



УДК 622.245.54

## ПРИМЕНЕНИЕ КОМПЛЕКСНЫХ МЕТОДОВ УВЕЛИЧЕНИЯ НЕФТЕОТДАЧИ ПЛАСТОВ

### THE USE OF COMPLEX METHODS OF INCREASING OIL RECOVERY

**Кулюкин Михаил Васильевич**

студент,  
Южно-Российский государственный  
политехнический университет имени М.И. Платова  
zaq1002@mail.ru

**Сапронов Никита Михайлович**

студент,  
Южно-Российский государственный  
политехнический университет имени М.И. Платова  
sap.sapronow2011@yandex.ru

**Рыбальченко Юрий Михайлович**

кандидат технических наук, доцент,  
доцент кафедры нефтегазовая техника и технологии,  
Южно-Российский государственный  
политехнический университет имени М.И. Платова  
13050465@mail.ru

**Аннотация.** В статье рассмотрены основные методы повышения нефтеотдачи пластов. Приведены самые эффективные на сегодняшний день технологии комплексного воздействия на призабойную зону пласта. Описана сущность интенсификации нефтеотдачи пластов.

**Ключевые слова:** призабойная зона пласта (ПЗП), Методы увеличения нефтеотдачи (МУН), термогазохимическое воздействие (ТГХВ), пороховые заряды, акустическое излучение, температуропроводность пласта, биотехнологический метод, микроорганизмы, бактерии.

**Kulyukin Michael Vasilevich**

Student,  
Southern Russian state  
polytechnical university of M.I. Platov  
zaq1002@mail.ru

**Sapronov Nikita Mikhailovich**

Student,  
Southern Russian state  
polytechnical university of M.I. Platov  
sap.sapronow2011@yandex.ru

**Rybalchenko Yury Mikhailovich**

Candidate of Technical Sciences,  
Associate professor of oil and gas  
equipment and technologies,  
Southern Russian state  
polytechnical university of M.I. Platov  
13050465@mail.ru

**Annotation.** This article considers the main methods of increasing oil recovery in layers. The most effective technologies for complex impact on the bottom hole formation zone are presented. The essence of oil recovery intensification is described.

**Keywords:** bottom hole formation zone, methods of increasing oil recovery, thermo gas chemical impact, powder charges, acoustic radiation, thermal diffusivity of the reservoir, biotechnological method, microorganisms, bacteria.

**В** настоящее время большая часть разрабатываемых нефтяных месторождений не только в России, но и за рубежом, находится на финальной стадии разработки, которая обусловлена низкими значениями пластового давления, снижением приёмистости в нагнетательных и дебита в добывающих скважинах, а также их активным обводнением. Уменьшение продуктивности скважин является результатом множества факторов. К примеру:

- Снижение пористости горной породы пласта;
- Загрязнение призабойной зоны пласта во время его первичного вскрытия;
- Повреждение призабойной зоны пласта при цементировании эксплуатационной колонны;
- Загрязнение призабойной зоны пласта при вторичном вскрытии пласта перфорацией.

Всё это не позволяет в щадящем режиме вскрывать продуктивный горизонт и обеспечивать постоянство фильтрационно-емкостных свойств объекта. Это означает, что некоторая часть углеводородов может оставаться не извлечённой из пласта. Чтобы избежать малой эффективности и простающей добывающей скважины, практически большинство нефтегазовых компаний используют форсированные способы добычи углеводородного сырья.

Применяемые методы восстановления и увеличения продуктивности скважин подразделяют на: гидромеханические, термические, физико-химические и комбинированные или комплексные [1]. Среди них особое место занимает комплексный приём. За основу этого перспективного направления взяты синергетические физико-химические эффекты, которые благодаря совмещению и усилению методов дают наиболее высокий результат, чем каждый способ по отдельности. Взаимодополняющие друг друга по физическому эффекту операции гидродинамического, механического и химического воздействия дают возможность увеличить добывающую способность скважин.



Цель этих технологических мероприятий – нарушение установившихся потоков флюидов и вовлечение в активную разработку низкопроницаемых, слабодренированных зон.

Примером применения комплексного метода увеличения нефтеотдачи может служить скважина № 7 Леоновской площади. Для интенсификации притока углеводородов в скважину было принято решение использовать термогазохимическое воздействие (ТГХВ) [2]. Его принцип заключается в сжигании на забое скважин порохового заряда. Время сгорания регулируется в связи с чем выделяют быстрое горение (менее 1 секунды) и медленное. При первом создается высокое давление (100-250 МПа), которое, воздействуя на пласт, увеличивает количество новых и размер уже существующих трещин. При втором методе отсутствует сильное давление, но образуется температура около 350 °С и продукты горения. Механизм воздействия включает в себя 3 составляющие:

1. Термическое – импульсивное выделение тепла и перенос его вглубь горизонта сквозь микротрещины и каналы в породе для нагревания и расплавления различных отложений и солей, мешающих фильтрации; одновременно происходит активное движение нагретой жидкости и газов горения;

2. Гидродинамическое – увеличение имеющихся микротрещин и возникновение дополнительных;

3. Химическое – взаимодействие продуктов сгорания порохового заряда (азот, углекислый газ, хлор) с водой, образуя соляно-кислотную среду, снижающую поверхностное натяжение на границе «нефть – порода» за счёт растворения в нефти углекислого газа. Также происходит растворение карбонатных пород продуктивного интервала и улучшение фильтрационной способности пласта [2, 3].

В настоящее время, в совокупности с применением ТГХВ, призабойную зону пласта чаще всего продолжают обрабатывать ультразвуком с частотой около 24 кГц. Создаваемое акустическим излучением волновое поле позволяет: повысить теплопроводность пласта, тем самым уменьшить время его прогрева, а также способствует выносу из пористой среды частиц парафина, бурового раствора и его фильтратов, твёрдых отложений солей [2].

Приоритетность тепловых методов с точки зрения масштабов внедрения и добычи нефти, прослеживается с самого начала появления официальных статистических данных о внедрении методов увеличения нефтеотдачи (МУН) и объясняется отсутствием возможности ввода в разработку месторождений высоковязких углеводородов с использованием других методов воздействия, которые применяются для добычи лёгких углеводородов. Прежде всего, это связано с высокой плотностью тяжёлой нефти (более 0,921 г/см<sup>3</sup>). По некоторым данным, в настоящий момент высоковязкие нефти открыты примерно на 300 месторождениях мира. Их основная часть сконцентрирована на территории Канады и Венесуэлы. В России тяжёлая нефть больше всего распространена в Пермской области, республиках Татарстан и Башкортостан. Эти месторождения определяют перспективу развития термических методов добычи нефти.

Однако в мире всё ещё достаточно залежей, так называемой, лёгкой нефти. Для её полной выработки также необходимо увеличение нефтеотдачи пласта.

В качестве примера можно рассмотреть биотехнологический метод, объектами которого стали микроорганизмы. За границей данный метод получил название MEOP (Microbial enhanced Oil Recovery). Его суть заключается в том, что [4, 5]:

- Микроорганизмы, обитающие в самом пласте или закачивающиеся в коллектор, способны синтезировать различные вещества, понижающие вязкость нефти, тем самым увеличивая её выход;

- Микроорганизмы избирательно повышают эффективность охвата нефтеносного пласта вытесняющими реагентами, которые способны образовывать непосредственно сами бактерии.

Однако со временем было установлено, что при несомненной значимости микробиологические методы имеют свои недостатки, затрудняющие их широкое промышленное применение. Основными считаются:

- нежелательное влияние углеводородов на функции микроорганизмов;
- необходимость удаления из добытой нефти бактерий в связи с возможными проявлениями их токсичности;

- отсутствие возможности обычно применяемых штаммов и видов микроорганизмов синтезировать в достаточном количестве ПАВы и другие активные компоненты, способствующие извлечению нефти.

Но, не смотря на это, стоит отметить, что в настоящее время исследования в направлении разработки и использования биотехнологического метода повышения нефтеотдачи только начались. Для их успешного продолжения и практического использования в нефтегазовой отрасли необходимы дальнейшие теоретические и практические исследования, опытно-конструкторские и производственные (промысловые) разработки с затратой на эти работы достаточных сил и средств.

Выполненные исследования, промысловые испытания, а также анализ по обобщению промыслового материала и изложенных в технической литературе данных по проблеме МУН позволяет сделать вывод о том, что использование различных методов увеличения нефтеотдачи пластов способствует интенсификации дебита скважины при разработке различных залежей углеводородов.

**Литература:**

1. URL : [https://studopedia.ru/1\\_65368\\_metodi-povisheniya-nefteotdachi-plastov.html](https://studopedia.ru/1_65368_metodi-povisheniya-nefteotdachi-plastov.html) (15.02.2018).
2. Применение термогазохимического метода для увеличения нефтеотдачи пласта на Леоновском месторождении / А.Я. Третьяк, Ю.М. Рыбальченко, А.В. Чикин, А.В. Целиков / Тезисы докладов 5-й науч.-техн. конф. РГУНИГ им И.М. Губкина. – М., 2003.
3. Третьяк А.Я., Зиновьев В.В., Чихоткин В.Ф., Рыбальченко Ю.М., Чикин А.В. Т 18 Методы увеличения нефтеотдачи пластов : учеб. пособие. – Новочеркасск : ЮРГТУ (НПИ), 2005. – 227 с.
4. Исмаилов Э.Ш. Новые разработки в биотехнологии : Новые технологии газовой, нефтяной промышленности, энергетики и связи. – М., 2010. – Т. 19. – С. 387–391.
5. Мохатаб С., Жанжакомо Л. Микробиологический метод повышения нефтеотдачи // Нефтегазовые технологии (из журнала World Oil, перевод Г. Кочеткова). – 2007. – № 2. – С. 49–53.

**References:**

1. URL : [https://studopedia.ru/1\\_65368\\_metodi-povisheniya-nefteotdachi-plastov.html](https://studopedia.ru/1_65368_metodi-povisheniya-nefteotdachi-plastov.html) (15.02.2018).
2. Application of a thermogas-chemical method for increase in a netfeotdacha of layer on the Leonovsky field / A.Ya. Tretiak, Yu.M. Rybalchenko, A.V. Chikin, A.V. Tselikov / theses of reports of the 5th scientifically technical conference RGUNIG of I.M. Gubkina. – M, 2003.
3. Tretiak A.Ya., Zinovyev V.V., Chikhotkin V.F., Rybalchenko Yu.M., Chikin A.V. T 18 Methods of increase in oil recovery of layers : studies. grant. – Novocherkassk : YuRGU (NPI), 2005. – 227 p.
4. Ismailov E.Sh. New developments in biotechnology : New technologies of the gas, oil industry, power and communication. – M, 2010. – Т. 19. – P. 387–391.
5. Mokhatab S., Zhanzhakomo L. A microbiological method of increase in oil recovery // Oil and gas technologies (from the World Oil magazine, G. Kochetkov's translation). – 2007. – No. 2. – P. 49–53.