



УДК 622.276

ПРИМЕНЕНИЕ ГАЗИРОВАННЫХ БИОСИСТЕМ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ НЕФТЕОТДАЧИ ПЛАСТА

APPLICATION OF GASIFIED BIOSYSTEMS FOR ENHANCED OIL RECOVERY

Рзаева Сабина Джахангир кызы

кандидат технических наук, доцент,
ведущий научный сотрудник отдела
проектирования воздействия на пласт и ПЗС,
SOCAR, НИПИ «Нефтегаз»
rsabina73@mail.ru

Ахмедова Ульвия Тахир кызы

инженер-технолог,
SOCAR, Downstream Management LLC
u.ismayilova@gmail.com

Аннотация. В результате применения микробиологического метода воздействия в пласте образуются нефтевытесняющие агенты, а также генерируется значительное количество газов. Газированные системы в предпереходном фазовом состоянии (ППФС) обладают лучшими нефтевытесняющими свойствами, чем негазированные системы. Эффект проскальзывания определяет поведение газированных жидкостей в ППФС в пластовых условиях. При этом проскальзывание проявляется тем заметнее, чем меньше средний радиус порового канала. Поэтому, в неоднородной пористой среде профиль фильтрации газированных жидкостей в ППФС должен быть более равномерным, чем для дегазированной жидкости. На основе экспериментальных исследований показана эффективность вытеснения газированными биосистемами по сравнению с дегазированными, выявлена возможность эффективного применения газированных гибридных биополимерных систем.

Ключевые слова: газированные биосистемы, микробиологический метод, предпереходное фазовое состояние, эффект проскальзывания, нефтеотдача.

Rzayeva Sabina Jahangir

PhD, Associate Professor,
Design of Impacts on the Reservoir and
Wellbottom Zone Department Leading
Researcher,
SOCAR, Oil Gas Scientific Research
Project Institute
rsabina73@mail.ru

Ahmadova Ulviyya Tahir

Process-Engineer,
SOCAR Downstream Management LLC
u.ismayilova@gmail.com

Annotation. The injection of bioreagents into a reservoir results in the creation of oil-displacing agents along with significant amount of gases. Gasified systems in the subcritical phase have better oil-displacing properties than non-gasified systems. The slippage effect determines the behavior of gas-liquid systems in the SR under reservoir conditions. Slippage occurs more easily when the pore channel has a smaller average radius. Therefore, in a heterogeneous porous medium, the filtration profile of gasified liquids in the SR should be more uniform than for a degassed liquid. Based on experimental studies, the superior efficiency of oil displacement by gasified biosystems compared with degassed ones has been demonstrated. The possibility of efficient use of gasified hybrid biopolymer systems has been shown.

Keywords: self-gasified biosystems, microbial method, subcritical region, slippage effect, enhanced oil recovery.

К настоящему времени разработаны и внедряются различные модификации биотехнологий, основанные на введении в пласт источников микроорганизмов и органических питательных веществ для их жизнедеятельности. В результате этого в пласте вырабатываются нефтевытесняющие агенты и газы биогенного происхождения [1, 2].

Известно, что фазовым превращениям предшествует образование и формирование докритических зародышей новой фазы. При этом свойства газированных биосистем в предпереходном фазовом состоянии (ППФС) существенно изменяются. В работе [3] показано, что эффект проскальзывания определяет поведение газированных жидкостей в ППФС в пластовых условиях. При этом проскальзывание проявляется тем заметнее, чем меньше средний радиус порового канала.

Применение биосистем в ППФС повышает эффективность микробиологического воздействия. В связи с этим необходимо определить, при каких условиях биореагенты в пластовых условиях будут находиться в ППФС.

В лабораторных условиях проводились исследования по изучению интенсивности газогенерации на аппарате Зонгена. На рисунке 1 показана динамика газообразования для биосистем, состоящих из молочной сыворотки (МС) и активного ила (АИ), а также мелассы (М) и АИ.

В лабораторных условиях определен состав выделившегося биогаза. В процессе ферментации осредненный состав выделившегося газа следующий: CO_2 – 60 %, N_2 – 22 %, CH_4 – 14 %, H_2 – 4 %.

Растворимость газовой смеси в жидкости рассчитывают с использованием закона Генри [4].

Установлено, что ППФС в газированных жидкостях возникает в диапазоне давлений в 1,1–2,0 раза превышающем давление насыщения [5].

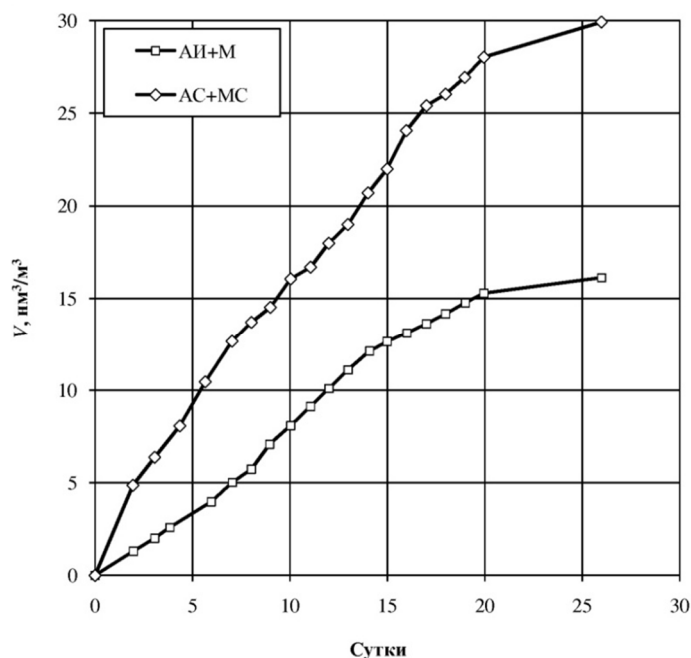


Рисунок 1 – Динамика процесса газообразования в биосистемах при нормальных условиях

Следует отметить, что длительный процесс выделения газа из биосистем позволяет сформировать ППФС не вблизи призабойной зоны, а в глубине пласта, что способствует лучшему выравниванию профиля фильтрации и увеличению коэффициента вытеснения.

Для повышения эффективности вытеснения можно добавлять в воду ПАВ и полимеры, что позволит создать гибридные биополимерные системы. Добавка к биосистеме электролитов уменьшит растворимость смеси газов, и однофазный раствор можно будет получить при меньших объемах выделившихся газов. При необходимости можно увеличить количество выделившегося газа добавкой в систему газовыделяющих агентов. Это позволит применять биосистемы при более высоких пластовых давлениях.

Проводились экспериментальные исследования на лабораторной установке, включающей линейную модель пласта. Вытеснение модели нефти осуществляли следующими биосистемами: дегазированной биосистемой, газированной биосистемой, дегазированной биополимерной системой, газированной биополимерной системой. Результаты экспериментов показаны на рисунке 2.

Сопоставляя результаты экспериментов, можно отметить заметное повышение безводного и конечного коэффициентов вытеснения (соответственно на 10 и 14 %) при применении газированной биосистемы по сравнению с дегазированной. Вместе с тем наблюдается существенное сокращение объема прокачиваемой биосистемы в ППФС до полного обводнения продукции.

Во второй серии экспериментов вытеснение осуществлялось биополимерными системами (при псевдопластичной реологии). Как видно из рисунка 2, в данном случае эффективность вытеснения значительно выше, чем в первой серии. При применении газированной биополимерной системы наблюдается увеличение безводного и конечного коэффициентов вытеснения на 13 и 17 % по сравнению с дегазированной биополимерной системой, на 20 и 30 % по сравнению с газированной биосистемой, на 25 и 44 % по сравнению с дегазированной биосистемой при существенном сокращении относительного порового объема прокачки.

Вместе с тем, увеличение концентрации ПАА не приводит к увеличению эффективности вытеснения по сравнению с газированными полимерными растворами. Это объясняется тем, что в процессе вытеснения газированным биополимерным раствором имеют место два процесса – с увеличением концентрации ПАА вязкость вытеснителя повышается, а эффект проскальзывания снижается, т.к. увеличивается смачиваемость пористой среды. При использовании газированных полимерных растворов существенно сокращается расход дорогостоящего полимера. Действительно, эффективность вытеснения биосистемы после выдержки с добавкой ПАА в концентрации 0,02 % равна эффективности вытеснения водного раствора ПАА в концентрации 0,03 % (см. рис. 2, кривая 4).

Таким образом, показана возможность применения газированных биосистем в ППФС. На основе экспериментальных исследований показана эффективность вытеснения газированными биосистемами по сравнению с дегазированными. Показана возможность эффективного применения газированных гибридных биополимерных систем.

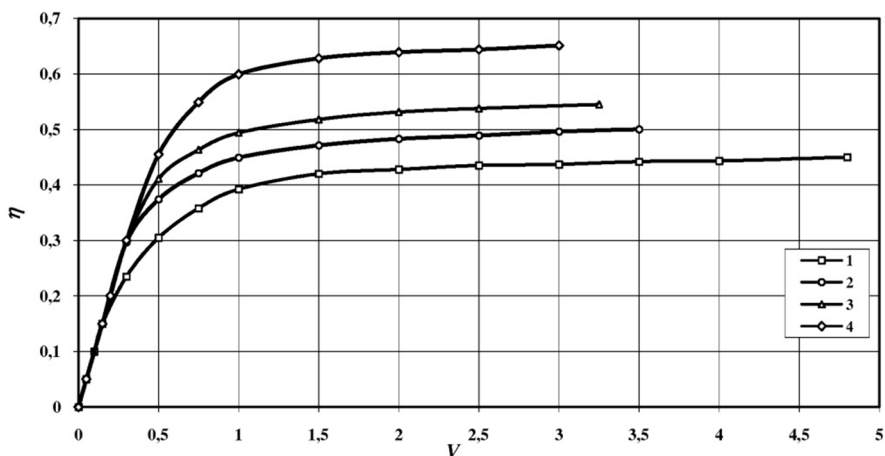


Рисунок 2 – Зависимость коэффициента вытеснения (η) от относительного порового объема прокачки (V):
 1 – дегазированная биосистема; 2 – газированная биосистема; 3 – дегазированная биополимерная система;
 4 – газированная биополимерная система и 0,03 %-ный раствор ПАА

Литература:

1. Suleimanov B.A., Rzayeva S.J., Akhmedova U.T. Self-gasified biosystems for enhanced oil recovery International journal of modern physics. – Vol. 35. – № 27. – URL : <https://www.worldscientific.com/doi/epdf/10.1142/S021797922150274X>
2. Suleimanov B.A., Rzayeva S.J., Keldibayeva S.S. A new MEOR method for oil formations containing highly mineralized water // Petroleum Science and Technology, 2019.
3. Сулейманов Б.А. Особенности фильтрации гетерогенных систем. – М. ; Ижевск : ИКИ, 2006. – 356 с.
4. Намиот А.Ю. Растворимость газов в воде: справочное пособие. – М. :Недра, 1991. – 167 с.
5. Мирзаджанзаде А.Х., Аметов И.М., Богопольский А.О. Способ разработки нефтяной залежи. А.С. 01822219. – 1993.

References:

1. Suleimanov B.A., Rzayeva S.J., Akhmedova U.T. Self-gasified biosystems for enhanced oil recovery International journal of modern physics. – Vol. 35. – № 27. – URL : <https://www.worldscientific.com/doi/epdf/10.1142/S021797922150274X>
2. Suleimanov B.A., Rzayeva S.J., Keldibayeva S.S. A new MEOR method for oil formations containing highly mineralized water // Petroleum Science and Technology, 2019.
3. Suleimanov B.A. Features of filtration of heterogeneous systems. – M. ; Izhevsk : IKI, 2006. – 356 p.
4. Namiot A.Yu. Solubility of gases in water: Reference manual. – M. : Nedra, 1991. – 167 p.
5. Mirzadzhanzade A.Kh., Ametov I.M., Bogopol'skij A.O. Method for development of oil deposit. SU 01822219. – 1993.