

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Российский государственный университет
нефти и газа (национальный
исследовательский университет)
имени И.М. Губкина»
(ГУБКИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)



119991, г. Москва, Ленинский просп., д. 65, корп. 1
Телефон: (499) 507-88-88 (многоканальный);
E-mail: com@gubkin.ru; <http://www.gubkin.ru>
ОКПО 02066612; ОГРН 1027739073845
ИНН/КПП 7736093127/773601001

04 МАРТА 2024 г. № Д/239
на № _____ от _____

«УТВЕРЖДАЮ»

Проректор по научной работе

к.т.н., доцент

Калашников П.К.

03 2024 г.



ОТЗЫВ

ведущей организации

федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Российский государственный университет нефти и газа (национальный исследовательский университет) имени И.М. Губкина» (РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина) на диссертационную работу Повжика П.П. «Научно-методическое обоснование технологий разработки трудноизвлекаемых запасов нефти Припятского прогиба», представленной на соискание учёной степени доктора технических наук по специальности 2.8.4. Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений (технические науки).

Представленная диссертационная работа состоит из введения, шести разделов, выводов и заключения. Общий объем работы составляет 334 страницы, включая 118 рисунков, 49 таблиц и приложение. Библиографический список содержит 275 наименований.

Актуальность темы диссертации

В работе автор отмечает, что в настоящее время в пределах Припятского прогиба открыто более 90 месторождений углеводородов (УВ), из них в промышленной разработке находятся 65 месторождений, значительная часть которых относится к завершающей стадии разработки. Особенностью этих месторождений является преобладание карбонатных коллекторов, развитых в межсолевой, подсолевой и

внутрисолевой девонских толщах. Характерной особенностью пластов, сложенных осадочными породами, является наличие тонкослоистых, глинисто-кремнисто-карбонатных отложений с низким и средним содержанием органического углерода (Сорг – ср. 1,58 % (0,24 – 8,14 %)), являющихся аналогом доманикоидных отложений Тимано-Печорской провинции. Эти месторождения относятся к категории трудноизвлекаемых, запасы которых составляют 31,477 млн. т или 67,1 % от суммарных остаточных извлекаемых запасов (ОИЗ) региона и которые являются объектом исследования представленной диссертационной работы.

Высокая геологическая неоднородность продуктивных отложений, сложное строение емкостного пространства коллекторов и наличие систем трещин различного направления обуславливают неравномерную выработку запасов, преждевременное обводнение продукции добывающих скважин по трещинам или по пропласткам суперколлектора. Применение традиционных технологий разработки месторождений не позволяют достичь утвержденных значений коэффициента извлечения нефти (КИН) и вести их рентабельную разработку. Все эти условия указывают на необходимость разработки новых научно обоснованных технологий извлечения нефти, реализация которых позволит повысить эффективность выработки трудноизвлекаемых запасов (ТриЗ) месторождений Припятского прогиба. Тема работы, направленная на решение этих задач, является актуальной.

Научная новизна исследований и полученных результатов

Теоретическая часть диссертационной работы основана на детальном многофакторном анализе результатов исследований особенностей и проблем разработки ТриЗ, полученных отечественными и зарубежными исследователями. Анализ подходов, применяемых при планировании мероприятий по повышению эффективности разработки ТриЗ на месторождениях Припятского прогиба, представленный в первой главе, показал, что большинство существующих методик планирования геолого-технических мероприятий решает узкий круг задач, и зачастую не учитывает изменение геолого-физических свойств залежей в процессе разработки приуроченных к ним запасов, что обуславливает необходимость разработки научно-методологических подходов по установлению структурных связей между изменяющимися геолого-физическими свойствами месторождений с ТриЗ, проблемами их разработки и граничными условиями эффективного применения технологий. Для этого автором разработан универсальный алгоритм системно-адресного планирования новых технологий разработки ТриЗ и классификация ТриЗ с дифференциацией их на отдельные классы по

свойствам нефтей, неблагоприятным характеристикам коллекторов и технологическим проблемам разработки. Это позволило выявить групповые характеристики объектов с ТриЗ для дифференцированного подбора адресных технологий воздействия с целью увеличения темпов отбора и КИН.

Обоснованию пунктов научной новизны посвящены последующие разделы диссертационной работы. Первый пункт научной новизны получен по результатам большого объема исследований кернового материала нетрадиционных коллекторов (исследовано 237 погонных метров керна), результаты которых представлены во втором разделе диссертационной работы. Для оценки генерационного потенциала УВ отложений I-III пачки Речицкого месторождения выполнено 1252 лабораторных исследований керна на пиролитическом анализаторе НАWK.

Второй и последующие пункты научной новизны также обоснованы результатами выполненных лабораторных и фильтрационных исследований, проведением вычислительных экспериментов с применением ГГДМ, промысловых исследований на залежах с ТриЗ, обобщением их результатов, представленных в последующих разделах диссертационной работы. Определение периода сегрегации нефти доказано лабораторными (выполнено 14 экспериментов), промысловыми исследованиями и ГГДМ. Для определения начального градиента фильтрации для низкопроницаемых коллекторов Припятского прогиба на фильтрационной установке автором проведены исследования по определению начального градиента фильтрации пластового флюида на низкопроницаемых карбонатных образцах керна из матрицы месторождений Припятского прогиба (более 50 экспериментов). В результате проведения 352 лабораторных исследования керна и экспериментальных работ на скважинах доказано, что проницаемость засоленного коллектора может быть значительно увеличена за счет частичного или полного растворения галитовых включений и выноса продуктов растворения из пласта вместе с водой и нефтью. Выполненные лабораторные исследования керна, включающие 24 бразильских теста, 119 прочностных тестов при одноосном и трехосном сжатии, позволили впервые выявить зависимости между основными упругими и прочностными свойствами нетрадиционных коллекторов Припятского прогиба для решения прикладных задач применения ГРП и увеличения объемов дренирования пластов.

Автором впервые установлено:

1. Что условиями формирования залежи нефти в нетрадиционных коллекторах I-III пачки Речицкого месторождения являются процессы генерирования углеводородов из

собственного органического вещества (ОВ) и их миграции из погруженной части Речицко-Шатилковской ступени. Результаты выполненных пиролитических исследований керна и расчетов коэффициента трансформации ОВ позволяют прогнозировать зоны локализации запасов углеводородов в нетрадиционных коллекторах других участков их распространения в Припятском прогибе.

2. Впервые для месторождений Припятского прогиба на основании гидродинамического моделирования и данных промысловых экспериментов разработан подход к оценке продолжительности периода сегрегации нефти, позволяющий корректно обосновать значения параметров реализации технологии совместной эксплуатации основного и бокового стволов скважин.

3. Впервые для геолого-физических условий нефтяных месторождений Припятского прогиба установлена зависимость начального градиента фильтрации от абсолютной проницаемости матрицы коллектора, что позволило обосновать применимость нестационарного (циклического) воздействия посредством многоэтапного регулирования амплитуды и градиента давления между блоками и трещинами.

4. Научно обоснована возможность полного использования упругой энергии истощенных залежей с низким пластовым давлением и снижения пластового давления до предельного, близкого к нулю, исключая риск смятия эксплуатационной колонны и позволяющая увеличивать конечный КИН.

5. Установлена возможность повышения фильтрационных свойств низкопроницаемых засоленных коллекторов при воздействии на них пресной или подкисленной водой, что является основой эффективных технологий освоения и эксплуатации скважин в указанных осложненных условиях. Для условий Березинского месторождения получена зависимость прироста коэффициента продуктивности скважин от объема используемого агента.

6. По данным выполненных комплексных исследований керна получены зависимости между основными упругими и прочностными свойствами нетрадиционных коллекторов Припятского прогиба, что является теоретической основой разработки технологий заканчивания и эксплуатации скважин в нетрадиционных коллекторах.

Личный вклад автора

1. Разработка методов и технологий, направленных на интенсификацию добычи нефти и ПНП. Обоснование и разработка алгоритма системно-адресного планирования создания, адаптации и применения комплекса новых технологий повышения эффективности выработки ТриЗ. Оценка обеспеченности классов ТриЗ Припятского прогиба

технологиями, определение направления развития технологий, разработка, адаптация и внедрение новых технологий активизации выработки ТРИЗ.

2. Разработана принципиальная схема обоснования зон заложения и технологии заканчивания новых скважин для разработки нетрадиционных отложений. Предложенная схема принята за основу при реализации первого системного проекта по изучению и разработке нетрадиционных коллекторов Республики Беларусь.

3. Постановка задач исследований, скрининга и разработки комплекса новых технологий и методов увеличения нефтеотдачи. Постановка задач по лабораторным, экспериментальным и модельным исследованиям при составлении и реализации программ ОНР по адаптации методов и технологий.

4. Разработка механизма системного адресного выбора и принципа планирования технологий по критериям их эффективности, проблемам разработки и геолого-физическим свойствам классов ТРИЗ, который позволил создать основу цифрового проектирования методов воздействия на пласт для повышения эффективности их выработки.

Практическая значимость работы

Практическое внедрение результатов диссертационной работы подтверждено соответствующими актами о внедрении, выданными Республиканским унитарным предприятием «Производственное объединение «Белоруснефть». Практическая ценность работы соискателя не вызывает сомнений и сформулирована в диссертации следующим образом:

1. Разработан универсальный алгоритм системно-адресного планирования новых технологий разработки ТРИЗ, устанавливающий структурные связи между геолого-геофизическими свойствами ТРИЗ, проблемами их разработки и граничными условиями эффективного применения технологий.
2. Разработана и внедрена для месторождений Припятского прогиба классификация ТРИЗ с дифференциацией их на отдельные классы по свойствам нефти, неблагоприятным характеристикам коллекторов и технологическим проблемам разработки, что позволило выявить групповые характеристики объектов для дифференцированного подбора адресных технологий воздействия с целью увеличения темпов отбора и КИН.
3. Разработанная схема обоснования зон первичного вскрытия нетрадиционных коллекторов Припятского прогиба позволила реализовать первый системный проект с оптимальной траекторией скважины и длиной ее горизонтального участка, технологией заканчивания и освоения, что обеспечило увеличение в три раза темпа извлечения ТРИЗ.

4. Разработана и реализована недропользователем адресная программа интенсификации добычи нефти и повышения нефтеотдачи пластов на месторождениях Припятского прогиба в рамках предложенных подходов и технологий.

5. Установлены оптимальные условия и режимы практической реализации предложенных технологий, обоснованы геолого-промысловые критерии их эффективного применения, спрогнозированы ожидаемые приросты КИН. Практическое внедрение предложенных технологий на нефтяных месторождениях Припятского прогиба показало их эффективность, так, дополнительно получено более 3,0 млн. т нефти, по ряду залежей зафиксировано увеличение КИН на 3–5 %.

Основные положения диссертации легли в основу программ опытно-промысловых работ (2019 г. - 2025 г.), направленных на интенсификацию добычи нефти на объектах Припятского прогиба.

Соответствие паспорту специальности

Диссертация полностью соответствует паспорту специальности 2.8.4. Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений (технические науки) по следующим пунктам областей исследований:

П.1 - Промыслово-геологическое (горно-геологическое) строение залежей и месторождений углеводородов и подземных хранилищ газа, пластовых резервуаров и свойства насыщающих их флюидов с целью разработки научных основ геолого-информационного обеспечения ввода в промышленную эксплуатацию месторождений углеводородов и подземных хранилищ газа.

П.2 - Геолого-физические и физико-химические процессы, протекающие в пластовых резервуарах и окружающей геологической среде при извлечении из недр нефти и газа известными и создаваемыми вновь технологиями и техническими средствами для создания научных основ эффективных систем разработки месторождений углеводородов и функционирования подземных хранилищ газа.

П.3 - Научные аспекты и средства обеспечения системного комплексного (мультидисциплинарного) проектирования и мониторинга процессов разработки месторождений углеводородов, эксплуатации подземных хранилищ газа, создаваемых в истощенных месторождениях и водонасыщенных пластах с целью рационального недропользования.

П.5 - Научные основы компьютерных технологий проектирования, исследования, эксплуатации, контроля и управления природно-техногенными системами, формируемыми для извлечения углеводородов из недр или их хранения в недрах с целью

эффективного использования методов и средств информационных технологий, включая имитационное моделирование геологических объектов, систем выработки запасов углеводородов и геолого-технологических процессов.

Полнота опубликованных результатов работы

Результаты и основное содержание диссертации Повжика П.П. отражено в 43 печатных работах: в том числе 12 статей в журналах, входящих в перечень изданий, рекомендованных ВАК РФ, 6 статей в изданиях, включенных в международные реферативные базы данных и системы цитирования, 2 монографии и 6 патентов ЕАПВ на изобретение.

Последовательность и логика изложения текста, структурирование материалов исследования и систематизация результатов исследования позволили автору добиться целостности диссертации и обеспечить аргументированность выводов и положений. Текст работы написан грамотным техническим языком. Каждая глава завершена выводами.

Автореферат полностью соответствует содержанию диссертации.

Замечания по диссертации

Принципиальных замечаний, влияющих на качество диссертационной работы, её научную ценность и практическую значимость нет, однако, в качестве замечаний следует отметить следующее:

1. Во втором разделе диссертации представлены результаты по изучению петрофизических, геохимических и геомеханических свойств нетрадиционных коллекторов. Однако не приводятся сведения на каком оборудовании и по каким методикам эти исследования выполнены.
2. В четвертом разделе диссертации представлены результаты исследований автора в области эффективной разработки ТРИЗ с неоднородными коллекторами с избирательным воздействием на отдельные низкопроницаемые зоны или интервалы пластов путем создания в пределах этих зон (интервалов) системы фильтрационных каналов. Разработана своя система экспертного ранжирования залежей по эффективности применения скважин сложной архитектуры (ССА). Но почему возникла необходимость создания новой методики и ее практическая значимость в работе не уточняется.
3. В пятом разделе предложена технология и ее варианты для разработки тектонически или литологически изолированных небольших залежей одиночными скважинами. Расчеты эффективности технологии и ее вариантов выполнены на ГГДМ. Однако в диссертации

отсутствует информация об особенностях этих моделей, что затрудняет оценку обоснованности полученных результатов.

В этом же разделе приводится зависимость прироста коэффициента продуктивности околоскважинной зоны засоленного пласта при закачке пресной или подкисленной воды, что автор связывает с эффектом растворения галитовых включений. Но в ряде случаев эффект рассоления пластов приводил и к снижению фильтрационно-емкостных свойств (ФЕС) и к изменению геомеханических свойств пласта. В работе недостаточно полно отражены процессы, которые, по мнению автора, приводят именно к увеличению ФЕС.

Сделанные замечания не умаляют ценности представленной работы.

Заключение

Диссертация Повжика Петра Петровича «Научно-методическое обоснование технологий разработки трудноизвлекаемых запасов нефти Припятского прогиба» посвящена актуальной теме, содержит новые научные результаты и обоснованные технологические решения, имеет теоретическую и практическую ценность. Автором выполнен большой объем теоретических, лабораторных, экспериментальных и промысловых исследований, позволивший разработать научно-методическое обоснование применения технологий и сами технологии разработки ТРИЗ нефти Припятского прогиба. Полученные автором научные и практические результаты позволили внедрить новые подходы к разработке нефтяных месторождений, имеющие теоретическое, практическое и экономическое значение для развития нефтегазовой отрасли Республики Беларусь и могут найти широкое применение на нефтяных месторождениях РФ.

Диссертация «Научно-методическое обоснование технологий разработки трудноизвлекаемых запасов нефти Припятского прогиба», представленная на соискание учёной степени доктора технических наук по специальности 2.8.4. Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений, соответствует требованиям раздела 2 «Порядка присуждения учёных степеней в ПНИПУ» федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Пермский национальный исследовательский политехнический университет», принятого на заседании Учёного совета ПНИПУ, протокол №3 от 25 ноября 2021 г. и утверждённого ректором ПНИПУ 09.12.2021 г., а её автор – Повжик Петр Петрович – заслуживает присуждения учёной степени доктора технических наук по специальности 2.8.4. Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений.

Диссертационная работа Повжика Петра Петровича и отзыв были обсуждены на заседании кафедры Разработка и эксплуатация нефтяных месторождений РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина.

Присутствовали на заседании 15 человек, в т.ч. 6 докторов и 9 кандидатов наук.

Результаты голосования: «за» - 15, «против» - 0, «воздержалось» - 0.

Принято единогласно.

Протокол № 06 от «27» февраля 2024 года.

профессор, д.т.н., профессор
кафедры Разработка и эксплуатация
нефтяных месторождений

Михайлов Н.Н.

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный университет нефти и газа (национальный исследовательский университет) имени И.М. Губкина».

119991, г. Москва, Ленинский проспект, д. 65

Телефон +7(499) 507-88-88

Электронная почта com@gubkin.ru

27.02.2024

Подпись Михайлова Н.Н. заверяю

