

---

# Краткий обзор мирового опыта применения теплового метода увеличения нефтеотдачи

**Петров Андрей Александрович**

магистрант института геологии и нефтегазодобычи  
Тюменского индустриального университета, г. Тюмень  
E-mail: [letaclas@yandex.ru](mailto:letaclas@yandex.ru)

**Серков Илья Дмитриевич**

магистрант института геологии и нефтегазодобычи  
Тюменского индустриального университета, г. Тюмень  
E-mail: [iya.serkov@mail.ru](mailto:iya.serkov@mail.ru)

В настоящее время большая часть крупных месторождений находится на поздних стадиях разработки, добыча падает, и это обуславливает необходимость применения методов увеличения нефтеотдачи. За последние десятилетия разработано и прошло промысловые испытания достаточно большое количество различных методов увеличения нефтеотдачи. Какие-то из них оказались технологически и экономически неэффективными, другие же, наоборот, привели к существенному росту добычи и широко применяются в наши дни на многих месторождениях. Практика применения МУН в разных странах различна.

Основная цель применения МУН - это вовлечение в разработку не охваченных воздействием в рамках проведения мероприятий по применению первичных и вторичных методов добычи запасов нефти. Основными причинами низкой нефтеотдачи на этих стадиях являются: неоднородность пласта, значительные силы поверхностного натяжения, образующиеся на границе различных фаз, низкая проницаемость, высокая вязкость нефти.

Наибольшее количество нефти добыто за счет тепловых методов увеличения нефтеотдачи (пар) и смешиваемого вытеснения. Страны, наиболее успешно и интенсивно использующие различные МУН: Китай, США, Венесуэла, Канада, Индонезия.

До 50% мировых запасов приурочено к высоковязким нефтям, что обуславливает значительный вклад тепловых методов в общую добычу. На сегодняшний день активно разрабатываются месторождения высоковязких нефтей в США, Китае, Канаде, Омане, Индонезии, Венесуэле. До некоторого времени именно тепловые методы были единственным способом добычи этих запасов. В настоящее время активно внедряется способ добычи таких нефтей, называемый «холодным» (Cold Production). Однако, КИН при его применении не велик, и поэтому данный метод обычно рассматривается как предшествующий началу тепловой разработки месторождений этап. Впервые нагревание пласта для увеличения коэффициента извлечения нефти пытались применить еще в 1865 г. Но широко применять тепловые МУН, как и многие другие, стали в конце 70-х, начале 80-х годов прошлого столетия, именно в это время добыча нефти за счет использования тепловых МУН носит восходящий характер.

Существует три принципиально различных технологии тепловых методов увеличения нефтеотдачи: вытеснение нефти горячей водой, внутрискважинное горение, применение пара.

Основными паровыми методами добычи нефти принято считать циклическую паровую обработку добывающих скважин и вытеснение паром. Механизм действия первого метода заключается в уменьшении вязкости нефти, как следствии нагрева, и создании градиента давления для ее транспорта к добывающим скважинам. КВН в этом случае достаточно велик – остаточная

---

нефтенасыщенность в зонах, промытых паром, может достигать до 10%. Часто вытеснение паром проводится одновременно с циклической паровой обработкой скважин или следует за ней. Во время циклической стимуляции осуществляется интенсивное нагнетание пара в одну скважину, далее следует короткий период выдержки и скважина переводится в добывающий режим. Данный метод эффективен в случае, если речь идет о высоковязких нефтях и высокопроницаемых коллекторах. В последнее время паровые методы успешно применяются также и в горизонтальных скважинах (ГС) – метод Steam assisted gravity drainage (SAGD).

Среди тепловых МУН паровые методы являются наиболее распространенными и эффективными. Как было сказано выше, в больших масштабах внедрение тепловых методов началось в начале 1980-х годов. С того времени, не смотря на то, что цены на нефть существенно изменились, добыча за счет применения паровых методов постоянно увеличивалась, преимущественно за счет разработки новых месторождений. В качестве примера рекордных показателей добычи за счет применения паровых МУН можно привести месторождение Дури (Duri), которое находится в Индонезии. На этом месторождении реализация двух подобных проектов дала около 13 млн.т. нефти в год. Пик добычи нефти паровыми МУН в США был в конце 1980-х годов, потом добыча начала снижаться, но, тем не менее, паровые МУН до сих пор являются значимыми.

Метод внутрислоевого горения также является весьма привлекательным и используется до сих пор, прежде всего потому, что является более дешевым, чем паровой. Самым распространенным вариантом принято считать прямое внутрислоевое горение. При нем у нагнетательных скважин инициируется горение с последующей закачкой воздуха для обеспечения движения фронта горения от скважины. Также распространена комбинация прямого внутрислоевого горения. В случае обратного внутрислоевого горения процесс инициируют в скважинах, переводимых далее в добывающий режим, а нагнетание воздуха при этом производится в соседние скважины. Поскольку проведенные испытания оказались не столь успешными, то последний вариант в наши дни не используют.

В случае применения прямого внутрислоевого горения выгорает вплоть до 10 % от общего содержания нефти в пласте. Это тяжелые компоненты. При этом основные проблемы - это коррозия нефтепромыслового оборудования вследствие высоких температур и низкого pH горячей воды, трудность управления процессом, помимо этого возможны экологические проблемы из-за образующихся больших объемов дымных газов. Несмотря на все это, внутрислоевое горение остается привлекательным и перспективным МУН, некоторые проекты, оказавшись успешными, продолжают до сих пор. Более того, инициируются новые проекты. Например, были начаты в конце 1990-х годов и продолжают до настоящего времени 3 проекта на месторождениях Индии, а в США в 2001 году на ряде месторождений реализован проект внутрислоевого горения. Сейчас в мире активны 15 подобных проектов.

Метод вытеснения нефти горячей водой в настоящее время применяется очень редко, поскольку уступает по своей эффективности применению пара. В соответствии с имеющейся статистикой 4 активных проекта в настоящее время реализуются в США. Самой большой технологической эффективностью обладает термополимерное воздействие на пласт. Пик роста применения тепловых МУН так же, как и многих других методов, пришелся на конец 1970-х, начало 1980-х гг. С того времени добыча нефти за счёт тепловых методов увеличения нефтеотдачи постоянно растет.

#### Список литературы

1. Вадецкий Ю.В. Бурение нефтяных и газовых скважин: учебник. 7-е изд., стер. Вадецкий Ю.В. – М.: , 2013. – 352 с. (<http://haa.su/Guq/>)

- 
2. Норман Дж. Хайн. Геология, разведка, бурение и добыча нефти. – М.: Олимп-Бизнес, 2008. – 752 с. (<http://haa.su/Gur/>)
  3. Тетельмин В.В., Язев В.А. Нефтегазовое дело. Полный курс. – М.: Интеллект, 2009. – 800 с. (<http://haa.su/Gus/>)