622.276.66

Баймаханов Г.А., Кайдаров А.М.
НАО Казахский национальный исследовательский технический университет имени К.И. Сатпаева, Алматы, Казахстан

ПРИМЕНЕНИЕ МИКРООРГАНИЗМОВ ДЛЯ УВЕЛЕЧЕНИЯ НЕФТЕОТДАЧИ

Аннотация: В настоящей статье собрана информация о последних достижениях в области увелечение нефтеотдачи микроорганозмами (MEOR), объясняется принцип действия микроорганизмов. В статье также представлена информация о конкретном использовании микроорганизмов на месторождениях в виде графиков и цифр.

Ключевые слова: увелечение нефтеотдачи микроорганозмами, микроорганизмы, бактерии, нефтеотдача, технология AERO

За 20 лет добыча нефти в Казахстане выросла более чем втрое, в том числе за последние 10 лет - почти в 2,3 раза. Красноречивая иллюстрация достижений страны, вставшей в 1991 году на путь независимого развития. Нефтегазовая отрасль Казахстана обеспечивает порядка четверти ВВП страны и около двух третей государственного бюджета /1/.

Хоть мы и гордимся богатыми запасами углеводородов, существует ряд проблем по ее извлечению. Именно поэтому из 200 известных месторождении добычу осуществляют только в 80. Остальные месторождения характеризуются низкой проницаемостью, повышенной вязкостью нефти и сложным геологическим строением, то есть их запасы относятся к категории трудно извлекаемых. Большая часть казахстанских нефтяных месторождений, за исключением крупных проектов, уже прошли пик добычи, являются зрелыми с низким уровнем добычи. Так же стоит отметить, что коэффициент излечения нефти в Казахстане достаточно мал и колеблется в пределах 30-35 процентов. То есть проблемой Казахстана, да и всех нефтедобывающих стран, является не отсутствие запасов, а трудность их извлечения на поверхность. Поэтому необходимо уделить внимание на третичные способы разработки месторождении. Одним из таких способов является использование микроорганизмов, который обладает огромным потенциалом (повышение нефтеотдачи до 15%). Несмотря на то, что нефтяная микробиология как область науки образовалась 80 лет назад, сведения о микрофлоре нефтяного пласта до сих пор остаются фрагментарными. Общеизвестно, что нефтяные месторождения населяют ферментативные сульфат-, серо- и железовосстанавливающие бактерии, а также ацетат- и метанпродуцирующие бактерии /2/. Так же по прогнозом ученых на сегодняшний день из всех микроорганизмов открыто только 1 %.

Микробиологические методы увеличения нефтеотдачи используют такие компании, как Titan Oil Recovery Inc., Glori Energy совместно с Statoil, Total, Du Pont совместно с BP, Chevron. Из российских компаний наиболее активно применяет микробиологические методы ОАО «Татнефть». При этом география применения данных методов увеличения нефтеотдачи обширна: США, Канада, Бразилия, Болгария, Азербайджан, Румыния, Германия, Россия и др. Также в Восточной Азии были зарегистрированы опытно-промышленные испытания в Китае, Малайзии, Индии и Индонезии по рисунку 1.

Бактерии работают следующим образом: попадая в пласт они переносятся с водой и группируются в пористых зонах, на границе сред нефть/порода и нефть/вода; бактерии перерабатывают очень незначительное количество нефти и вырабатывают органические биохимикаты, такие как растворители, биоПАВ, слабые кислоты, спирты, углекислый газ. Благодаря этому понижается вязкость нефти, уменьшается сила поверхностного натяжения в средах нефть/порода и нефть/вода, а также восстанавливается проницаемость вследствие удаления парафина и закупоривающих масс у входа в пористые зоны. Бактерии размножаясь, увеличивают эффект, что в конечном итоге приводит к тому, что ранее неподвижная и неизвлекаемая нефть становится подвижной, она выносится к продуктивным скважинам, что приводит к увеличению добычи.

Технология активации пластовых микроорганизмов заключается в периодичной закачке неорганической питательной среды и культуры микрофлоры в нефтяные коллекторы, что стимулирует увеличение количества некоторых видов микробов в пласте, главным образом нефтеокисляющих бактерий. В качестве примера можно рассмотреть проект Glori Energy по технологии AERO в Канаде /3/. В марте 2013 г. была произведена закачка по технологии микробиологического воздействия AERO в Канаде на месторождении в южной Альберте. Продуктивная зона относится к меловым отложениям маннвильского комплекса и залегает на глубине 232-246 м ниже уровня моря. Средняя толщина продуктивного пласта составляет 3,88 м. Согласно данным исследований кернов этого месторождения пористость в среднем составляет 23 %, а проницаемость – 1,382 мД. Залежь вскрыта тремя действующими нагнетательными скважинами и шестью добывающими. В начале проекта дебит нефти снижался на 34 % в год. По прошествии 31 недели, несмотря на то, что одна из добывающих скважин была закрыта по технологическим причинам, начался рост дебита нефти приведены на рисунке 2 и на рисунке 3 технологии внедрения микроорганизмов /4/.

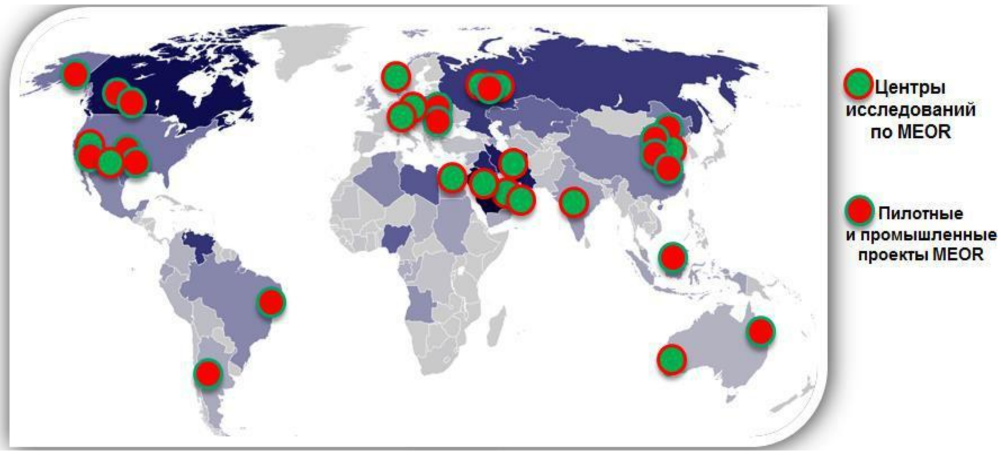

Рисунок 1 - География применения микробиологических методов

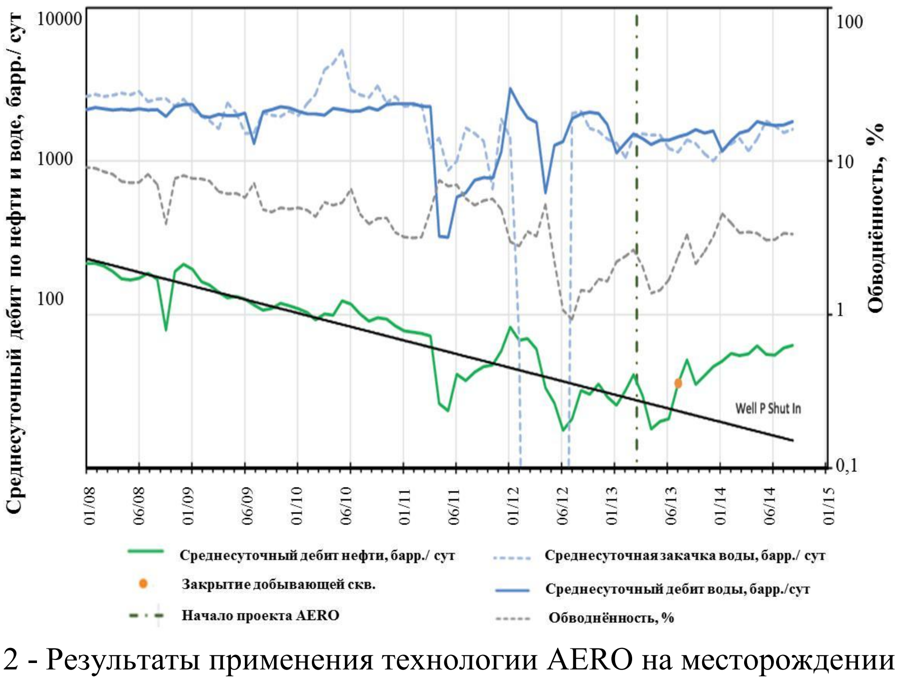

Рисунок 2 - Результаты применения технологии AERO на месторождении провинции Альберта, Канада

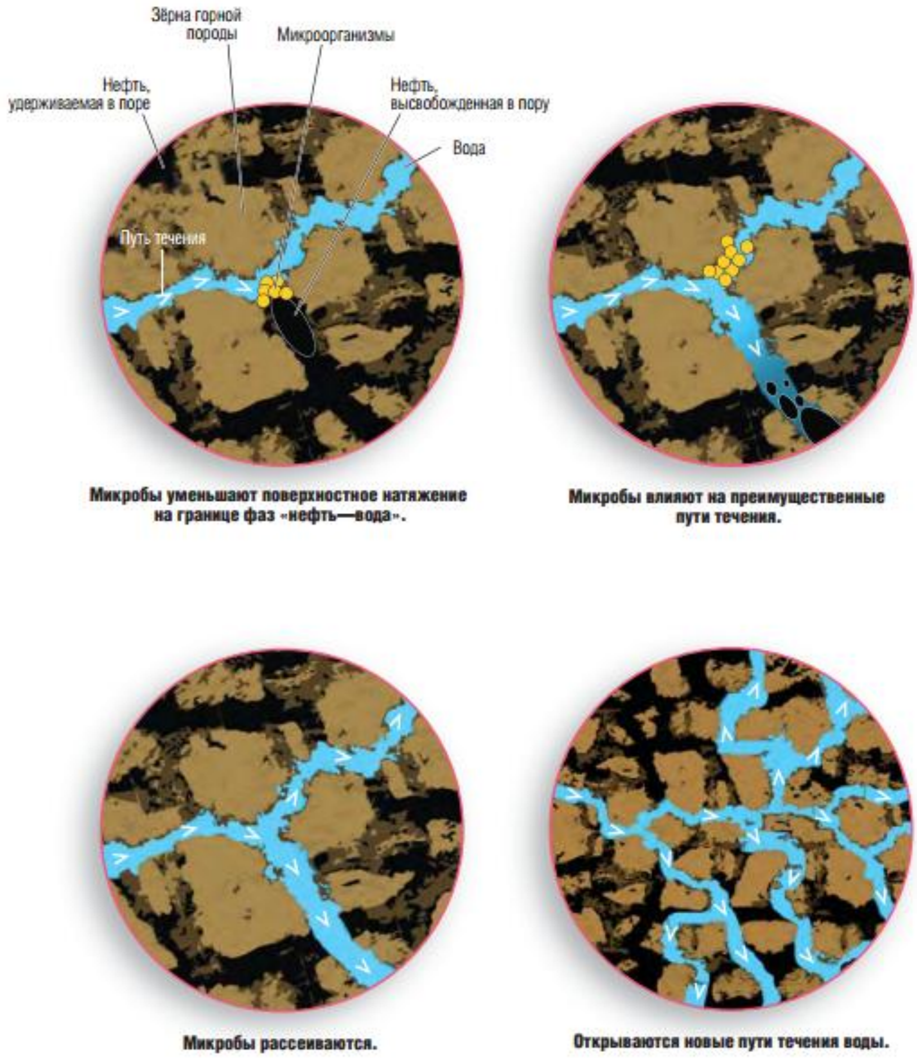

Рисунок 3 - Четыре шага технологии AERO

Развитие пластового биоценоза во многом зависит от активности углеводородокисляющей группы микроорганизмов, которые первыми окисляют углеводороды нефти при участии ферментов. Численность углеводородокисляющей группы бактерий в составе сформировавшегося пластового биоценоза достигает до 10^4-10^6 клет/мл воды, сопутствующей нефтям. Микроорганизмы влияют на вытеснение нефти посредством ряда механизмов: 1 – образование кислот, растворяющих вмещающие породы и увеличивающих пористость и проницаемость; 2 – образование газа, ведущее к снижению вязкости нефти и увеличению пластового давления; 3 – образование растворителей, непосредственно участвующих в экстракции нефти или в качестве сурфактантов, снижающих межфазное натяжение и увеличивающих подвижность нефти; 4 – образование биоПАВ, биополимеров и других соединений, эмульгирующихнефть, снижающих ее вязкость и межфазное натяжение на границе нефть-вода; 5 – образование микробной биомассы, вызывающей эмульгирование нефти, изменяющей смачиваемость пород.

Преимущества микробиологического метода повышения нефтеотдачи: повышение производительности нефтяных месторождений; увеличение суммарной добычи нефти и срока эффективной эксплуатации скважин и месторождений; уменьшение содержания воды в пластовой жидкости; повышение вязкости пластовой воды за счет биомассы и растворимых биополимеров, продуктов жизнедеятельности микроорганизмов; уменьшение содержания сероводорода в нефтяных и газовых скважинах и месторождениях, снижается его отрицательное воздействие на оборудование; уменьшение времени простоя оборудования /5/. При реализации микробиологического метода повышения нефтеотдачи закачанные в пласт микроорганизмы метаболизируют углеводороды нефти и выделяют полезные продукты жизнедеятельности: спирты, растворители и слабые кислоты, которые приводят к уменьшению вязкости, понижению температуры текучести нефти, а также удаляют парафины и включения тяжелой нефти из пористых пород, увеличивая проницаемость последних; биологические поверхностно-активные вещества, которые способствуют десорбции нефти с пористой поверхности пласта; газы, которые увеличивают давление внутри пласта, что способствует вытеснению нефти. Кроме того, происходит повышение качества добываемой нефти: увеличение легких алканов < C_{20}; уменьшение средних алканов C_{20}-C_{40}; разрушение высокомолекулярных тяжелых углеводородов; расщепление структурных ароматических колец; расщепление структурных фенольных колец; преобразование серусодержащих органических соединений; уменьшение концентрации металлических микроэлементов; эмульгирование сырой нефти. Метод добычи тяжелых нефтей микробиологическими методами путем циклического питательного заводнения с применением бактерий рода *Bacillus* разработан американскими исследователями. Эти бактерии сбраживают сахара с выходом CO_2, образуемого при участии *Clostridium.* Развиваясь за счет сахаров в анаэробных условиях, бациллы образуют биоПАВ. Известно, что биоПАВ, синтезируемые *Bacillus subtilis*, являются наиболее активными детергентами. Таким образом, мониторинг физико-химических, микробиологических и геохимических характеристик нефтяной залежи, подверженной техногенному воздействию показал, что нефтяной пласт представляет собой целостную экосистему, в которой микробные популяции взаимодействуют между собой и с окружающей средой. Энергетические потоки основаны на биотрансформации нефти или экзогенных органических субстратов и четко определенной трофической цепи, и они могут подвергаться целенаправленному воздействию.

В течение ряда лет в лаборатории коллоидной химии нефти ИХН СО РАН разрабатываются комплексные микробиологические и физико-химические методы увеличения нефтеотдачи пластов, основанные на активности аборигенной пластовой микрофлоры и применении нефтевытесняющих композиций, компонентами которых являются азотистые субстраты. Способность к окислению углеводородов обнаружена у представителей родов *Brevibacterium, Arthrobacter, Bacillus, Micrococcus, Pseudomonas, Actinomices* и др., выделенных из пластовых вод месторождений Западной Сибири. Объединенные в ассоциации, перечисленные микроорганизмы окисляют н-алканы с длиной цепи C_{12}-C_{30} до 80 % при условии их активного размножения в культуральной среде. Как показал хроматографический анализ, биоокисление тяжелых алканов нефти и нефтяных фракций сопровождается увеличением до 30 % концентрации алканов с меньшим удельным весом. Высоким стимулирующим эффектом, повышающим на 3-5 порядков численность бактериальных клеток, обладают растворы нефтевытесняющих композиций ИХН-КА® и НИНКА®, добавленные в пластовую воду. Питательная ценность композиций определяется содержанием в ней солей азота и карбамида. Бактериальные культуры при стимуляции скорости роста питательными добавками увеличивают степень деградации углеводородов нефти в 10-30 раз. Окисляющая активность этих же бактериальных культур не проявляется, если их рост и размножение отсутствуют. Полученные данные позволили разработать научную основу микробиологического метода повышения нефтеотдачи и методадепарафинизации топлив и масел. В настоящее время методы увеличения нефтеотдачи с участием микроорганизмов имеют широкие перспективы применения, так как ежегодно ухудшается структура нефтяных запасов в России и во всем мире, растет доля обводненных месторождений и месторождений вязкой нефти. Многие микробиологические методы увеличения нефтеотдачи уже прошли промысловые испытания и показали свою эффективность.

Резюмируя вышесказанное, хочу сказать, что использования микроорганизмов является очень эффективным мероприятием, при своей малой энергозатратности. Несмотря на то, что во всем за последние годы возрос интерес к данной теме, в настоящее время в нашей стране методы увеличения нефтеотдачи с участием микроорганизмов не имеют случаев применения, хотя ежегодно ухудшается структура нефтяных запасов в Казахстане, растет доля обводненных месторождений и месторождений вязкой нефти. Если наши компании начнут промысловые испытания, думаю этот метод зарекомендует себя положительно. Закончить доклад я хотел бы словами Луи Пастера «Последнее слово за бактериями».

Список литературы

1. Аналитическая служба «Нефтегазовой Вертикали». Нефтяная отрасль республики Казахстан // Нефтегазовая Вертикаль - 2011. - №18 - С.28-33.

2. Назина Т.Н., Григорян А.А., Шестакова Н.М. Микробиологический метод повышения нефтеотдачи. // Нефтегазовые технологии. - 2008. - № 10. - С. 10-16.

3. Havemann G.D., Clement B.G. New Microbial Method Shows Promise in EOR // JPT - 2015. - March. - P. 32-35.

4. Юлбарисов Э. М. Биогеотехнология увеличения нефтеотдачи / Э. М. Юлбарисов // Интервал. Октябрь-ноябрь - 1999. - № 9, 10. - С. 4-9

5. Котенев Ю. А., Загидуллина Л. Н., Микробиологический метод увеличения нефтеотдачи пластов на основе активного ила биологических очистных сооружений. // Нефтяное хозяйство. –2004. – №4. – С. 48-50.

Spisok literaturyi

1. Analiticheskaya sluzhba «Neftegazovoj Vertikali». Neftyanaya otrasl' respubliki Kazahstan // Neftegazovaya Vertikal' - 2011. - №18 - S.28-33.

2. Nazina T.N., Grigoryan A.A., SHestakova N.M. Mikrobiologicheskij metod povysheniya nefteotdachi. // Neftegazovye tekhnologii. - 2008. - № 10. - S. 10-16.

3. Havemann G.D., Clement B.G. New Microbial Method Shows Promise in EOR // JPT - 2015. - March. - P. 32-35.

4. YUlbarisov EH. M. Biogeotekhnologiya uvelicheniya nefteotdachi / EH. M. YUlbarisov // Interval. Oktyabr' noyabr' - 1999. - № 9, 10. - S. 4-9

5. Kotenev YU. A., Zagidullina L. N., Mikrobiologicheskij metod uvelicheniya nefteotdachi plastov na osnove aktivnogo ila biologicheskih ochistnyh sooruzhenij. // Neftyanoe hozyajstvo. – 2004. – №4. – S. 48-50.

Baimakhanov G.A., Kaidarov A.
Kazakh National Research Technical University after K.I. Satpayev, Kazakhstan, Almaty

USING MICROORGANISMS TO ENHANCED OIL RECOVERY

Annotation. This article contains information about the latest developments in the field of microbial enhanced oil recovery (MEOR), explains the principle of the action of microorganisms. The article also provides information about the specific use of microorganisms in the fields in the form of graphs and figures.

Key words: microbial enhanced oil recovery, microorganisms, bacteria, oil recovery, AERO technology.

Баймаханов Г.А., Кайдаров А.,
Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ Ұлттық Зерттеу Техникалық Университеті, Қазақстан, Алматы

МИКРОАҒЗАЛАРДЫ МҰНАЙБЕРГІШТІКТІ КӨБЕЙТУГЕ ҚОЛДАНУ

Түйіндеме: Келесі жұмыста мұнайбергіштікті микроағзалар арқылы көбейту саласындағы соңғы жетістіктер жайында мағұлмат қарастырылған, микроағзалар әсерінің қағидалары түсіндіріледі. Осы мағлұматтар кенорындағы қолданысқа баланысты графиктермен, сандармен бекітілген.

Кілт сөздер: мұнайбергіштікті микроағзалармен көбейту, микроағзалар, бактерия, мұнайбергіштік, AERO технологиясы

XXI ҒАСЫРДАҒЫ ГЕОЛОГИЯЛЫҚ БАРЛАУ ЖӘНЕ МҰНАЙ ГАЗ ІСІ: ТЕХНОЛОГИЯ, ҒЫЛЫМ, БІЛІМ

«Ұңғыларды бұрғылаудың технологиясы және техникасы»кафедрасының
50 жылдығына арналған
Халықаралық ғылыми-тәжірибелік конференциясының

ҒЫЛЫМИ ЕҢБЕКТЕР ЖИНАҒЫ

СБОРНИК НАУЧНЫХ ТРУДОВ

Международной научно-практической конференции
Посвящённой 50-летию кафедры
«Технология и техника бурения скважин»

ГЕОЛОГОРАЗВЕДОЧНОЕ И НЕФТЕГАЗОВОЕ ДЕЛО В XXIВЕКЕ: ТЕХНОЛОГИИ, НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ

09-13 ноября 2016
Алматы

УДК 622: 550. 8: 001 (063)
ББК 33.1
Ж 66

Редакционная коллегия:
проф. Ратов Б.Т., ассоц. проф. Федоров Б. В., проф. Касенов А. К.,
ассоц. проф. Аубакиров М.Т., м.т.н. Коргасбеков Д.Р.,
м.т.н. Байбусинова Ж. Б., м.т.н. Тулепбергенов А.Т.

Ж 66. XXI ғасырдағы геологиялық барлау және мұнай-газ ісі: Технология, ғылым, білім. Халықаралық ғылыми-тәжірибелік конференциясының ғылыми еңбектер жинағы (09-12 караша 2016 ж). - Алматы, 2016.- 386 бет

ISBN 978-601-7529-48-2

В сборнике представлены материалы международной научно-практической конференции «Геологоразведочное и нефтегазовое дело в XXI веке: технологии, наука, образование», посвящённой 50 - летию кафедры «технология и техника бурения скважин» по проблемам эффекттивной и безопасной разработки месторождений полезных ископаемых, научному сопровождению инновационной деятельности компаний, подготовке кадров для геологоразведочной и нефтегазовой отраслей.

УДК 622: 550. 8: 001 (063)
ББК 33.1

ISBN 978-601-7529-48-2

Пайдаланылған әдебиеттер:

1. *Насыров В.А.* Обводненность продукции скважин и влияние ее на осложняющие факторы в добыче нефти / В. А. Насыров, Ю.В. Шляпников, А. М. Насыров // Экспозиция нефть и газ. – 2011.- №2/Н(14)

2. *Крянев Д. Ю., Петраков А.М., Жуков Р.Ю., Рейнгарт Д.В., Виноходов М.А.* Системно-адресные технологии – основа повышения эффективности разработки нефтяных месторождений. // Бурение нефть – 2011.- №2 4.

3. *Джумашев Р.Т* Повышение нефтеотдачи обводненных пластов методом электродинамического воздействия / Р.Т. Джумашев,- Нефть и газ, 2010 год. № 1. 5.

4. *Жаншаев Г.* Применение технологий электровоздействия на продуктивные пласты месторождений с трудноизвлекаемыми запасами нефти / Жаншаев Г., Тельбуханов В.А.,Аймаков Н., Марданов Н.А. // Нефть и газ.- 2013.-№1(73), 33-37с. 6.

5. *Рыжов Е.В.* Новые методы интенсификации добычи нефти / Е.В. Рыжов, В.А.Теклъбуханов //Нефть и газ.- 2012.-№2(68), 113-117с.

622.276.66

Г.А.Баймаханов А.М. Кайдаров

НАО Казахский национальный исследовательский технический университет имени К.И. Сатпаева, Алматы, Казахстан

ПРИМЕНЕНИЕ МИКРООРГАНИЗМОВ ДЛЯ УВЕЛИЧЕНИЯ НЕФТЕОТДАЧИ

Аннотация: В настоящей статье собрана информация о последних достижениях в области увеличение нефтеотдачи микрорганозмами (MEOR), объясняется принцип действия микроорганизмов. В статье также представлена информация о конкретном использовании микроорганизмов на месторождениях в виде графиков и цифр.

Ключевые слова: увеличение нефтеотдачи микрорганозмами, микроорганизмы, бактерии, нефтеотдача, технология AERO

За 20 лет добыча нефти в Казахстане выросла более чем втрое, в том числе за последние 10 лет - почти в 2,3 раза. Красноречивая иллюстрация достижений страны, вставшей в 1991 году на путь независимого развития. Нефтегазовая отрасль Казахстана обеспечивает порядка четверти ВВП страны и около двух третей государственного бюджета /1/.

Хоть мы и гордимся богатыми запасами углеводородов, существует ряд проблем по ее извлечению. Именно поэтому из 200 известных месторождении добычу осуществляют только в 80. Остальные месторождения характеризуются низкой проницаемостью, повышенной вязкостью нефти и сложным геологическим строением, то есть их запасы относятся к категории трудно извлекаемых. Большая часть казахстанских нефтяных месторождений, за исключением крупных проектов, уже прошли пик добычи, являются зрелыми с низким уровнем добычи. Так же стоит отметить, что коэффициент излечения нефти в Казахстане достаточно мал и колеблется в пределах 30-35 процентов. То есть проблемой Казахстана, да и всех нефтедобывающих стран, является не отсутствие запасов, а трудность их извлечения

Список литературы

1. Аналитическая служба «Нефтегазовой Вертикали». Нефтяная отрасль республики Казахстан // Нефтегазовая Вертикаль - 2011.- №18 - С.28-33.

2. *Назина Т.Н., Григорян А.А., Шестакова Н.М.* Микробиологический метод повышения нефтеотдачи. // Нефтегазовые технологии. - 2008. - № 10. - С. 10-16.

3. *Havetamn G.D., Clement B.G.* New Microbial Method Shows Promise in EOR // JPT - 2015. - Marсh. - P. 32-35.

4. *Юлбарисов Э. М.* Биогеотехнология увеличения нефтеотдачи / Э. М. Юлбарисов // Интервал. Октябрь-ноябрь - 1999. - № 9, 10. - С. 4-9

5. *Котенев Ю. А., Загидуллина Л. Н,* Микробиологический метод увеличения нефтеотдачи пластов на основе активного ила биологических очистных сооружений. // Нефтяное хозяйство. –2004. – №4. – С. 48-50.