

ЭКОЛОГИЧЕСКИ БЕЗОПАСНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ УВЕЛИЧЕНИЯ НЕФТЕОТДАЧИ ДЛЯ МЕСТОРОЖДЕНИЙ КАСПИЙСКОГО РЕГИОНА

Л.К. Алтунина, В.А. Кувшинов, И.В.Кувшинов
Институт химии нефти СО РАН, г. Томск

В настоящее время Каспийский бассейн считается перспективным нефтяным регионом. Большая доля запасов нефти приходится на Казахстан, Азербайджан, Россию и Туркмению. С конца 90-х годов добыча нефти и газа в Каспийском регионе быстро растет, например, добыча нефти с 1992 по 2003 г. возросла почти вдвое – с 40.3 до 76.8 млн т в год. Это связано как с возрастанием глобального потребления энергоносителей, увеличением цен на нефть, так и с применением новых технологий добычи нефти. Для эффективного освоения трудно извлекаемых запасов нефти Каспийского региона и дальнейшего увеличения ее добычи необходимо создание и широкомасштабное применение новых комплексных технологий увеличения нефтеотдачи.

В Институте химии нефти СО РАН проводятся фундаментальные и прикладные исследования, на базе которых создан ряд новых наукоемких, экологически безопасных технологий увеличения нефтеотдачи пластов, масштабное промышленное применение которых позволяет продлить рентабельную эксплуатацию месторождений, находящихся на поздней стадии разработки, и вовлечь в разработку месторождения с трудно извлекаемыми запасами нефти, в том числе залежи высоковязких нефтей. Создана перспективная концепция использования энергии пласта или закачиваемого теплоносителя для генерации нефтевытесняющего флюида, гелей и зелей непосредственно в пласте. Разработаны физико-химические основы методов увеличения нефтеотдачи с применением гелеобразующих систем и композиций поверхностно-активных веществ (ПАВ), сохраняющих, саморегулирующих в пласте длительное время комплекс свойств, оптимальный для целей нефтевытеснения.

Одна из главных причин неполного извлечения нефти связана с геолого-физической неоднородностью залежи, что проявляется в неполном охвате залежи заводнением или паротепловым воздействием. Это главным образом неоднородность строения и свойств породы-коллектора на макро- и микроуровне, которая усиливает в конечном счете дисперсию гидродинамических, энерго- и массообменных процессов в пласте. Многолетняя практика применения всевозможных методов увеличения нефтеотдачи на месторождениях России показала, что наиболее успешными оказались методы, повышающие охват пласта закачиваемой водой или паром. Одним из перспективных способов решения проблемы увеличения охвата пласта является внутрипластовая генерация гелей.

В Институте в течение ряда лет изучаются физико-химические и гидродинамические аспекты внутрипластовой генерации гелей. Гелеобразующие системы в поверхностных условиях являются маловязкими водными растворами, в пластовых – превращаются в гели. Гелеобразование происходит под действием тепловой энергии пласта или закачиваемого теплоносителя, а также в результате взаимодействия закачиваемой систем с пластовыми флюидами и породой-коллектором. Исследованы кинетика гелеобразования, реологические и фильтрационные характеристики гелей различных типов для неоднородных пластов с проницаемостью в интервале от 0.01 до 10 мкм². Предложены термотропные гелеобразующие системы: полимерные на основе эфиров целлюлозы и неорганические системы соль алюминия – карбамид – вода с различным временем гелеобразования – от нескольких минут до нескольких суток – в интервале температур 30-320 °С. С их использованием разработаны пять гель-технологий для увеличения нефтеотдачи высоко неоднородных пластов, которые промышленно используются на месторождениях Западной Сибири и республики Коми. Экологическая безопасность реагентов, их безвредность для человека позволяют широко использовать гель-технологии на месторождениях России и других стран.

Применение термообратимых полимерных гелей (композиций МЕТКА) многообразно, они используются в ряде технологий. За 1998-2003 г. проведена закачка композиций МЕТКА в 382 скважины, дополнительная добыча нефти составила 480 тыс. тонн. Эффективность технологии в среднем 1300 тонн дополнительно добытой нефти на скважино-обработку. Все реагенты – продукты многотоннажного промышленного производства. В газодобывающих скважинах на Мыльджинском газоконденсатном месторождении испытана технология ликвидации заколонных перетоков воды. В 2006-2007 гг. на 24 скв. месторождений ОАО «Русснефть» проведены работы по ограничению водопритока и ликвидации заколонных перетоков. В 2007 г. успешно проведены опытно-промышленные испытания технологии на 9 скважинах на месторождениях Ликваер, Джибаль и Далила в Омане. После закачки гелеобразующей композиции снижается обводненность и увеличиваются дебиты по нефти.

Представлены результаты промысловых испытаний на месторождениях России и Китая новых физико-химических технологий увеличения нефтеотдачи залежей высоковязких нефтей. Организовано промышленное производство композиций в России и Китае.

В 2002-2004 гг. на участке паротеплового воздействия ПТВ-3 пермо-карбоновой залежи высоковязкой нефти Усинского месторождения (4 паронагнетательных и 29 добывающих скважин) успешно проведены опытно-промышленные испытания технологии увеличения охвата пласта паротепловым воздействием с применением неорганической гелеобразующей композиции ГАЛКА-термогель-С. Дополнительная добыча нефти составила 33 тыс. тонн, снижение обводненности – 3-45%, увеличение дебитов по нефти в среднем 23%, уменьшение дебитов по жидкости 19.8 %. В 2006-2008 гг. там же проведены опытно-промышленные работы по увеличению эффективности пароциклического воздействия – ограничения водопритока с применением композиций ГАЛКА-термогель-С. Всего было выполнено 32 скважино-операции. После закачки композиции ГАЛКА-ТЕРМОГЕЛЬ-С наблюдается увеличение дебитов по нефти от 2.6 до 23.7 тонн/сут., снижение обводненности до 33-35 %, успешность работ около 90 %. На месторождении Ляохэ, КНР, в 2005-2006 гг. на двух пароциклических скважинах успешно проведены опытно-промышленные испытания технологии ограничения водопритока с применением термообратимых полимерных гелей МЕТКА. Таким образом, промышленные испытания подтвердили эффективность применения гель-технологий при пароциклическом и паротепловом воздействии: происходит увеличение охвата пласта закачкой пара, снижение обводненности на 3-45% и увеличение дебитов нефти на 11-33%.

Представлены результаты промысловых испытаний технологии Института химии нефти для увеличения нефтеотдачи залежей высоковязких нефтей, разрабатываемых паротепловым воздействием, с применением нефтewытесняющих композициями на поздней стадии разработки на Усинском месторождении в России и на месторождении Ляохэ в Китае. Композиции содержат ПАВ и способны генерировать непосредственно в пласте при тепловом воздействии углекислый газ и щелочную буферную систему. Применение технологии при стационарной закачке пара приводит к снижению обводненности продукции на 10-20%, увеличению дебитов по нефти в среднем на 40%. При пароциклическом воздействии в результате применения технологии добыча нефти возросла по сравнению с закачкой пара в 1.8-2.3 раза, продолжительность периода добычи нефти на 3-5 месяцев, вязкость нефти уменьшилась в 3 раза, температура застывания снизилась на 10-22°C.

Все технологии реализуются в рамках существующих систем разработки месторождений, не требуют существенных капитальных затрат и изменений промышленной инфраструктуры, используют продукты многотоннажного промышленного производства, экологически безопасны. Масштабы применения технологий на месторождениях в Каспийском регионе могут составить сотни скважино-обработок в год.