

МУЛЛАКАЕВ М. С.

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ПРОБЛЕМЫ ИЗВЛЕЧЕНИЯ НЕФТИ

Ключевые слова: нефть, трудноизвлекаемые запасы нефти, методы увеличения нефтеотдачи,

Статья посвящена современному состоянию проблемы извлечения нефти. Показана необходимость создания новых комбинированных экологически безопасных и эффективных технологий интенсификации добычи нефти, которые обеспечат существенную экономию материальных ресурсов, снижение экологического воздействия на окружающую среду, повышение экономической эффективности добычи запасов нефти.

MULLAKAEV, M.S.

CURRENT STATE OF OIL RECOVERY

Keywords: oil, stranded oil reserves, enhanced oil recovery techniques

The article is devoted to the current state of the problem of oil extraction. It was shown the need for a new complex, clean and more efficient technologies for intensification of oil extraction that will provide significant savings of material resources, reduce environmental impact and improve economic efficiency of oil reserves extraction.

Оценивая перспективы добычи нефти в мире, можно констатировать - эпоха дешевой и легко добываемой нефти закончилась. В 2000-2010 годах, когда добыча нефти в России быстро росла, российские нефтегазодобывающие компании увеличивали объемы производства за счет старых активных запасов. Одновременно в России, как и во всем мире, росла доля трудноизвлекаемых запасов, которая к настоящему времени уже превысила 65%. Прогнозы динамики структуры запасов не внушают оптимизма - к 2015 году доля трудноизвлекаемых запасов в РФ превысит 70%, в то время как активные запасы будут выработаны на 80% [1].

Анализ состояния сырьевой базы России показывает, что решить проблему ее воспроизводства только за счет открытия новых месторождений и ввода их в разработку - проблематично, особенно учитывая ситуацию с кризисом в сфере геолого-разведочных работ. Освоение тяжелой нефти и новых месторождений в Ямало-Ненецком АО и Восточной Сибири требуют больших капитальных затрат и, прежде всего, на развитие инфраструктуры. В этой связи возрастает роль технологии повышения нефтеотдачи пластов, которые могут отчасти компенсировать недостаток ввода новых мощностей за счет повышения отбора нефти на действующих месторождениях. Но добиться такого эффекта

возможно только при правильном подборе соответствующих инновационных технологий.

В России сложилась критическая ситуация с коэффициентом извлечения нефти (КИН). Этот важнейший показатель, который в 1960 году был равен 51%, к 2000 году уменьшился до 35%, а к настоящему времени - до 27-28%, что является одним из самых низких уровней в мировой практике. Считается, что только за счет низкого КИН потенциальные извлекаемые запасы нефти в РФ уменьшились на 15 млрд. тонн [2].

Как показано на рис. 1, остаточные или неизвлекаемые промышленно освоенными методами разработки запасы нефти достигают в среднем 55–75% от первоначальных геологических запасов нефти в недрах. Поэтому актуальными являются задачи применения новых технологий нефтедобычи, позволяющих значительно увеличить нефтеотдачу уже разрабатываемых пластов, на которых традиционными методами извлечь значительные остаточные запасы нефти уже невозможно [3].

Можно назвать следующие объективные факторы ухудшения КИН на месторождениях в России:

- высокая степень выработанности месторождений;
- рост месторождений залежей с трудноизвлекаемыми запасами (тяжелые и высоковязкие нефти);
- увеличение доли мелких месторождений;
- большое число простаивающих скважин;

К ним добавляются субъективные факторы, связанные с разработкой и освоением скважин нефтяными компаниями:

- недостаточный объем эксплуатационного бурения;
- отступление от проектных показателей;
- выборочный интенсивный отбор высокопродуктивных запасов;
- высокая обводненность скважин;

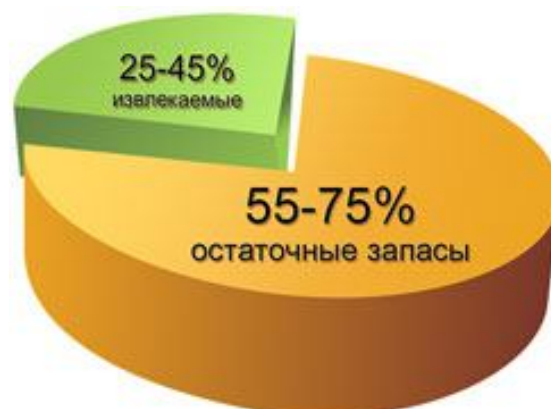


Рис. 1. Соотношение извлекаемых и остаточных запасов нефти

Подсчитано, что увеличение среднего КИН по мировой индустрии всего на 1% эквивалентно прибавке глобальных извлекаемых запасов нефти

примерно на 4,5 млрд. тонн. Не случайно, развитие технологий добычи способствовало тому, что мировые доказанные извлекаемые запасы увеличились за последние несколько десятков лет в 1,4 раза, или на 65 млрд. тонн. Если сегодня средний мировой КИН равен примерно 35%, то уже к 2020 году он повысится до 50% с перспективой дальнейшего роста. Но уже в настоящее время нефтеотдача месторождений, обслуживаемых наиболее продвинутыми зарубежными нефтесервисными компаниями (например, Halliburton), доходит до 50% за счет применения продвинутых методов увеличения нефтеотдачи (МУН).

Объем производства нефти за счет методов увеличения нефтеотдачи в мире за период с 1990 по 2008 год увеличился с 1,2 до 2,5 млн. барр./сут., что эквивалентно 3,5% мировой добычи. Казалось бы, это немного, но надо учитывать, что такой вклад МУН в добычу характерен для сегодняшней относительно неплохой сырьевой базы. К 2020 году, когда сырьевая база неизбежно ухудшится, ожидается кратное увеличение добычи нефти за счет МУН – до 30 млн. барр./сут.

В подавляющем большинстве случаев, при оценке проектного КИН в качестве методов, позволяющих повысить нефтеотдачу пласта, сегодня по-прежнему рассматривается только заводнение. Современные методы увеличения нефтеотдачи применяются в недостаточной степени. Между тем, этого недостаточно. Ведь при увеличении дебита за счет внедрения новых технологий только на 10 % - прирост добычи нефти на 1000 скважин может составить 1000 т/сут. или 7200 барр./сут. Годовой прирост соответственно может составить более 2,5 млн. барр. При самой низкой цене 1 барреля - 50 долл. США – экономический эффект составит - 131 млн. долл. США в год или 3 930 млн. рублей [4].

По данным аналитического агентства Douglas-Westwood перспектива нефтесервисного рынка России к 2011 году может составить 22 млрд. долларов США [5] или примерно 660 млрд. руб. По оценкам «Велес Капитал» объем рынка нефтесервисных услуг неуклонно будет расти с темпом прироста примерно 12% в год. Доля средств выделяемых на повышение нефтеотдачи пластов составит примерно 11,6 % от общего объема сервисных услуг, следовательно, объем рынка для сервисных услуг по повышению нефтеотдачи пластов составлявший в 2010 году порядка 70-80 млрд. руб., к 2014 будет составлять более 100 млрд. рублей.

В зависимости от стадии разработки месторождения методы извлечения нефти принято делить на первичные, вторичные и третичные [3, 6]:

- первичные методы добычи нефти связаны с максимально возможным использованием естественной энергии пласта: упругой энергии, энергии растворенного газа, энергия законтурных вод, газовой шапки, потенциальная энергия гравитационных сил.

- вторичные методы связаны с поддержания пластового давления путем закачки воды или газа.

• третичные методы повышения эффективности разработки месторождений связаны с применением МУН, к которым относятся вытеснение нефти из пласта с помощью химических агентов, газов, полимерных веществ, использование физических методов, и даже микробиологическое воздействие.

Российские нефтяные компании при оценке проектного КИН в качестве методов, позволяющих повысить нефтеотдачу пласта, рассматривают первичные и вторичные методы нефтедобычи, которые давали хорошие результаты на менее сложных запасах, а современные МУН применяются в недостаточной степени. По данным А. Боксермана, использование третичных методов позволило бы увеличить мировые извлекаемые запасы нефти в 1,4 раза (на 65 млрд. тонн) и поднять среднее значение нефтеотдачи к 2020 году с 35 до 50%. Именно с этими методами специалисты связывают будущее нефтяной промышленности [7].

Приоритетность тепловых методов с точки зрения масштабов внедрения и добычи нефти в настоящее время, объясняется невозможностью ввода в разработку месторождений высоковязких нефтей с использованием других методов воздействия. Высоковязкие нефти открыты на 267 месторождениях мира, которые и будут определять перспективу развития термических методов добычи нефти. Согласно [8] основными факторами, определяющими рост объема добычи нефти за счет термических методов это наличие:

- ресурсов высоковязкой нефти;
- высокоэффективных технологий воздействия на залежи нефти;
- теплоэнергетического оборудования;
- термостойкого внутрискважинного и устьевого оборудования;
- возможности эффективного контроля за процессами их регулирования.

Методы вытеснения нефти газами (воздухом, углеводородным газом, CO_2 и их модификации) наиболее динамично развивающиеся технологии для повышения нефтеотдачи пластов с низкопроницаемыми коллекторами. Их применение позволяет увеличить коэффициент нефтеизвлечения на 5-17 % по сравнению с традиционными методами разработки нефтяных месторождений. Наиболее широко и коммерчески обоснованно газовые технологии развиваются в США, где в настоящее время действует 169 проектов. При оценке возможных перспектив развития тепловых методов в России необходимо учитывать их высокую капиталоемкость, обусловленную большой стоимостью специального оборудования и необходимостью использования достаточно плотных сеток скважин, что малоэффективно при больших глубинах залегания пластов.

К наиболее часто применяемым физическим методам относятся: гидроразрыв пласта, горизонтальные скважины, электромагнитное воздействие, волновое воздействие на пласт.

Так, в настоящее время практически в 80% случаев для улучшения нефтеотдачи используют либо метод гидроразрыва пласта (ГРП), либо химическую обработку скважины. Оба этих метода позволяют получить

быстрый, но относительно краткосрочный эффект, нанося при этом зачастую невосполнимый ущерб, как самому месторождению, так и экологической ситуации в регионе нефтедобычи.

Гидроразрыв пласта, используемый в среднем в 60% случаев, помогает в единичной скважине, но в результате его массового применения на месторождении остается много не выработанных зон скопления нефти [3]. В случае наличия водоносного пласта вблизи залежей нефти это вызывает также быстрое обводнение скважины. Скважины, в которых имел прорыв нагнетаемых вод после ГРП, навсегда остаются потерянными объектами нефтедобычи. Несмотря на многолетний опыт применения ГРП, каких-либо научно обоснованных подходов и принципов выбора скважин при планировании операций проведения ГРП до сих пор не выработано. Этот метод хоть и позволяет увеличить нефтеотдачу пласта в 2-3 раза, однако, в связи с высокой стоимостью работ от 3,5 до 5-6 млн. руб. за скважинную операцию, относительно непродолжительным эффектом и невозможностью повторного применения на одной и той же скважине, экономическая эффективность метода невысока.

При использовании химических методов (в 20% случаев), в землю закачивается большое количество различных химических реагентов, в том числе и таких агрессивных как плавиковая, хлорная кислота и др., которые не всегда эффективно извлекаются из скважин, а некоторые, закачиваемые в нагнетательные скважины, вообще не извлекаются. Последствия их воздействия на природу, в частности, на подземные воды, пагубны. Утилизация агрессивных отходов после обработки скважин также приводит к дополнительной нагрузке на окружающую среду. Помимо этого агрессивные реагенты сокращают срок службы металлических частей скважин, причиняя прямые убытки добывающим компаниям. Химические методы позволяют увеличить нефтеотдачу на 25-30% и имеют экономическую эффективность - 648 руб./т.

В последние годы стали комбинировать уже известные методы с целью получения синергетического эффекта и снижения энергоемкости: при котором сочетаются гидродинамический и тепловой методы, гидродинамический и физико-химический методы, тепловой и физико-химический методы и так далее.

Потенциальные возможности увеличения нефтеотдачи пластов различными методами по России КИН по данным [3] составляет: тепловых 15–30%, газовых – 5–15%, химических – 25–35%, физических в – 9–12%, гидродинамических 7–15% (рис. 2).

По оценкам специалистов РГУНГ им. И.М.Губкина [9], в комплексе современных МУН все более значимое место приобретают геофизические методы. Особенностью которых является то, что все они в качестве «рабочего агента» воздействия на пласт используют не вещество (пар, газы, химические реагенты, и т.п.), а физические поля разной природы (электромагнитные,

упругих колебаний, ядерно-физические и т.д.), а также используют оборудование, аппаратуру и технологии, практически не отличающиеся от традиционных для геофизических исследований скважин.

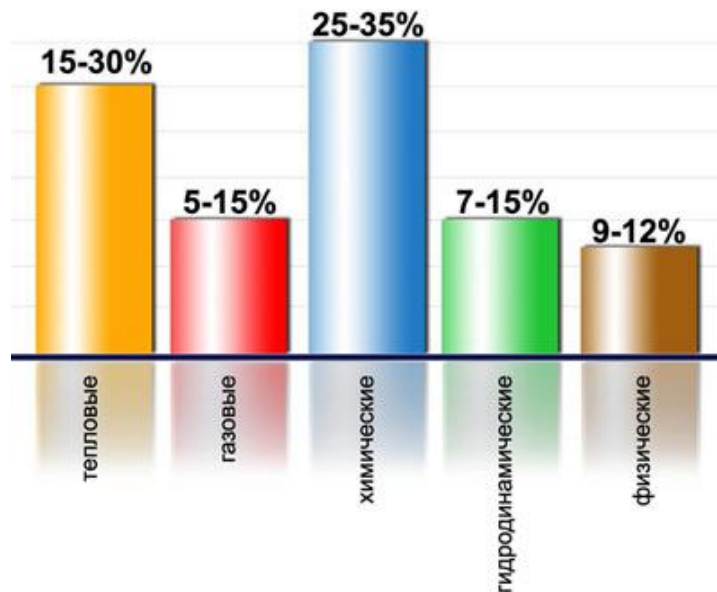


Рис. 2. Потенциальные возможности увеличения нефтеотдачи пластов различными методами по месторождения России.

Наиболее экономически эффективными и безопасными в настоящее время являются акустические методы, которые имеют экономическую эффективность 222 рубля вложений на 1 тонну дополнительно добытой нефти. Однако и они имеют ряд ограничений, сужающих область применения.

В этой группе методов, наиболее развитых сегодня в теоретическом и аппаратурно-технологическом аспектах, особенно при воздействии на пласт и призабойную зону скважин, являются методы акустического воздействия, среди них – акустические в ультразвуковом диапазоне [10-13].

С позиции рационального природопользования создание новых комбинированных технологий интенсификации добычи нефти и повышения нефтеотдачи пластов обеспечит существенную экономию ресурсов, в ситуации, когда перед Россией «возникли масштабные стратегические вызовы, связанные с обеспечением средств для технического перевооружения» [14]. Оно позволит также добиться снижения экологического воздействия на окружающую среду, повышения экономической эффективности добычи нефти. Залогом этого является интенсивное развитие научных исследований и прикладных работ.

Литература и источники

1. Задачи нефтеотдачи // Нефтесервис. -2009. - № 4.
2. Муллакаев М.С. Экономически безопасные и эффективные технологии интенсификации добычи нефти// Проблемы и риски современной российской модернизации: концептуальное осмысление и практика реализации. - М.-Чебоксары, 2012. - С.87.

3. Обзор современных методов повышения нефтеотдачи пласта. // <http://www.petros.ru>. 2012.
4. Доклад «Об итогах деятельности топливно-энергетического комплекса Российской Федерации в 2009 году и задачах на 2010 г.». Заместитель Министра энергетики Российской Федерации С.И. Кудряшов
5. Кузнецов Н.П., Музинов Х. Н., Савиных Ю.А. Инновационные разработки в области добычи нефти. М., 2010.
6. Сургучев М.Л. Вторичные и третичные методы увеличения нефтеотдачи пластов// Молодой ученый. Проблемы добычи нефти в Белоруссии. - 2011. - С. 29.
7. Боксерман А., Мищенко И. Пути преодоления негативных тенденций развития НГК России. // OilCapital.ru. 01.09.2006.
8. Мищенко И.Т. Скважинная добыча нефти. Учебное пособие для вузов. - М.: ФГУП Изд-во «Нефть и газ» РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина. - 2003. - 816 с.
9. Мельников В.Б. Перспективы применения волновых технологий в нефтегазовой отрасли. РГУНГ им. И.М.Губкина// Академические чтения. -М., 2007.
10. Муллакаев М.С., Абрамов В.О., Печков А.А. Ультразвуковое оборудование для восстановления продуктивности нефтяных скважин // Химическое и нефтегазовое машиностроение. - 2009. -№ 3. - С. 12-17.
11. Муллакаев М.С., Абрамов О.В., Абрамов В.О., Градов О.М., Печков А.А. Ультразвуковая технология восстановления продуктивности низкодебитных скважин // Химическое и нефтегазовое машиностроение. - 2009. - № 4. - С.19-23.
12. Абрамов В.О., Муллакаев М.С., Калинин В.Т., Абрамова А.В., Баязитов В.М., Есипов И.Б., Салтыков А.А., Салтыков Ю.А. Комплекс оборудования и ультразвуковая технология восстановления продуктивности нефтяных скважин // Нефтепромысловое дело. - 2012. - № 9. - С. 25-30.
13. Vladimir O Abramov, Marat S Mullakaev, Anna V Abramova, Igor B Esipov, Yuri A Saltikov, Timothy J Mason. Ultrasonic technology for enhanced oil recovery from failing oil wells and the equipment for its implementation. Ultrasonics Sonochemistry. - 2013. - Vol. 20. Issue 5. - P. 1289 -1295.
14. Турицын И.В. Российская Федерация в поисках новой нефтяной политики в 1990-2000-е гг.: к вопросу об энергетической и национальной безопасности// Проблемы и риски современной российской модернизации: концептуальное осмысление и практика реализации. - М.-Чебоксары, 2012. - С.84.

МУЛЛАКАЕВ МАРАТ САЛАВАТОВИЧ – доктор технических наук, старший научный сотрудник Института общей и неорганической химии им Н.С. Курнакова РАН (mullakaev@mail.ru)

MULLAKAEV, MARAT S. – Doctor of Technical Sciences, senior researcher, Kurnakov Institute of General and Inorganic Chemistry, Russian Academy of Sciences. Russia, Moscow.