

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРОДУКТОВ БГУ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ НЕФТЕОТДАЧИ

Фаткуллина А.С.¹, Садчиков А.В.¹

¹ФГБОУ ВПО «Оренбургский государственный университет», Оренбург, Россия (460018, Оренбург, просп. Победы, 13), e-mail: ya-albin@mail.ru

Проведен анализ существующих методов добычи малодоступной нефти из забоя скважины. Были рассмотрены: тепловые, газовые, химические, гидродинамические, комбинированные, физические и микробиологические методы увеличения нефтеотдачи. Микробиологические методы предусматривают использование метаболитов или непосредственное развитие бактерий в пласте. Процесс микробиологического воздействия осуществляется в два этапа. На первом этапе закачиваются аэробные бактерии, в результате чего появляются низкомолекулярные органические кислоты, спирты и углекислый газ. На втором этапе закачивается вода, активирующая анаэробные бактерии. В результате давление возрастает, что повышает коэффициент извлечения нефти (КИН). Существует множество препаратов, повышающих КИН, но мы предлагаем использование эфлюента, продукта органической переработки отходов в биогазовой установке (БГУ). Эфлюент содержит необходимые компоненты окисляющей микрофлоры, имеет высокую микробиологическую активность, обладает низкой себестоимостью и долгое время сохраняет свои свойства. Применение эфлюента в данной области позволит увеличить КИН и повысить рентабельность работы БГУ.

Ключевые слова: эфлюент, коэффициент извлечения нефти (КИН), биогазовая установка (БГУ).

USE OF BIOGAS INSTALLATION PRODUCTS FOR OIL RECOVERY

Fatkullina A.S.¹, Sadchikov A.V.¹

¹Federal State Budget Educational Institution of Higher Education «Orenburg State University», Orenburg, Russia (460018, Orenburg, Prospect Pobedy, 13), e-mail: ya-albin@mail.ru

The analysis of existing methods of production of inaccessible oil from the borehole was held. Thermal, gas, chemical, hydrodynamic, combined, physical and microbiological methods of enhanced oil recovery were considered. Microbiological methods involve the use of metabolites or growth of bacteria directly in the reservoir. The process of microbiological impact is carried out in two stages. In the first stage the aerobic bacteria are injected, as a result low molecular organic acids, alcohols and carbon dioxide are appears. In the second stage water is pumped and it activates anaerobic bacteria. As a result the pressure increases and it increases the oil recovery factor (ORF). There are many drugs increasing ORF, but we suggest the use of effluent – the product of organic recycling of waste in biogas installation. The effluent contains the necessary components of an oxidizing microflora, has a high microbiological activity, has low cost and keeps for a long time its properties. The use of the effluent in this area will let to increase ORF and profitability of biogas installation.

Keywords: effluent, oil recovery factor (ORF), biogas installation (BI).

Подъем нефти от забоя скважины на поверхность составляет основное содержание процесса эксплуатации скважин. Сначала этот процесс происходит за счет природной энергии – этот метод добычи нефти называется фонтанирование. Нефтяная залежь сверху испытывает давление газовой шапки, а снизу – грунтовых вод. Поэтому, когда бурится скважина, нефть бьет фонтаном. В период последующей эксплуатации пластовое давление снижается, фонтан иссякает и процесс осуществляется за счет вводимой в скважину энергии с поверхности, например, газлифт или глубинные насосы. Однако давление продолжает падать и используются вторичные. Бурятся новые скважины или используются старые, в которые закачивают воду под давлением. И водный «поршень» вновь начинает поднимать нефть. Когда водный «поршень» перестает себя оправдывать, компании сворачивают

работы на данном месторождении. При этом в нефтяных пластах остается еще немало сырья. Добыть драгоценное сырье можно третичными методами, использующими вещества с большими вытесняющими способностями. После добычи доступной нефти скважину, как правило, консервируют [4].

Когда более половины запасов из пласта уже отобрано, извлечение оставшихся запасов требует значительно больших усилий. Характеристика залежей нефти становится менее благоприятной, то есть уменьшается давление в пласте, возрастает удельный вес залежей с высокой вязкостью нефти, повышается поверхностное натяжение сырья. Таким образом, на старых залежах возрастает доля трудно извлекаемых запасов нефти. Следовательно, основной задачей повышения нефтеотдачи является увеличение давления в пласте и уменьшения вязкости нефти.

Таким образом, чтобы добыть малодоступные залежи необходимо повысить нефтеотдачу. Основные методы увеличения нефтеотдачи пластов, представлены в Таблице 1:

Таблица 1 – Методы повышения нефтеотдачи

Название метода	Примеры	Удельные затраты
Тепловые методы	паротепловое воздействие на пласт, внутрипластовое горение, вытеснение нефти горячей водой, пароциклические обработки скважин	\$30-100/т
Газовые методы	закачка воздуха в пласт, воздействие на пласт углеводородным газом, воздействие на пласт двуокисью углерода, воздействие на пласт азотом, дымовыми газами и др.	\$30-155/т
Химические методы	вытеснение нефти водными растворами ПАВ, вытеснение нефти растворами полимеров, вытеснение нефти щелочными растворами, вытеснение нефти кислотами, вытеснение нефти композициями химических реагентов	\$30-120/т
Гидродинамические методы	интегрированные технологии, вовлечение в разработку недренируемых запасов, барьерное заводнение на газонефтяных залежах, нестационарное (циклическое) заводнение, форсированный отбор жидкости, ступенчато-термальное заводнение	\$40-110/т
Комбинированные методы	принцип воздействия, при котором сочетаются гидродинамический и тепловой методы, гидродинамический и физико-химический методы, тепловой и физико-химический методы и так далее	\$40-160/т
Физические методы	гидроразрыв пласта, горизонтальные скважины, электромагнитное воздействие, волновое воздействие на пласт	\$20-100/т
Микробиологические методы	введение в пласт продуктов жизнедеятельности бактерий или их производство бактериями в самом пласте	\$6-10/т

Микробиологическое воздействие является третичным методом повышения нефтеотдачи пластов (ПНП). Технология основывается на механизме, аналогичном процессу образования сероводорода из сульфатов под воздействием микроорганизмов. С той лишь разницей, что на выходе нужно получить не сероводород, а соединения, способствующие вытеснению нефти из пласта.

Все микробиологические методы воздействия на нефтяные пласты можно разделить на две основные группы. К первой относят технологии, в которых используются продукты жизнедеятельности микроорганизмов – метаболиты, полученные на поверхности земли в промышленных установках-ферментерах. Эти методы близки к химическим. Улучшение нефтевытесняющих свойств закачиваемой воды происходит в данном случае за счет таких соединений как биоПАВ, биополимеры, эмульгаторы [2].

Вторая группа предусматривает развитие микробиологических процессов с целью получения метаболитов непосредственно в пласте. В этом случае образование нефтевытесняющих агентов в результате микробиологической деятельности происходит непосредственно в пласте за счет дополнительного внесения в пласт микроорганизмов и питательных веществ – мелассы, молочной сыворотки и других отходов пищевой или химической промышленности [2].

Процесс микробиологического воздействия осуществляется в два этапа. Как показано на рисунке 1. На первом этапе в скважину вместе с водой закачивается кислород в виде водно-воздушной смеси и минеральные соли азота и фосфора. Они активируют нефтяную микрофлору: бактерий становится больше, и они более работоспособными. Попадающие с водой и воздухом в пласт аэробные (живущие при наличии кислорода) бактерии окисляют углеводороды, в результате чего появляются низкомолекулярные органические кислоты (уксусная, пропионовая и масляная), спирты (метанол и этанол) и углекислый газ, которые повышают давление в пласте.

Затем снова закачивается вода, уже без кислорода, чтобы доставить образовавшиеся продукты к другим бактериям – анаэробным (живущим без кислорода). Анаэробные бактерии преобразовывают продукты окисления нефти в метан и углекислоту, после чего давление нефти резко возрастает.

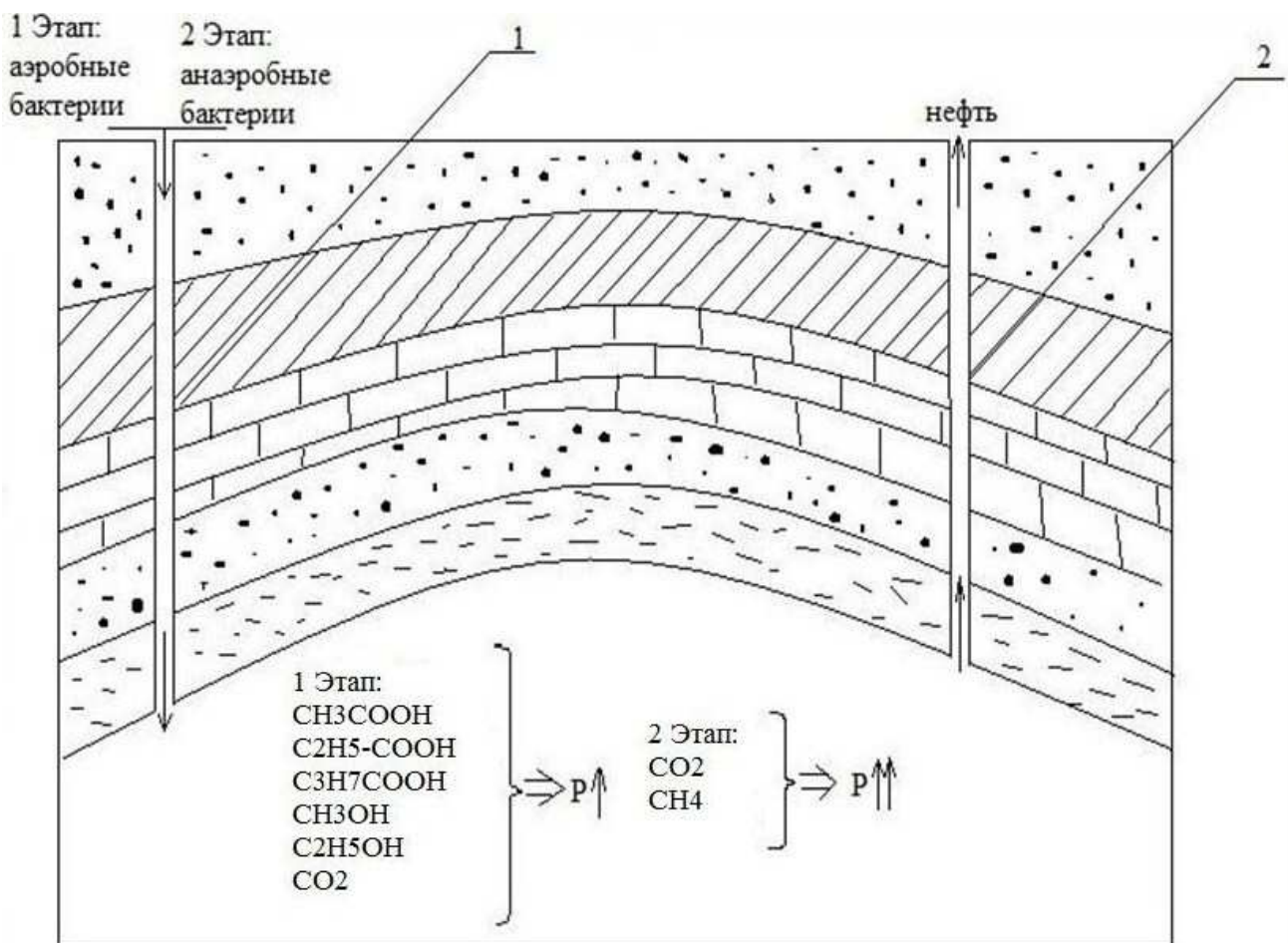


Рисунок 1 – Процесс микробиологического воздействия

1– нагнетательная скважина; 2 – добывающая скважина.

Метан при этом действует как газ и снижает вязкость нефти, одновременно повышая локальное давление в пласте. Углекислота также снижает вязкость нефти, но, кроме того, еще и растворяет карбонатные породы. Таким образом, значительно улучшаются нефтewытесняющие свойства пласта [5].

Существует множество аппаратов для измерения активности бактерий, в частности для определения биологического окисления углеводородов. Наиболее простой вид аппарата – аппарат Зонгена, представленный на рисунке 2, состоит из двух сосудов, соединенных трубкой, через которую может проходить среда. Один сосуд служит инкубационной камерой и газовым резервуаром, а другой – приемником для питательной среды, поступающей в него по мере образования газа или выходящей из него по мере использования газа.

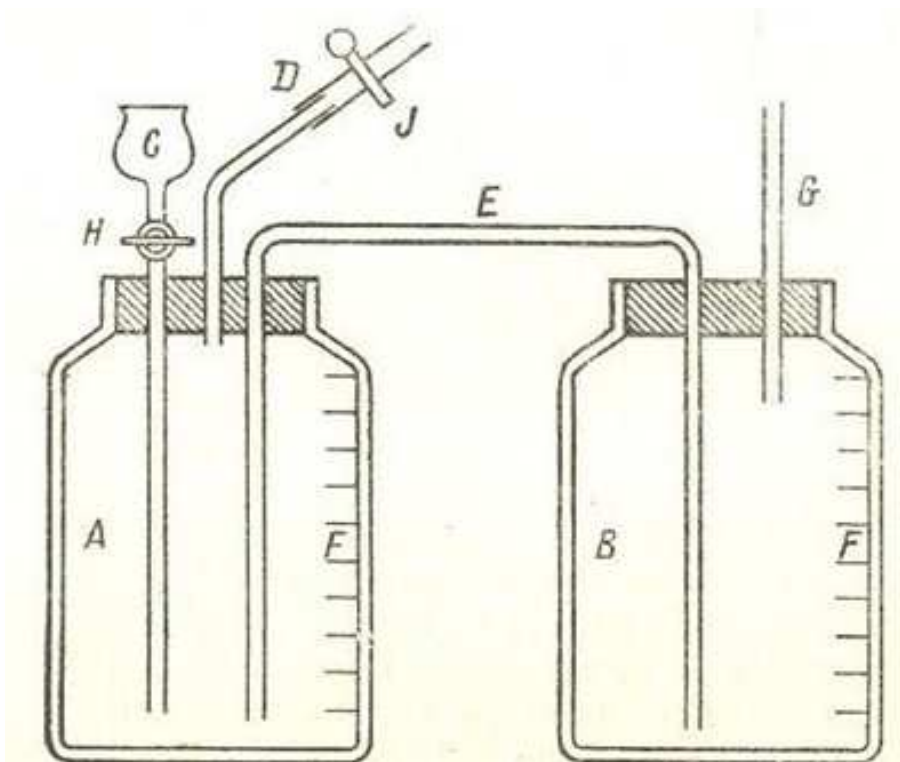


Рисунок 2 – Модифицированный аппарат Зонгена с любыми удобными калиброванными сосудами.

Сосуд А наполняется средой, посевом и углеводородом, а сосуд В является резервуаром, в который среда замещается по мере образования газа или же из которого среда уходит по мере усвоения газа. Образующийся газ может измеряться при помощи шкалы F, а пробы для анализа берутся через трубку D. Пробы среды для анализа или определения бактерий берутся через C. Это наиболее простой аппарат для изучения окисления углеводорода и самый старый, но возможно наиболее эффективный, простой конструкции и портативный.

Количество образующейся углекислоты колеблется в зависимости от конечных продуктов реакции и может изменяться даже в ходе реакции [1].

В России имеются значительные ресурсы высоковязких нефтей, которые вследствие незначительной их выработки представляют собой фактически неиспользованные энергетические ресурсы, разработка их требует применения нетрадиционных методов воздействия на пласт. Микробиологические технологии все больше признаются в мире как экономичные и экологически надежные. В последние годы стали появляться работы о положительных результатах лабораторных исследованиях по воздействию на высоковязкую нефть с применением микроорганизмов.

Микробиологический МУН используются в России и за рубежом, а именно в Татарстане за 5 лет с 1 участка на Бондюжском месторождении добыто 47 тыс. тонн нефти (30% от общей добычи нефти), Быстринское, Солкинское месторождения за 1 этап ОПР –

дополнительно 10,5 и 5, 8 тыс. тонн нефти. Еще более активно и успешно данные методы применяются в Китае и в Иране [5]. М. Иванов, из института микробиологии РАН сетовал: «Честно говоря, я не понимаю, почему наш метод интересен китайским и иранским нефтяникам, но не интересен российским. Ведь он позволяет получить дополнительную нефть себестоимостью 5-10 долларов за тонну, тогда как при других третичных методах себестоимость равна 40-60 долларам» [3].

Существующие технологии предлагают использование микробиологических препаратов в различных формах, таких как: порошки (гидрофибный порошок), суспензии ("Thiobacillusdenitrificans", "Thiobacillusaquaesulis", "Thishacrapantotropha"), растворы (мицеллярный, кислотный). Способы внесения данных препаратов требуют дополнительных мероприятий, в частности, разбавление до необходимой влажности, добавление микроэлементов, в некоторых случаях подогрев и так далее. Все это снижает их микробиологическую активность и, как следствие, эффективность МУН. С другой стороны, эффлюент является продуктом органической переработки отходов в БГУ, вполне подходит для повышения КИН, так как содержит все компоненты окисляющей микрофлоры использованной в МУН. По сравнению с вышеперечисленными препаратами эффлюент имеет следующие преимущества:

- низкая себестоимость;
- высокая микробиологическая активность (например, при закачке бактерии эффлюента активны на 100%, в то время как бактерии разведенного порошка теряют свою активность до 30%);
- наличие питательных веществ для микроорганизмов;
- способность сохранять свои полезные свойства длительное время: от 2 недель до 2 месяцев.

Таким образом, перспективным направлением в МУН является применение эффлюента. Это позволит повысить как эффективность самих МУН, так и рентабельность работы БГУ.

Список литературы

1. Бирштехер Э. Нефтяная микробиология – 1957.
2. Зайцева М. Микробиологические МУН. Актуальность их применения на месторождениях Филиала «Муравленковскнефть» // Статья Газпром нефть – С.30.
3. Костина Г. Бактерии качают нефть // Энергетика и промышленность России.
4. Маскет М. Физические основы технологии добычи нефти. – 2003.
5. Обзор современных методов повышения нефтеотдачи пласта // НИК Петрос. – 2010.
URL: <http://petros.ru/worldmarketoil/?action=show&id=267>.

Рецензенты:

Барышева Е.С., д.м.н., доцент, зав. кафедрой биохимии и молекулярной биологии ФГБОУ ВПО ОГУ, г.Оренбург.

Дерябин Д.Г., д.м.н., профессор, зав. кафедрой микробиологии ФГБОУ ВПО ОГУ, г.Оренбург.