

УДК 622.276.4; 622.276.6

**РАЗРАБОТКА НОВОЙ КОМПОЗИЦИИ ДЛЯ ИЗВЛЕЧЕНИЯ
ОСТАТОЧНЫХ ЗАПАСОВ НЕФТИ ИЗ ОБВОДНЕННЫХ ПЛАСТОВ****А.М.Гасымлы, С.Д.Рзаева, Е.Н.Гуду-заде, А.Г.Гасанов
(НИПИ "Нефтегаз")**

Эффективность применения физико-химических методов воздействия с целью повышения нефтеотдачи зависит от многих факторов: растворения реагентов в пластовой воде без осадка, уменьшения поверхностного натяжения на границе с нефтью, улучшения нефтewымывающей способности и т.д. Но, несмотря на большое число разработанных и внедренных повехностно-активных веществ (ПАВ) и химических реагентов для повышения нефтеотдачи, большинство из них образуют осадки при растворении в пластовой и морской воде. В статье на основе экспериментальных исследований разработана новая энерго-ресурсосберегающая и устойчивая композиция, растворяющаяся в пластовой воде без осадка. Доказана высокая эффективность применения данной композиции при доработке обводненных пластов, а также пластов, содержащих трудноизвлекаемые запасы нефти.

Ключевые слова: композиция, керосино-щелочной отход, поверхностное натяжение, нефтewымывающая способность, модель пласта, вытеснение, коэффициент нефтеотдачи, смачиваемость, оторочка, трудноизвлекаемые запасы

Адрес связи: azer.qasimli@socar.az

DOI: 10.5510/OGP20120100101

В настоящее время, в пластах, длительно разрабатываемых месторождений, сосредоточено значительное количество остаточных запасов нефти. Изыскание методов, способствующих полному использованию ресурсов увеличения нефтедобычи, является первоочередной задачей. Однако, для решения этой задачи следует анализировать характер истощенности пластовой энергии, обводненности продукции и степени изменчивости геолого-физических параметров по площади залежей. Только с учетом современного состояния выработанности запасов, геологической и гидродинамической обстановки, можно надежно определить конкретный вид воздействия на пласты.

Анализ [1] состояния разработки нефтяных месторождений показывает, что несмотря на широкое внедрение методов заводнения, объем нефти, оставляемой на старых месторождениях Азербайджана составляет 150 млн.т на суше, 600 млн.т на море.

Принимая во внимание отмеченное, с целью повышения нефтеотдачи залежей, находящихся на поздней стадии, применяются третичные методы воздействия, разновидностью которых являются физико-химические.

Физико-химические методы являются легко применимыми третичными методами воздействия на пласты. В настоящее время для повышения нефтеотдачи пластов имеется большое число разработанных и внедренных химических реагентов и композиций на их основе.

Например, А.А.Газизов [2] с целью повышения нефтеотдачи пласта разработал композицию, состоящую из алюмохлоридов и щелочных реагентов.

Л.Е.Леченкова [3] предлагает применять композицию, разработанную на основе силиката натрия, нефелина и ПАВ. Отмечено, что закачка данной композиции в обводненные пласты

позволяет блокировать обводненные зоны пласта, подключать в работу ранее не охваченные заводнением пропластки, регулируя тем самым коэффициент охвата пласта заводнением.

А.В.Шувалов [4] для ограничения притока воды в скважины и увеличения нефтеотдачи разработал композицию, состоящую из гидрохлористого алюминия, лигносульфонатов и маточных растворов цеолитов.

Н.Ю.Башкирцева [5] предлагает использовать композицию, приготовленную на основе неионогенных ПАВ в сочетании с полиалкилбензолной смолой. В работе отмечено, что оксиэтилированная стеариновая кислота, а так же ее композиция с оксиэтилированным высшим жирным спиртом приводят к образованию в минерализованной воде мицеллярной системы вязкостью от 10 до 1500 мПа·с.

Б.А.Сулейманов [6] разработал композицию, состоящую из газа и раствора (с добавлением ПАВ). Данная композиция имеет большие преимущества при промывании образующихся в скважинах пробок, в результате чего происходит увеличение дебита нефти скважин с одновременным сокращением объема извлекаемой вместе с нефтью воды.

В работе К.Г.Русских и др. [7] приводятся результаты исследований применения композиции ПСК-2, состоящей из водного раствора биополимера ксантанового типа, силикатов и добавок. Отмечается, что применение ПСК-2 позволяет эффективно снизить проницаемость промытых зон пласта, уменьшить отрицательное влияние неоднородности коллекторов и способствует извлечению остаточной нефти.

В статье отмечены некоторые из имеющихся работ в области создания композиций для повышения нефтеотдачи пластов. Но также следует

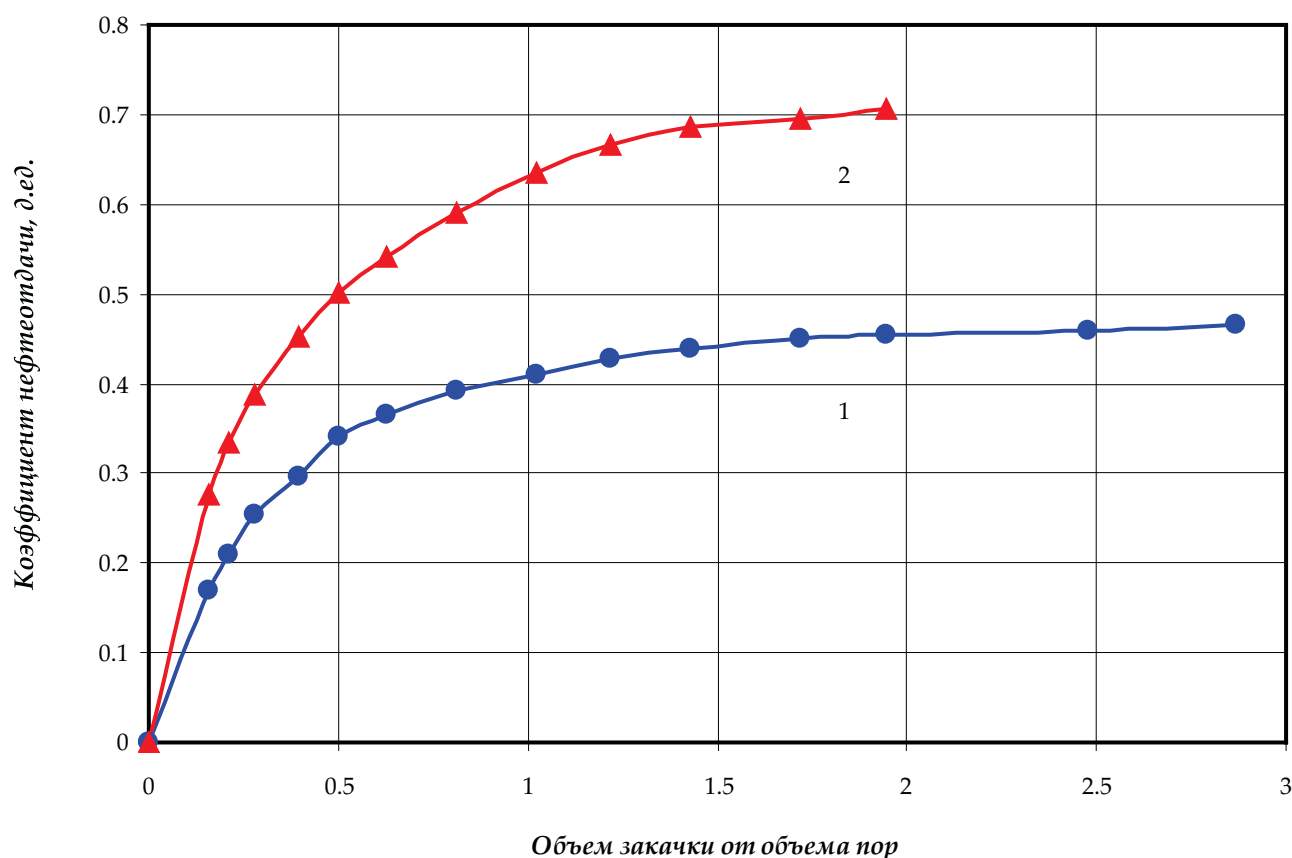


Рис. 1. Вытеснение нефти из пористой среды пластовой водой (1) и 5 %-ной композицией в пластовой воде (2)

отметить, что в связи с переходом на рыночную экономику, цены на химические реагенты, используемые для разработки композиций, резко возросли. Если для проведения лабораторных исследований требуются малые объемы различных реагентов, то при внедрении разработанной технологии объемы их использования на месторождениях значительно возрастут. Исходя из этого в исследованиях стараются использовать многотоннажные промышленные отходы.

Во время переработки керосина на заводе "Азернаджаг", для нейтрализации кислот, имеющих в составе керосина, используется водный раствор щелочи. В составе полученного керосино-щелочного отхода (КЩО) остается 1.0-2.5% NaOH. В исследованиях использован КЩО, как энергоресурсосберегающий агент.

С целью определения физико-химических свойств растворов КЩО, разведенных в пластовой

воде, из горизонта II КСн (V промысел, скважина № 22) нефтяного месторождения Балаханы-Сабунчу-Раманы были взяты образцы нефти и воды. Установлены вязкость (90 мПа·с) и плотность (880 кг/м³) нефти в комнатных условиях.

Результаты проведенных исследований по определению поверхностного натяжения растворов КЩО в пластовой воде различной концентрации на границе с нефтью дали положительные результаты. Но при растворении данного отхода в пластовой воде образуется осадок, осложняющий его применение в реальных пластах. Подобные исследования, проведенные с реагентом ОП-7, производимым Российским заводом поверхностно-активных веществ, показали, что он растворяется в пластовой воде без осадка и приводит к более значительному уменьшению поверхностного натяжения чем, КЩО (таблица 1).

Из-за высокой цены применение его в большом

Таблица 1

Результаты определения поверхностного натяжения нефти на границе с растворами реагентов при различных концентрациях

Реагенты	в морской воде, %						в пластовой воде, %					
	0	0.25	0.50	1.00	3.00	5.00	0	0.25	0.50	1.00	3.00	5.00
ОП-7	17.2	15.0	12.6	9.3	7.5	4.8	11.8	7.6	2.6	1.2	нитка	нитка
КЩО	17.2	15.0	13.7	12.3	8.3	6.7	11.8	8.5	4.9	3.2	0.6	нитка

Таблица 2

Результаты определения физико-химических свойств композиции

Исследованные параметры	в пластовой воде, %				в морской воде, %			
	0.5	1.0	3.0	5.0	0.5	1.0	3.0	5.0
Поверхностное натяжение на границе с нефтью, mN/m	11.5	3.5	1.2	нитка	13	5.3	1.7	0.8
Нефтевымывающая способность %	60	80	85	95	50	65	70	80
pH	7.8	8.2	8.7	10.5	6.8	8.3	8.8	9.1

объеме, с экономической точки зрения, не выгодно. На основании проведенного исследования установлено, что добавление 1%-а ОП-7 в раствор КЩО на пластовой воде предотвращает образование осадка.

В таблице 2 приводятся результаты определения поверхностного натяжения, нефтевымывающей способности и pH полученной композиции при различных концентрациях в пластовой и морской водах.

Как видно из таблицы 2, лучшей, по показателям исследованных параметров, является 5%-ная концентрация композиции в пластовой воде. Исходя из этого проводили серии экспериментов по выявлению влияния воздействия раствора композиции в пластовой воде на нефтеотдачу пластов.

Эксперименты проводились на модели элемен-

та пласта с пятиточечной системой расположения скважин [8] при нижеследующих условиях: температура 25 °С, перепад давления 0.025 МПа, проницаемость пористой среды 0.35 мкм², пористость 25%. Исследования начали с вытеснения нефти из модели пластовой водой. После закачки в модель пласта 2.8 объемов пор воды, эксперимент приостановили.

Анализ полученных результатов, представленных на рисунке 1 (кривая 1) показывает, что после вытеснения нефти из модели пласта пластовой водой, безводный коэффициент нефтеотдачи составил 0.22, а конечный - 0.46.

Это не может считаться высоким результатом, особенно 0.22 в безводном периоде. Данное явление, в первую очередь, связано с низким значением проницаемости пористой среды и высоким

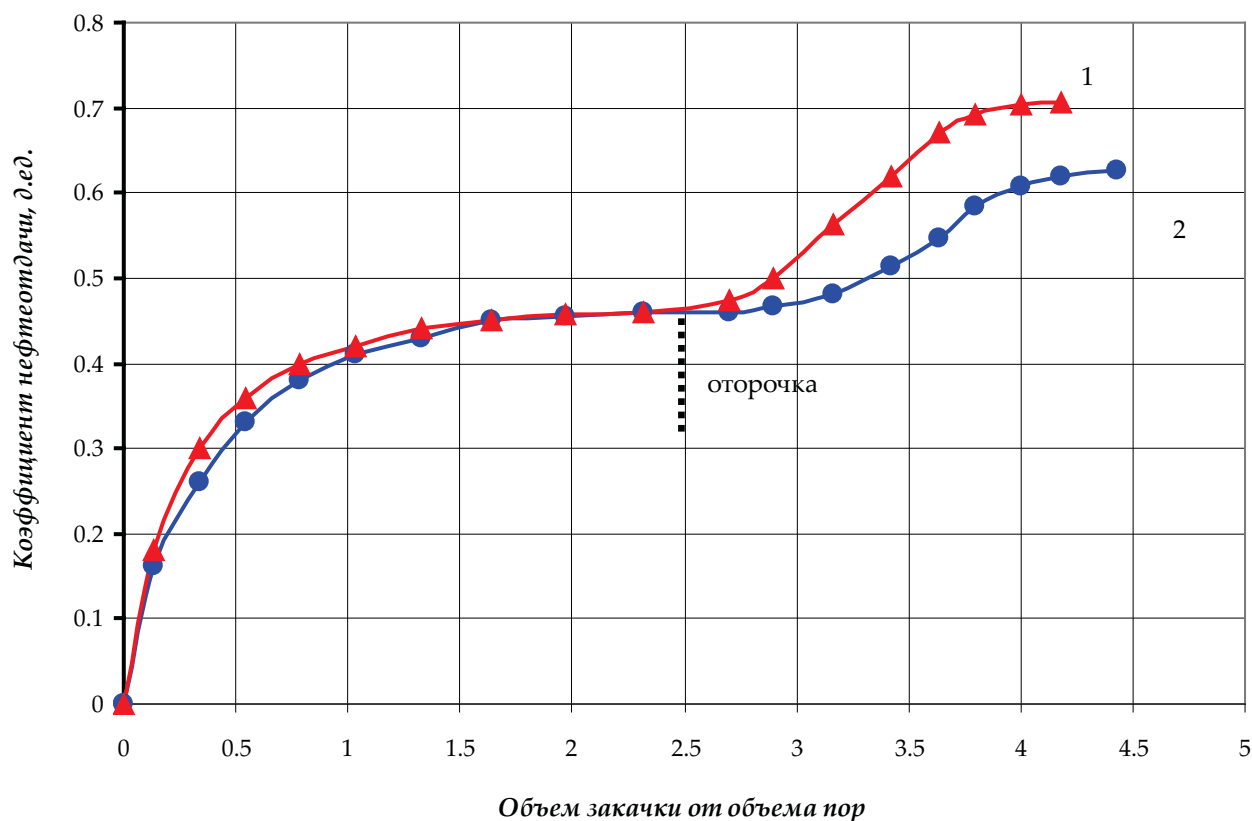


Рис. 2. Вытеснение остаточной нефти 5%-ой композицией в пластовой воде (1) и созданием оторочки из композиции в размере 25% от объема пор (2)

значением вязкости нефти, исходя из которых, содержащаяся в пласте нефть можно считать трудноизвлекаемой. На повышение нефтеотдачи пластов, содержащих такие нефти, влияет ряд нижеследующих факторов.

Известно, что смачиваемость пластовых коллекторов рабочим агентом имеет огромное влияние на вытеснение нефти. При отсутствии смачиваемости пластовых пород водой, нефтяные прослойки остаются на поверхности минералов пород и ее промывание водой затрудняется. Такой слой невозможно вытеснить введением даже большого объема воды [8].

Кроме сил, воздействующих на фильтрационную процесс и подвижность нефти есть силы, сдерживающие нефть в пласте. Среди них можно указать на молекулярное поглощение и силы адгезии. Закручивание нефти в форме слоев на минералы пластов образуется в результате молекулярного поглощения между скелетом минералов и нефтью. Сила адгезии препятствует распаду данного слоя.

При прочих равных условиях проводился второй эксперимент, отличающийся тем, что на этот раз нефть из модели пласта вытеснялась не пластовой водой, а раствором 5%-ной композиции в пластовой воде. Как видно из рисунка 1 (кривая 2), при вытеснении нефти раствором композиции, в отличие от пластовой воды коэффициент безводной нефтеотдачи составил 0.28, а конечный - 0.70.

Как видно, значение коэффициента нефтеотдачи увеличилось в безводном периоде на 6%, а в конечном на 24%. Значит применение раствора 5%-ой композиции в пластовой воде способствует повышению коэффициента нефтеотдачи.

Что касается механизма воздействия созданной композиции на повышение нефтеотдачи можно отметить, что композиция, в первую очередь, снижает поверхностное натяжение на границе "нефть-раствор". Для отторжения нефтяного слоя, прикрепившегося к поверхности породы, не требуется много силы и движение нефти внутри пласта ускоряется.

Раствор композиции является фазой, смачиваю-

щей пластовые слои, исходя из этого он движется относительно быстрее, чем нефть, и оседает на поровых каналах в форме тонких слоев. В результате происходит промывание нефти из поровых каналов.

В результате движения композиции смачиваемость поверхности породы улучшается, что может уменьшить силу адгезии между нефтью и поверхностью породы в несколько раз.

Наконец движение композиции, имеющей высокую вымывающую способность, способствует распаду и выталкиванию нефти в форме тонкой пленки на поверхности породы.

Но нашей целью является извлечение остаточных запасов нефти, образовавшихся после заводнения, т.е. увеличение нефтеотдачи обводненных пластов. Поэтому в дальнейших экспериментах после вытеснения нефти из пористой среды пластовой водой (0.48), убедившись, что модель пласта обводнена и выход нефти остановился, в одном случае закачали 5%-ый раствор композиции в пластовой воде в размере 2-х объемов от объема пор, а в другом вводили в модель пласта 5%-ый раствор композиции в пластовой воде в виде оторочки в размере 25% от объема пор. Для обеспечения продвижения оторочки по пласту, следом за созданной оторочкой в модель закачивали 2.0 поровых объема пластовой воды.

Как видно из рисунка 2 при извлечении остаточной нефти с применением композиции получено 20% дополнительной нефти (кривая 1), а при введении оторочки на 6% меньше, что составило 14% (кривая 2).

Для обеспечения дешевизны проводимого процесса с экономической точки зрения, предлагается введение выбранных рабочих агентов в пласт не непрерывно, а в виде оторочки.

Таким образом, результаты проведенных экспериментальных исследований показывают, что для доработки истощенных и обводненных пластов закачка разработанной композиции непрерывно или же в виде оторочки приведет к увеличению нефтеизвлечения нефтяных пластов, содержащих остаточные трудноизвлекаемые запасы нефти.

Литература

1. Р.Б.Рахманов. Финансо-экономический анализ направлений освоения ресурсов нефти в Азербайджане //Диссертация на соискание ученой степени кандидата экономических наук, Москва: 2001.
(R.B.Rahmanov. Finanso-ekonomicheskiy analiz napravleniy osvoyeniya resursov nefti v Azerbaydjane // Dissertatsiya na soiskaniye uchenoy stepeni kandidata ekonomicheskikh nauk, Moskva: 2001)
2. А.А.Газизов. Технология повышения нефтеотдачи пластов комплексного действия на основе применения алюмохлоридов и щелочных реагентов на поздней стадии разработки нефтяных месторождений // Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук, Уфа: 1999.
(A.A.Gazizov. Tehnologiya povysheniya nefteotdachi plastov kompleksnogo deystviya na osnove primeneniya alyumohloridov i shelochnih reagentov na pozdney stadii razrabotki neftyanyh mestorojdeniy //Dissertatsiya na soiskaniye uchenoy stepeni kandidata tehnikeskikh nauk, Ufa: 1999)
3. Л.Е.Леченкова. Повышение эффективности выработки трудноизвлекаемых запасов нефти физико-химическими методами //Диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук, Уфа: 2002.
(L.Ye.Lechenkova. Povysheniye effektivnosti vyrabotki trudnoizvlekayemykh zapasov nefti fiziko-khimicheskimi metodami //Dissertatsiya na soiskaniye uchenoy stepeni doktora tehnikeskikh nauk, Ufa: 2002)

4. *A.V.Shuvalov*. Разработка и совершенствование осадкогелеобразующих технологий увеличения нефтеотдачи пластов //Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук, Уфа: 2005.

(*A.V.Shuvalov*. Razrabotka i sovershenstvovaniye osadkogeobrazuyushih tehnologiy uvelicheniya nefteotdachi plastov //Dissertatsiya na soiskaniye uchenoy stepeni kandidata tehniceskikh nauk, Ufa: 2005)

5. *Н.Ю.Башкирцева*. Композиция на основе неионогенных ПАВ для комплексного решения задач повышения нефтеотдачи, подготовки и транспортирования высоковязких нефтей // Диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук, Казань: 2009.

(*N.Yu.Bashkirtseva*. Kompozitsiya na osnove neionogennyh PAV dlya kompleksnogo resheniya zadach povisheniya nefteotdachi, podgotovki i transportirovaniya visokovyazkih neftey //Dissertatsiya na soiskaniye uchenoy stepeni doktora tehniceskikh nauk, Kazan: 2009)

6. *Б.А.Сулейманов*. Промывка песчаной пробки газированными жидкостями // "Научные труды" НИПИ "Нефтегаз" ГНКАР. -2011. -№ 1. -С.30-36.

(*B.A.Suleimanov*. Sand plug washing with gassy fluids // "Proceedings" of "OilGasScientificResearchProject" Institute. -2011. -№1. -P.30-36)

7. *К.Г.Русских, Е.В.Лозин, Г.Г.Мурзагулов, Р.Р.Загиров*. Лабораторные исследования эффективности применения осадкогеле-образующих технологий для извлечения остаточной нефти //Нефтяное Хозяйство. -2011. -№ 12. -С.104-107.

(*K.G.Russkikh, E.V.Loza, G.G.Murzagulov, R.R.Zagirov*. Laboratory testing of precipitating and gel-forming agents efficiency for residual oil recovery //Oil industry. -2011. -№ 12. -P.104-107)

8. *А.М.Касумов*. Повышение нефтеотдачи залежей с трудноизвлекаемыми запасами. Б.: "Чашииоглы", 2000.

(*A.M.Kasumov*. Povysheniye nefteotdachi zalezey s trudnoizvlekayemyimi zapasami. B.: "Chashiogly", 2000)

The development of new composition for the purpose of production of residual oil from flooded strata

A.M.Gasimli, S.C.Rzayeva, Y.N.Quluzadeh, A.Q.Hasanov
("OilGasScientificResearchProject" Institute)

Abstract

The efficiency of physical-chemical impact methods applied for the purpose of increasing oil production depends on several factors: solution of reagent in the formation water without sediment, surface tension decrease in the oil fringe, increase of oil washing ability etc. Despite the existence of great number of SAS and chemical reagents, many of them form sediment in the formation and sea water. The energy resources saving, stable new composition solving without deposit was used for the work reported in this article and as a result of the experiments, a high recovery efficiency was demonstrated even for a redeveloped oil stratum having already been subjected to significant flooding.

Sulaşmış laylardan qalıq neftin çıxarılması məqsədilə yeni kompozisiyanın işlənməsi

A.M.Qasımlı, S.C.Rzayeva, Y.N.Qulu-zadə, A.Q.Həsənov
("Neftqazelmütədqiqatlayihə" Institutu)

Xülasə

Neftveriminin artırılması məqsədilə tətbiq edilən fiziki-kimyəvi təsir üsullarının effektivliyi bir çox amillərdən asılıdır: reagentin lay suyunda çöküntüsüz həll olması, neftlə sərhəddə səthi gərilmənin azalması, neftiyuma qabiliyyətinin yüksəlməsi və s. Böyük miqdarda SAM və kimyəvi reagentlərin olmasına baxmayaraq, onların bir çoxu lay və dəniz sularında çöküntü verir. Məqələdə lay sularında çöküntüsüz həll olan, enerji-resurslarına qənaətedici və dayanıqlı yeni kompozisiya işlənilmiş və aparılmış eksperimentlər nəticəsində sulaşmış və çətin çıxarıla bilən ehtiyata malik neft laylarının təkrar işlənilməsində istifadəsinin yüksək effekt verdiyi sübut olunmuşdur.