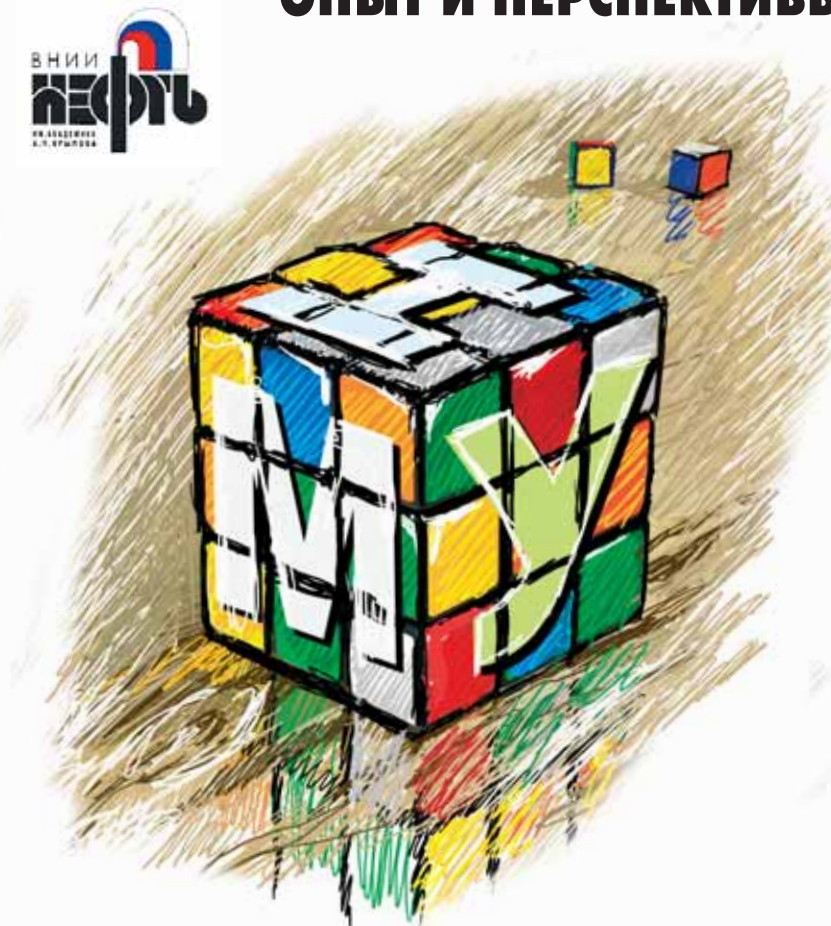


# МЕТОДЫ УВЕЛИЧЕНИЯ НЕФТЕОТДАЧИ: ОПЫТ И ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ



**ДМИТРИЙ КРЯНЕВ**  
Д.т.н., генеральный директор ВНИИ Нефть  
**СТАНИСЛАВ ЖДАНОВ**  
Д.т.н., профессор, заместитель генерального директора ВНИИ Нефть,  
заместитель руководителя нефтяной секции ЦКР «Роснедра»



ОАО «ВНИИнефть имени акад. А.П. Крылова» многие годы являлось лидером в создании и исследовании методов увеличения нефтеотдачи пластов. В настоящее время модернизируются возможности института в этой области при активной поддержке ОАО «Зарубежнефть».

В первую очередь, это касается модернизации экспериментальной исследовательской базы по тепловым и газовым методам воздействия, развитию исследований по технологиям физико-химического воздействия на нефтяные пласты, программного обеспечения исследования и проектирования методов.

Хотелось бы особо отметить важность и необходимость научно-технического сопровождения решения проблемы более полного извлечения нефти из пластов. К сожалению, последние годы нельзя признать благоприятными для отраслевой, вузовской и академической науки в этой области. Хочется надеяться, что активизация государственных органов и нефтяных компаний по решению данной проблемы положительно отразится и на развитии научных исследований.

В качестве положительных тенденций отметим появление в практике нефтедобычи новых отечественных технологий для эффективного вовлечения в разработку трудноизвлекаемых запасов.

Оценки свидетельствуют, что при благоприятных условиях к 2020 году извлекаемые запасы страны за счет промышленного применения методов увеличения нефтеотдачи могут быть приращены на 2–4 млрд тонн с годовой дополнительной добычей в 30–60 млн тонн.

**П**роблема увеличения степени извлечения нефти из пластов уже в течение нескольких десятилетий является одной из наиболее значимых и обсуждаемых в нефтедобывающих странах мира. Актуальность этой проблемы для России неоднократно подтверждалась не только многочисленными исследованиями, обобщениями и прогнозами, но и соответствующими

**Доля трудноизвлекаемых запасов в балансе запасов нашей страны постоянно растет наряду с многолетним снижением коэффициента нефтеотдачи, который только в последние годы начал незначительно расти**

решениями государственных органов, в том числе и в последние годы, однако, к сожалению, достигаемые результаты пока не соответствуют значению этой темы для нефтяной промышленности.

## **Конец эры заводнения?**

Доля трудноизвлекаемых запасов в балансе запасов нашей страны постоянно растет наряду с многолетним снижением коэффициента нефтеотдачи, который только в последние годы начал незначительно расти и сейчас составляет около 38% (см. «Динамика трудноизвлекаемых запасов и нефтеотдачи месторождений РФ»).

Можно заметить определенную взаимосвязь динамики изменения коэффициента нефтеотдачи и динамики изменения доли трудноизвлекаемых запасов: совершенствование технологий нефтеизвлечения не обес-

печивало необходимого повышения эффективности извлечения нефти из трудноизвлекаемых запасов. К этой категории запасов в первую очередь относятся пласты, насыщенные высоковязкими нефтями, с низкопроницаемыми коллекторами, а также подгазовые зоны пластов.

Основным методом разработки нефтяных месторождений страны уже многие годы является процесс заводнения, который позволяет существенно повысить эффективность нефтеизвлечения — нефтеотдача в зависимости от геолого-физических условий пласта 20–60% — по сравнению с естественным режимом истощения — достигаемая нефтеотдача 5–15% (см. «Методы разработки месторождений»).

Следует отметить, что последние годы характеризуются значительным ростом обводнения большинства крупных месторождений. Сейчас средняя обводненность добываемой продукции составляет более 80%, при этом 25% запасов — объекты со средней обводненностью продукции более 90%, 40% запасов — объекты со степенью выработанности начальных извлекаемых запасов более 70%.

В определенной степени эффективность процесса заводнения может быть повышена за счет так называемых гидродинамических методов воздействия: циклическое воздействие с переменной фильтрационных потоков, системная технология реализации ОПЗ, горизонтальные скважины, гидроразрыв пласта в системе скважин.

Следует особо отметить, что гидродинамические методы, оказывающие преимущественное воздействие по интенсификации добычи, могут обеспечить дополнительное увеличение нефтеотдачи пластов только в определенных геолого-физических условиях при соответствующих технологиях их реализации.

В последние годы объемы применения гидродинамических методов на месторождениях страны значительно увеличились (добыча за счет этих методов составляет 50–60 млн тонн в год), что в определенной степени и обусло-

вило вовлечение в разработку юрских и ачимовских отложений.

Вместе с тем, по мнению многих специалистов кардинального повышения среднего коэффициента нефтеотдачи в стране можно достигнуть только при существенном увеличении масштабов применения третичных методов: тепловых, газовых и химических (достигаемая нефтеотдача 35–70%).

Однако, в настоящее время в стране существуют единичные промышленные работы по применению третичных методов, а добыча за счет них составляет только около 1 млн тонн в год (см. «Состояние применения МУН в России»). Можно отметить промышленные работы по паротепловому воздействию на Усинском месторождении и месторождениях Оха и Катангли на Сахалине, термошахтной разработке Ярегского месторождения, а также некоторые работы на небольших опытных участках. Промышленная закачка горячей воды осуществляется на Харьгагинском месторождении и месторождениях Вала Гамбурцева.

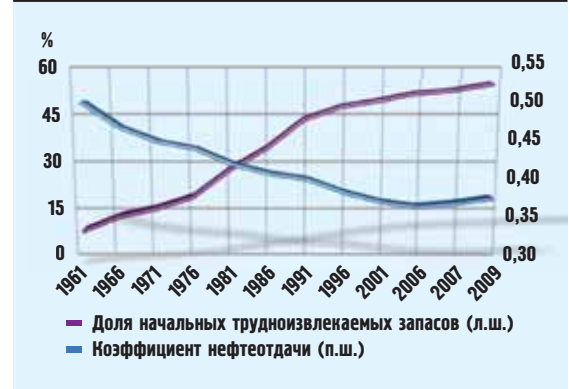
На Восточно-Перевальном и Средне-Хулымском месторождениях начата закачка смеси углеводородного газа и воды, ведутся подготовительные работы по применению этого метода на нескольких других месторождениях. По-прежнему отсутствуют работы по использованию большеобъемных оторочек водных растворов химических реагентов (полимеров, ПАВ).

### МУН: ретроспектива эффективности

Вместе с тем, в истории нефтедобывающей отрасли страны был период достаточно высоких темпов внедрения технологий третичных методов увеличения нефтеотдачи.

В 1976 году правительством СССР было принято специальное постановление «О мерах по наиболее полному извлечению нефти из недр», которое определяло объемы дополнительной добычи нефти за счет применения третичных методов увеличения нефтеотдачи, а также объемы выпуска в стране не-

Динамика трудноизвлекаемых запасов и нефтеотдачи месторождений РФ



обходимых для этого материально-технических средств (специальной техники и химреагентов).

Последнее обстоятельство имело особое значение в усло-

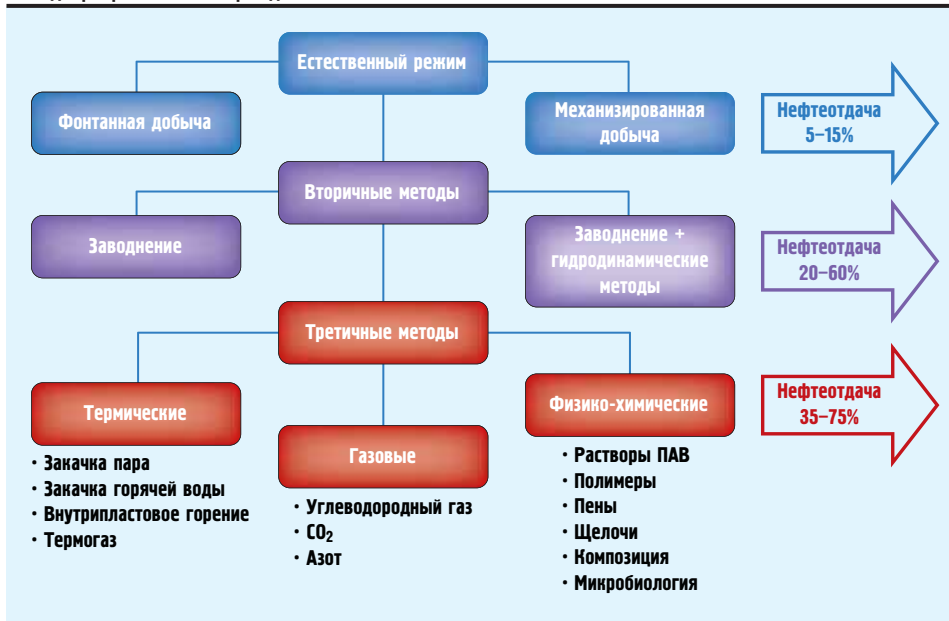
**СССР, а потом и Россия, делали ставку на заводнение. Научно-исследовательские и опытные работы по другим методам воздействия были разрозненными и малообъемными**

виях социалистического хозяйства. Было также предусмотрено экономическое стимулирование осуществления опытно-промышленных работ нефтедобывающими предприятиями.

**Уже к 1970 году средний проектный коэффициент нефтеотдачи по стране снизился с более чем 50% в начале 1960-х годов до 45%, наблюдалась устойчивая тенденция его дальнейшего снижения**

Большое значение имела активная координация научно-исследовательских работ отраслевых и академических институтов страны на основе федеральных и

**В результате проблемой применения МУН стали все активнее заниматься сначала научно-исследовательские организации страны, а затем и нефтедобывающие предприятия**



ственно расширены ранее начатые опытные и промышленные работы по применению новых технологий тепловых, газовых и физико-химических методов в различных нефтедобывающих районах страны.

**В новейшей истории России обострилась тревожная тенденция постоянного снижения среднего проектного коэффициента нефтеотдачи при продолжающемся увеличении доли трудноизвлекаемых запасов**

**Большое значение имела активная координация научно-исследовательских работ среди отраслевых и академических институтов страны на основе федеральных и отраслевых научно-технических программ**

отраслевых научно-технических программ.

Хотя не все намеченные государственными программами показатели по применению методов увеличения нефтеотдачи в России в этот период были выполнены, однако нельзя отрицать очевидного прогресса, как в научном обеспечении данной проблемы, так и в объемах промышленного применения новых технологий.

В относительно короткие сроки были начаты новые или суще-

Наиболее крупными проектами в конце 1980-х — начале 1990-х годов явились работы по тепловому воздействию на пласты месторождений Усинское, Кенкияк, Каражанбас, Гремихинское и других, по физико-химическому воздействию на месторождениях Каламкас, Самотлорское, Ромашкинское и других, по газовому воздействию на месторождении Самотлор.

В результате с 1986-го по 1990 год добыча нефти за счет применения тепловых, газовых и химических методов увеличения нефтеотдачи в стране возросла с 6 млн тонн до 12 млн тонн в год (см. «Добыча нефти за счет применения методов нефтеотдачи в СССР»).

В этот период времени наблюдается и некоторое улучшение динамики проектного КИН, несмотря на значительный рост доли трудноизвлекаемых запасов.

Важным также представляется опыт применения тепловых, газовых и химических методов на 365 участках 150 месторождений страны.

Под применение методов всего были вовлечены месторождения более чем с 5 млрд тонн балансовых запасов нефти. Реализуемые проекты обеспечили прирост извлекаемых запасов в объеме около 250 млн тонн.

Состояние применения МУН в России

Вытеснение нефти паром	• Не реализуются новые проекты, необоснованное снижение параметров теплоносителей и объема оторочки
Закачка горячей воды	• Не реализуются новые проекты, необоснованное снижение параметров теплоносителей и объема оторочки
Внутрипластовое горение	• Начало опытных работ
Закачка углеводородного газа	• Единичные опытные работы
Закачка двуоксида углерода	• Работы не ведутся
Композиция ПАВ	• Обработка призабойных зон скважин
Полимерное заводнение	• Обработка призабойных зон скважин
Термогазовый метод	• Начальные работы

**Нет интереса — нет и МУН**

С переходом нефтяной промышленности на новую систему хозяйствования перестали действовать механизмы стимулирования проблемы увеличения нефтеотдачи, существенно уменьшилась активность научных исследований, объемы применения методов стали снижаться.

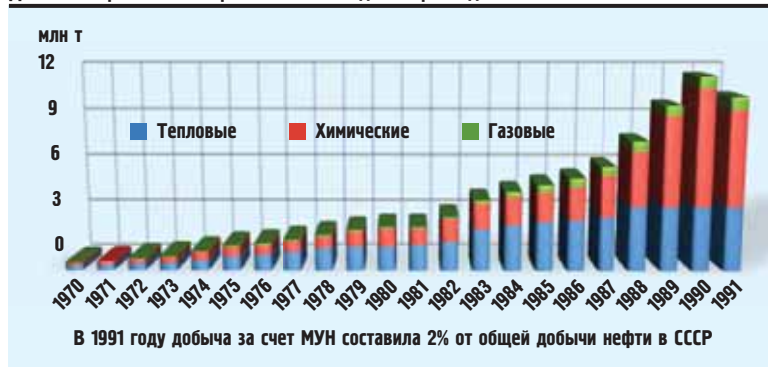
За рубежом, в отличие от России, интерес к промышленному применению третичных методов не снижался все эти годы, что не могло не сказаться на средней проектной нефтеотдаче, особенно в развитых нефтедобывающих странах. Так, по данным зарубежной печати, сейчас средняя проектная нефтеотдача в мире составляет около 30%, а по месторождениям США — около 39%.

Имеются сведения, по крайней мере, о 1391 проекте применения третичных методов в мире, в том числе по методам теплового воздействия на пласты — 587, физико-химическим — 433 и газовым методам — 371. Годовая добыча за счет их применения оценивается в 120–130 млн тонн.

В США на начало 2010 года было 194 проекта по повышению нефтеотдачи. Их число с 1998 года несколько уменьшилось, изменяясь от 199 в 1988 году, 143 в 2004 году и 194 в 2010 году, но при этом произошло увеличение их объемов. Общая добыча нефти за счет этих методов составляет 34,4 млн тонн в год (см. «Число действующих проектов по повышению нефтеотдачи в США» и «Добыча нефти за счет применения методов повышения нефтеотдачи в США»). Важно, что доля добычи нефти за счет третичных методов в общей добыче в США составляет около 12%.

Число проектов по термическим методам за этот период уменьшилось со 100 до 61 при увеличении их объемов. Наиболее существенный рост числа проектов в США произошел в последнее время по закачке в пласты CO<sub>2</sub> (с 66 до 109). По внутрислоевого горению (термогазовый метод, закачка воздуха высокого давления) число проектов увеличилось с 7 до 12 с общей добычей 0,8 млн тонн в год.

Добыча нефти за счет применения методов нефтеотдачи в СССР



Следует особо отметить, что большинство реализуемых проектов применения третичных методов в США оцениваются операторами как рентабельные.

Опыт России и других стран свидетельствует о возможности увеличения нефтеотдачи за счет применения тепловых методов на

**В результате с 1986-го по 1990 год добыча нефти за счет применения тепловых, газовых и химических методов увеличения нефтеотдачи в стране возросла с 6 млн тонн до 12 млн тонн в год**

15–20%, газовых — на 5–10% и физико-химических — на 3–8%.

Надо отметить, что в последнее время появился ряд обнадеживающих факторов для возможности ускоренного развития рассматриваемой проблемы.

Озабоченность состоянием полноты нефтеизвлечения на месторождениях страны высказана руководством страны, проводятся мероприятия и принимаются решения по проблеме увеличения нефтеотдачи трудноизвлекаемых запасов Министерством природных ресурсов и экологии РФ, Министерством энергетики РФ и другими государственными органами.

Наблюдается и некоторое повышение активности в этой области нефтяных компаний, в первую очередь, таких как ЛУКОЙЛ, РИТЭК, «Татнефть», которые подготовили несколько новых проектных работ по применению третичных методов.

**Общая добыча нефти в США за счет МУН составляет 34,4 млн тонн в год. Важно, что доля добычи нефти за счет третичных методов в общей добыче составляет около 12%**

Число действующих проектов по повышению нефтеотдачи в США



Добыча нефти за счет применения методов повышения нефтеотдачи в США

