий доминирующий механизм нефтевытеснения. Все вышеуказанные механизмы имеют место одновременно. Вероятно, высокая эффективность биотехнологий не есть функция какого-либо одного фактора, как это имеет место при использовании физико-химических методов воздействия, а определяется интегральным воздействием многих факторов.

Для повышения эффективности микробиологических методов воздействия на пласт и возможности применения их в пластах с неблагоприятными для жизнедеятельности микроорганизмов условиями, разработан новый микробиологический способ повышения нефтеотдачи пласта, в котором перед закачкой органического субстрата создается оторочка из буферной жидкости низкой солёности. В качестве органического субстрата используется композиция двух видов молочной сыворотки: сыворотка 1 и сыворотка 2, представляющих собой отходы пищевой промышленности [5]. Молочную сыворотку получают несколько видов в зависимости от вырабатываемого продукта: подсырная, творожная, казеиновая. Различия между приведенными выше видами сыворотки заключается в составе и физико-химических показателях. Молочная сыворотка характеризуется высоким содержанием биогенных органических и неорганических соединений и наличием в ней остаточной микрофлоры молока и молочных продуктов, которые наряду с пластовыми микроорганизмами могут принимать участие в процессах ферментации.

С целью установления целесообразности использования композиции в качестве микробиологического агента для нефтевытеснения был осуществлен комплекс экспериментальных исследований. В результате изучения влияния процесса ферментации предложенных биореагентов на физико-химические свойства нефти и водной среды установлено, что во всех опытах снижаются pH среды, межфазное натяжение на границе нефть-вода, вязкость нефти, в то время как вязкость воды увеличивается. В процессе ферментации изменяются и реологические свойства композиции, она приобретает вязкопластичные свойства, что способствует выравниванию фронта и увеличению охвата пласта воздействием.

Для изучения влияния закачанных реагентов на коэффициент вытеснения остаточной нефти из обводненных пластов проводились сравнительные экспериментальные исследования на линейных моделях пласта. На рисунке 1 показана зависимость коэффициента нефтевытеснения от объема закачанного агента для предложенной технологии (кривая 1) и известного способа микробиологического воздействия, заключающегося в закачке в пласт творожной молочной сыворотки (кривая 2) [6].

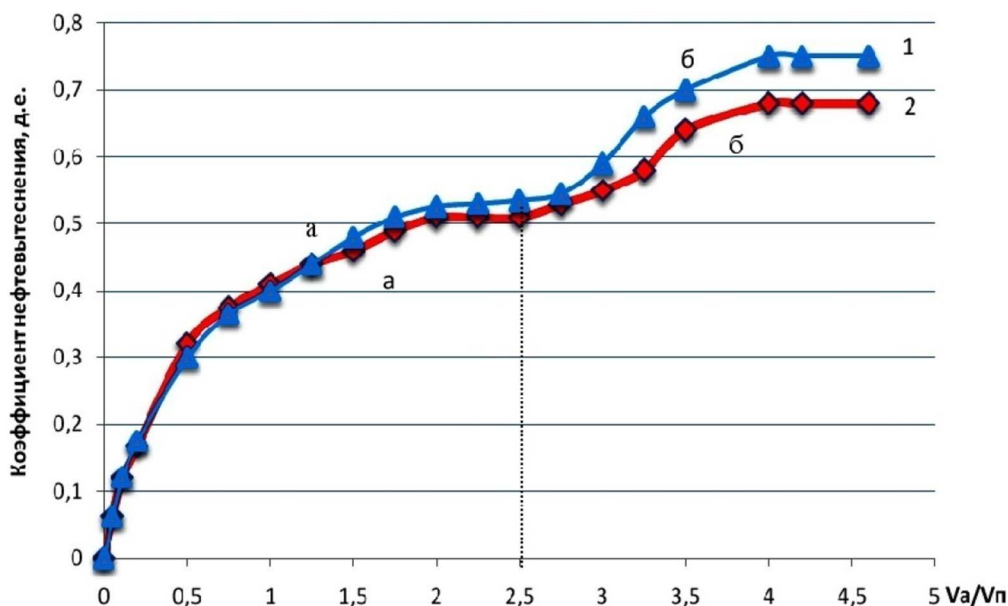


Рисунок 1 – Зависимость коэффициента вытеснения нефти от объема закачанного рабочего агента при закачке композиции предложенных биореагентов (кривая 1); при закачке творожной молочной сыворотки (кривая 2) ; а) вытеснение нефти водой; б) вытеснение остаточной нефти водой после закачки реагентов



Таким образом, для повышения нефтеотдачи пласта, содержащего высокоминерализованную воду, разработан усовершенствованный микробиологический способ воздействия, в котором в пласт необходимо закачать 10–15 %-ный раствор сыворотки 1 и сыворотки 2 в соотношении 75 : 25 % масс. в буферной жидкости низкой минерализации с предварительным созданием оторочки буферной жидкости низкой солености в объеме 30 % от объема пор. При этом коэффициент вытеснения нефти составит 74 % [5].

Выводы

Методы микробиологического воздействия на пласты, обладающие большими потенциальными возможностями, являются приоритетным направлением повышения нефтеотдачи пластов.

Необходим поиск и разработка технологий, позволяющих применение малозатратных и эффективных микробиологических методов повышения нефтеотдачи на месторождениях с неблагоприятными для жизнедеятельности микроорганизмов геолого-физическими условиями.

Разработан способ микробиологического воздействия для месторождений, содержащих высокоминерализованную воду, включающий закачку в пласт оторочки буферной жидкости низкой минерализации с последующим введением композиции биореагентов.

Литература:

1. Биометоды увеличения нефтеотдачи / Н.А. Еремин [и др.]. – М. : РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина, 2003. – 125 с.
2. Marte Sveistrup, Frank van Mastrigt, Jens Norrman, Francesco Picchioni, Kristofer Paso. Viability of Biopolymers for Enhanced Oil Recovery Journal of Dispersion Science and Technology. – 2016. – V. 37. – Issue 8. – P. 1160–1169.
3. New Microbial Method Show Promise in EOR / G.G. Havemann, B.G. Clement, K.M. Kozicki, T. Meling, J. Beeder, E. Sunde // JPT. – 2015. – March. – P. 32–35.
4. Исмаилов Н.М., Рзаева Ф.М. Биотехнология нефтедобычи. Принципы и применение. – Баку : Элм, 1998. – 200 с.
5. URL : https://worldwide.espacenet.com/publicationDetails/originalDocument?CC=EA&NR=201700267A1&KC=A1&FT=D&ND=3&date=20180928&DB=EPODOC&locale=en_EP
6. А.с. СССР № 1652337, Е 21 В 43/22, 1991.

References:

1. Biomethods of oil recovery enhancement / N.A. Eremin [et al.]. – М. : Gubkin Russian State University of Oil and Gas, 2003. – 125 p.
2. Marte Sveistrup, Frank van Mastrigt, Jens Norrman, Francesco Picchioni, Kristofer Paso. Viability of Biopolymers for Enhanced Oil Recovery Journal of Dispersion Science and Technology. – 2016. – V. 37. – Issue 8. – P. 1160–1169.
3. New Microbial Method Show Promise in EOR / G.G. Havemann, B.G. Clement, K.M. Kozicki, T. Meling, J. Beeder, E. Sunde // JPT. – 2015. – March. – P. 32–35.
4. Ismailov N.M., Rzaeva F.M. Oil production biotechnology. Principles and application. – Baku : Elm, 1998. – 200 с.
5. URL : https://worldwide.espacenet.com/publicationDetails/originalDocument?CC=EA&NR=201700267A1&KC=A1&FT=D&ND=3&date=20180928&DB=EPODOC&locale=en_EP
6. A.S. CF. NO. 1652337, E 21 IN 43/22, 1991.