РГБ ОД
2 2 СЕН 1997

На правах рукописи

Волков Юрий Васильевич

Геология месторождений природных битумов (высоковязких нефтей) Черемшано-Ямашинской структурной зоны в связи с проблемой их промышленного освоения

00.00.17 — геология, поиски и разведка нефтяных и газовых месторождений

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук в форме научного доклада

(подпись)

Санкт-Петербург — 1997 г.

Работа выполнена в опытно-экспериментальном нефтегазодобывающем управлении "Татнефтебитум" АО "Татнефть" им. В.Д. Шашина

Научные руководители: академик Российской Академии естественных наук, доктор геолого-минералогических наук Р.Х. Муслимов,

кандидат геолого-минералогических наук, член-корреспондент Международной Академии минеральных ресурсов доцент В.Г. Изотов

Официальные оппоненты: Доктор геолого-минералогических наук В.В. Грибков (ВНИГРИ), Доктор геолого-минералогических наук, профессор Г.Т. Юдин (ИГРГИ)

Ведущее предприятие: АО "Татнефтегеофизика"

Защита состоится 29 сентября 1997 г. в 14 часов на заседании диссертационного Совета Д.071.02.01 при Всероссийском нефтяном научно-исследовательском геологоразведочном институте (ВНИГРИ) по адресу: 191104, Санкт-Петербург, Литейный пр-т, 39, ВНИГРИ.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке института.

Автореферат разослан 28 августа 1997 г.

Ученый секретарь
диссертационного Совета,
кандидат геолого-минералогических наук А.К. Дертев

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ.

Актуальность работы. Республика Татарстан (РТ) является одним из ведущих регионов Волго-Уральской нефтяной провинции, однако, длительная и активная эксплуатация нефтяных залежей привела к их истощению. Поэтому в настоящее время стал актуальным вопрос о замене жидких подвижных углеводородов в структуре добычи на высоковязкие нефти (ВВН) и природные битумы (ПБ).

В первую очередь, это относится к месторождениям, расположенным в промышленно освоенных районах средней полосы Российской Федерации, в Татарском Закамье.

Даже учитывая благоприятные экономические условия развития битумного производства в РТ, освоение запасов ПБ оказалось весьма трудоемким и не столько технологически, сколько технически.

Анализ современного состояния поисково-разведочных работ показывает, что традиционный подход, используемый в нефтепоисковой практике для нефтяных месторождений, не подходит для оценки месторождений ПБ:

- во-первых, нет точных определений условий формирования ловушек углеводородов, не установлены их связи с тектоническими и седиментационными факторами;
- во-вторых, значительные литологическая и фациальная изменчивость затрудняют выделение закономерностей распространения коллекторов;
- в третьих, полностью отсутствует методологическая система наземных геофизических методов, являющихся основой для постановки поисково-разведочного бурения;
- в четвертых, не проведены геохимические исследования с поверхности в контурах предполагаемых залежей, отсутствуют оценочные критерии и показатели;
- в пятых, нет методических указаний к опробованию и исследованию объектов испытания; полностью отсутствуют оптимальные варианты опытно-промышленных работ (ОПР).

Решение поставленных задач дает возможность дифференцированной оценки запасов ПБ, а при успешном решении вопроса опытно-промышленной эксплуатации с применением вторичного и третичного воздействия на пласт - прирост запасов по высшим промышленным категориям.

Отсутствие надежной методики поисково-разведочных работ привело к многочисленным переоценкам запасов и ресурсов ПБ РТ, что не позволяет в достаточной степени точно прогнозировать развитие комплекса "разведка - добыча - переработка ", являющегося основным в условиях поиска новых форм менеджмента.

Поэтому, рассмотренные в предлагаемой диссертации вопросы оценки запасов ПБ на основе комплекса мероприятий по поиску, разведке и опытно-промышленным работам (эксплуатации), являются актуальными и носят важное народно-хозяйственное значение.

Основной целью работы является разработка подходов к оперативной оценке месторождения ПБ с учетом специфики геологического строения и закономерностей размещения залежей и месторождений ПБ в уфимских отложениях Черемшано-Ямашинской структурной зоны на основе проведения четырехстадийного комплекса геолого-разведочных работ.

Обоснование постановки работы и задачи исследования.

Работа выполнена в рамках научно-производственного направления деятельности опытно - экспериментального нефтегазодобывающего управления "Татнефтебитум" АО"Татнефть" по приросту запасов промышленных категорий на стадии поисково-разведочных и опытно-промышленных работ.

Поскольку объект исследования (залежь, месторождение ПБ) является специфичным из-за небольшой глубины залегания, низких пластовых давлений, температур, сверхвысоких вязкостей и плотностей, сложного строения как по объему, так и по разрезу ловушки, довольно резко изменяющимся водобитумным контактом (ВБК) по вертикали, с характерным соотношением "вода-битум" непосредственно в "теле" залежи, чего не наблюдается в нормальных нефтяных месторождениях, выбор первоочередных объектов промышленного освоения и методов разработки продуктивных пластов - все это представляет научный и практический интерес.

Основными задачами, решаемыми для достижения цели, являются следующие:

1. Изучение геологических особенностей месторождений ПБ; структурно-тектонических и литолого-фациальных условий локализации месторождений ПБ, а так же условий формирования залежей ПБ в уфимском терригенном комплексе верхнепермских отложений.

2. Промышленная типизация месторождений ПБ на основе комплексного изучения геологических особенностей залежей и физико-химических свойств ПБ и пластовых вод.

3. Определение стратегии ведения геологоразведочных работ в комплексе с промышленным освоением месторождений ПБ Черемшано-Ямашинской структурной зоны.

Научная новизна:

1. Установлена геологическая специфика условий формирования Черемшано-Ямашинской структурной зоны.

2. Изучен характер неоднородностей в строении месторождений природных битумов Черемшано-Ямашинской структурной зоны.

3. Проведена типизация месторождений ПБ в зависимости от структурно-тектонических и литолого-фациальных особенностей их локализации.

4. Разработан гибкий комплекс методов оценки промышленных запасов месторождений ПБ.

5. Предложена научно-обоснованная четырехстадийная схема проведения разведки месторождений ПБ Черемшано-Ямашинской структурной зоны.

Фактический материал. Представленная работа является систематизированным многолетним материалом, с которым автор работал в течение

последних семи лет в специализированном предприятии, занимающимся проблемами природных битумов РТ - ОЭ НГДУ "Татнефтебитум" АО" Татнефть".

Автором проведены геологические исследования и структурные построения для районов распространения месторождений ПБ Черемшано-Ямашинской структурной зоны с использованием материалов более 2000 скважин поисково-разведочного структурного и эксплуатационного бурения.

Изучено более 55 тысяч погонных метров керна, сопровождающиеся детальными литологическими исследованиями образцов в шлифах и определениями коллекторских свойств продуктивных пластов по стандартным методикам. По инициативе и с участием автора проведены экспериментальные геофизические наземные работы по оконтуриванию месторождений ПБ в объеме 12 месторождений (более 50 км геофизических профилей) совместно с прямым геохимическим опробованием (более 300 геохимических проб).

Кроме того, детально изучены многочисленные поверхностные выходы битумоносных пород методами структурно-текстурного анализа для литофациальных построений.

Автором проведен анализ результатов бурения, который позволил рекомендовать и внедрить новую, отличную от применяемой, конструкцию скважины со специальным термостойким цементом, выбрать кондиционную границу битумонасыщенного пласта и, на основе многочисленных испытаний (исследований) на приток (182 скважины), внедрить систему обработки призабойной зоны теплоносителем с получением устойчивых притоков.

В работе приводятся данные полевой геофизики методом естественной поляризации, который применялся на 14 месторождениях, начиная с 1993 года. Этот же метод был впервые использован и дал положительные результаты для контроля за разработкой месторождений ПБ термическими методами (внутрипластовое горение, обработка призабойной зоны скважин паром).

В работе проанализированы физико-химические характеристики пластовых вод и ПБ, полученные по результатам испытаний поисково-разведочных объектов и при опытно-промышленной эксплуатации базовых месторождений (Мордово-Кармальского, Ашальчинского).

<u>Практическая ценность.</u> С использованием методики детальной разведки месторождений ПБ доказана седиментационная природа ловушек терригенного комплекса в уфимских отложениях. Данная методика позволяет проводить уточнение геометрии залежей и повышающей качество подсчетных параметров запасов. Рекомендована и внедрена в практику проведения поисково-разведочных работ методика промышленной разведки месторождений ПБ;

- внедрена принципиально новая многостадийная стратегия разведки месторождений ПБ;

- рекомендуются оптимальные варианты разработки залежей ПБ, основанные на параметрах, полученных в процессе опытной эксплуатации с применением тепловых методов воздействия на пласт параметрах;

- выделен экономически обоснованный комплекс, включающий в себя «разведку - добычу - переработку» совместно ВВН и ПБ.

Основные защищаемые положения.

1. Условия седиментации верхнепермских отложений отражают геодинамические особенности территории, выраженные в формировании как структурных, так и литологических ловушек углеводородов (УВ).

2. Месторождения ПБ и ВВН Черемшано-Ямашинской структурной зоны - специфический, геологический объект, характеризующийся своеобразными условиями локализации и вещественным составом.

3. Гибкая стратегия подхода к освоению месторождений ПБ и ВВН определяется высокой геологической неоднородностью их строения и физико-химическими особенностями флюидов.

4. Разработана комплексная методика промышленной оценки месторождений ПБ Черемшано-Ямашинской структурной зоны, позволяющая учитывать специфические геологические условия, неоднородность строения и физико-химические свойства углеводородов.

Реализация результатов работы. Основные результаты работы внедрены в практику работы АО "Татнефть", РНТЦ ВНИИнефть, института ТатНИПИнефть. Они послужили основой для пересмотра технологических схем разработки на ряде месторождений ПБ РТ, использовались при выборе направлений, объектов и объемов поисков, разведки, промышленной разработки залежей ПБ, составления основных показателей разработки по залежам ПБ, при составлении «Технико-экономического обоснования освоения и развития добычи ПБ Татарстана» по заданию Кабинета Министров Татарстана и республиканской программы "Битумы Татарстана" на период до 2017 года.

Апробация работы. Результаты работы докладывались и обсуждались на Всесоюзной конференции «Проблемы комплексного освоения природных битумов и высоковязких нефтей» в г.Казани в 1991 году, на Международной конференции "Геофизика и современный мир" в г.Москве в 1993 году, на Международной конференции "Проблемы комплексного освоения трудноизвлекаемых запасов нефти и природных битумов (добыча и переработка)" в г.Казани в 1994 г., на Международной конференции, проведенной с США в г.Хьюстоне центром - УНИТАР в 1995 году, на II Международном симпозиуме «Нетрадиционные источники углеводородного сырья» в г.Санкт-Петербурге в 1997 г., а также на многочисленных научно-производственных конференциях АО "Татнефть" с 1978 года.

Место выполнения работы: Опытно-экспериментальное нефтегазодобывающее управление (ОЭ НГДУ) "Татнефтебитум" АО"Татнефть", г.Лениногорск, Республика Татарстан.

В разные периоды времени дискуссии, творческие контакты, а так же различного вида научные и производственные консультации, оказали большое положительное влияние на окончательное формирование темы диссертационной работы, за что автор искренне благодарит научных руководителей: Муслимова Р.Х. и Изотова В.Г.; выражает глубокую признательность научным сотрудникам РНГЦ ВНИИ Гилязовой Ф.С., Янгуразовой З.А., Кондрашкину В.Ф., Ракутину Ю.В., Куваньшеву У.П., Старшову М.Н., Носову П.И., сотрудникам Казанского

Университета Смелкову В.М., Бадамшину Э.З., Лебедеву Н.П., Успенскому Б.В., сотрудникам ТГРУ Смерковичу Е.С., Швыдкину Э.К., Гатиятуллину Н.С., Илатовскому В.В., а также сотрудникам ТатНИПИнефть Фазлыеву Р.Т.. Дияшеву Р.Н., Шалину П.А., Ларочкиной И.А.

Содержание работы. Республика Татарстан является одним из ведущих нефтедобывающих регионов в России. За длительный период нефтепоисковых работ в пределах РТ выявлено 84 месторождения нефти, включающие более 2000 залежей. В настоящее время на большей части месторождений наблюдается спад нефтедобычи, что актуализирует проблему вовлечение в активную разработку нетрадиционных объектов углеводородов. И такими объектами являются, в частности, известные с давних времен месторождения природных битумов и высоковязких нефтей, связанные с отложениями пермской системы. Эти месторождения сосредоточены, главным образом, в пределах Ямашинско-Черемшанской структурной зоны Татарского свода, и стратиграфически приурочены к отложениям уфимского яруса. В настоящее время они вводятся в активную эксплуатацию, чем и объясняется большой интерес к обобщению опыта поисково-разведочных и оценочных работ на месторождениях ПБ и ВВН. Этот опыт аккумулирован в течение длительного времени и основывается на трудах А.В.Нечаева, М.Э.Ноинского, Д.В.Наливкина, Л.М.Миропольского, Е.И.Тихвинской, Е.Н.Ларионовой, Н.Н.Форша, О.А.Радченко, И.О.Брода, заложивших основу геологического анализа условий локализации этих месторождений. В дальнейшем эти работы были продолжены В.И.Троепольским, С.С.Эллерном, Р.Х.Муслимовым, И.С.Гольдбергом, Г.Т.Юдиным, Н.П.Лебедевым, И.М.Акишевым, П.А.Шалиным, Б.В.Успенским и многими другими учеными и производственниками, которые обосновали современную базу специфического подхода к оценке месторождений ПБ и ВВН.

В основу представляемой работы автором положены исследования по изучению геологии битумоносных формаций, условиям залегания месторождений битумов и высоковязких нефтей, а так же широкие производственные эксперименты по поиску рациональных подходов к освоению битумных залежей.

Глава 1. Геологические особенности локализации битумоносных отложений Черемшано-Ямашинской структурной зоны [3, 10, 16, 21, 23, 27, 32, 34, 35, 40]

Анализ геологического положения Черемшано-Ямашинской структурной зоны и восстановление условий седиментации верхнепермских отложений свидетельствуют о специфических геодинамических особенностях позднепалеозойского формирования Татарского свода, выразившихся в его дальнейшей тектонической дифференциации. Этот анализ позволил обосновать первое защищаемое положение о своеобразных условиях седиментации, приведших к формированию комплекса структурных и лито-фациальных ловушек углеводородов, наличие которых и обусловило положение уфимского битумоносного комплекса западного склона Южного купола Татарского свода.

В структурном отношении западный склон Южно-Татарского свода, в пределах которого сосредоточены основные запасы природных битумов, осложнен Акташско-Ново-Елховской, Черемшано-Ямашинской, Ульяновской структурными зонами II порядка, ступенчато погружающимися в направлении Мелекесской впадины. Поисково-разведочные работы на битум ведутся в РТ с 1970 года. Основным объектом опоискования являются отложения песчаниковой пачки уфимского яруса, где к настоящему времени выявлено 77 залежей ПБ.

Отложения уфимского яруса здесь представлены лишь верхним - шешминским горизонтом, подразделяющимся на две пачки: нижнюю - песчано-глинистую и верхнюю - песчаниковую.

Песчано-глинистая пачка. Залегает на размытой поверхности отложений сакмарского яруса и сложена переслаиванием глин, алевролитов, песчаников с отдельными прослоями известняков и мергелей. Характерной особенностью песчано-глинистой пачки является фациальная гетерогенность литологического состава пород. Колебания мощностей отложений песчано-глинистой пачки от 8 до 60 м тесно связаны как с условиями осадконакопления, так и с рельефом поверхности отложений сакмарского яруса и являются следствием палеогеодинамических процессов, выраженных в распространении "геодинамической волны" позднепермской активизации Татарского свода, вызванной заключительными стадиями формирования Уральского орогена. Наличие этой волны объясняет установленный многими исследователями факт последовательного выклинивания с востока на запад нижних горизонтов уфимских отложений.

Таким образом, отложения песчано-глинистой пачки в направлении к Мелекесской впадине постепенно выклиниваются. Аналогично ведут себя породы перекрывающей песчаниковой пачки, выклинивающиеся также в западном направлении.

Песчаниковая пачка. В центральной полосе западного склона Южного купола Татарского свода, где расположена Черемшано-Ямашинская структурная зона, выделяется своеобразная область развития рассыпающихся и слабосцементированных песков и песчаников шешминского возраста. Отличительной особенностью строения пачки является высокая обогащенность песчано-алевролитовым материалом, что позволило выделить область ее распространения в качестве особой фациальной зоны. Ширина этой фациальной зоны около 40 км, при юго-восточном простирании. Песчаниковая пачка сложена мелко- и среднезернистыми (от 0,1 до 0,5мм) полимиктовыми песками и песчаниками с маломощными пропластками алевролитов. В кровле пачки, на контакте с перекрывающими их "лингуловыми глинами" нижнеказанского подъяруса, на отдельных участках отмечаются прослои сильно известковистых песчаников, мощность которых не превышает 1м. Ниже этих прослоев песчаниковая пачка сложена слабосцементированными и рыхлыми песчаниками или песками, в которых кальцитовый цемент присутствует в незначительных количествах (от 3 до 10%, нередко полностью отсутствует), и обломочные зерна часто скрепляются битумным веществом. К этим интервалам коллекторов с высокими фильтрационно-емкостными свойствами приурочены основные продуктивные битумонасыщенные части месторождений ПБ (Каменское, Ашальчинское, Мордово-

Кармальское и др.). Мощность песчаниковой пачки этой фациальной зоны колеблется от 1-2 м до 44м.

Песчаниковая пачка шешминского горизонта уфимского яруса, содержащая залежи битумов в пределах западного склона Южного купола Татарского свода, представляет собой своеобразный природный резервуар. За счет участков накопления песков и песчаников повышенной мощности образуются песчаные тела в виде локальных седиментационных куполов брахиантиклинальной формы, создающих серии цепочек северо-западного простирания. Простирание песчаных тел, в целом, северо-западное, но на отдельных участках отмечаются тела субширотного простирания. Цепочки поднятий отделены друг от друга участками сокращенных (до 1-2м) мощностей песчаниковой пачки.

Песчаные тела сложены почти однородными по составу песчаниками и имеют седиментационную природу. Наибольшие значения мощностей песчаных тел (до 40м) постепенно уменьшаются к периферии. Анализ структурно-текстурных особенностей песчаных тел, в частности, гранулометрических спектров, особенностей окатанности зерен, характера косой слоистости, свидетельствует о формировании этих песчаных тел в барово-дельтовых условиях уфимского бассейна седиментации.

Песчаниковая пачка перекрыта "лингуловыми глинами" байтуганского горизонта нижнеказанского подъяруса. При этом, в центральных частях песчаных тел, где их мощность наибольшая, мощность "лингуловых глин" - минимальная, и, по мере сокращения мощности песчаных тел, увеличивается мощность залегающих над ними глин. Таким образом, «лингуловые глины» как бы нивелируют древний палеорельеф барово-дельтовой фациальной зоны.

Песчаниковая пачка представляет собой гидродинамически обособленный природный пластовый резервуар со своим статическим уровнем. Анализируя количественное распределение параметров пористости, карбонатности и битумонасыщенности коллекторов по разрезу песчаной пачки, можно выделить несколько зон по степени битумонасыщенности. Верхнюю зону образуют песчаники, залегающие в кровле песчаной пачки у непосредственного контакта с перекрывающими "лингуловыми глинами" . В пределах контуров битумоносности месторождений ПБ верхняя зона представлена песчаниками от слабосцементированных до известковистых плотных, средней крепости. Битумонасыщенность песчаников этой части разреза весьма неравномерная и характеризуется частым переслаиванием пропластков различной степени битумонасыщенности. Преобладают пропластки с пониженной битумонасыщенностью (до 5% масс), несмотря на то, что пористость песчаников может быть достаточно высокой - образцы керна из скважин при экстрагировании рассыпаются. На отдельных участках залежей ПБ верхняя зона сложена плотными, сцементированными песчаниками, пористость которых изменяется от 9 до 22%, составляя в среднем 15-17%, а битумонасыщенность колеблется от 2 до 6% масс. Толщина верхней слабобитумоносной зоны по геолого-промысловым данным разведанных месторождений ПБ изменяется от 0,6 до 4,8 м.

Ниже залегает основная (продуктивная) часть залежей ПБ, сложенная рыхлыми, интенсивно битумонасыщенными песками и песчаниками. Они настолько рыхлые, что легко крошатся и рассыпаются при экстрагировании. Эта

зона рыхлых, рассыпающихся коллекторов, приурочена к присводовым частям месторождений ПБ. Битумонасыщенность высокоемких, рассыпающихся песков и песчаников сплошная, интенсивная - от 7,5 до 16% масс. Толщина основной зоны битумонасыщения изменяется на разных месторождениях ПБ в очень широких пределах - от 0,7 до 35 м. Но основная зона битумонасыщения отсутствует в краевых частях месторождений ПБ, где песчаная пачка постепенно перекрываясь "лингуловыми глинами" казанского возраста представлена более сцементированными песчаниками с пониженной битумонасыщенностью. Цемент песчаников в этом случае - карбонатно-глинистый.

Ниже основной зоны залегают песчаники менее насыщенные ПБ, составляющие нижнюю переходную зону: по керну и геофизическим исследованиям скважин (ГИС) четко отбивается смена интенсивно битумонасыщенных коллекторов на породы с битумонасыщенностью менее 8% масс. Пористость коллекторов переходной зоны, развитых в центральных частях месторождений ПБ, достаточно высокая - 35%, но средние значения пористости сцементированных песчаников переклинальной части уменьшаются до 21%. Средние значения битумонасыщенности песчаников переходной зоны колеблются от 5 до 7% масс. Толщина переходной зоны изменяется от 1 до 9 м.

На отдельных участках месторождений ПБ переходная зона отсутствует, и под основной зоной битумонасыщения располагается водонасыщенная часть песчаной пачки.

Поверхность резкого снижения битумонасыщенности, отделяющая битумную часть залежи от водоносной, принимается за водо-битумный контакт (ВБК). Битумонасыщенность от 5-8% масс, характеризующая переходную зону, резко снижается до 3-5% масс, хотя в водо-битумной зоне не могут отмечаться прослои пористых песчаников с высокими значениями битумонасыщенности (до 10-12% масс). Однако, толщина таких прослоев составляет всего 0,2-0,4 м и они не представляют практического интереса.

Глава 2. Характеристика месторождений природных битумов Черемшано-Ямашинской структурной зоны [4, 8, 11, 13, 14, 15, 17, 18, 19, 41, 46, 47, 48, 49]

В данной главе, отражающей второе защищаемое положение, автором приведена характеристика месторождений ПБ Черемшано-Ямашинской структурной зоны. На основе анализа фактического материала проведена системная типизация, позволяющая дифференцировать месторождения ПБ по структурному и литологическому признакам.

Черемшано-Ямашинская структурная зона по условиям залегания занимает высокое положение на западном склоне Южного купола Татарского свода. По характеру строения отличается значительной сложностью и неоднородностью, выраженной в чередовании седиментационных поднятий и разделяющих их опущенных участков .

По определенным признакам в строении седиментационых поднятий, образовавшихся в результате неравномерного накопления песков и песчаников

уфимского яруса в пределах Черемшано-Ямашинской структурной зоны, автором выделяются следующие участки, характеризующиеся общностью структурного плана и характером литологического строения битумоносных пород.

Первый участок. Объединяет северные месторождения Черемшано-Ямашинской зоны и включает Ашальчинское, Каменское, Северо-Ашальчинское, Пойменное, Аверьяновское, Студено-Ключевское месторождения. Абсолютные отметки залегания кровли песчаной пачки в пределах участка изменяются от +42 до -39 м. Толщина песчаной пачки в пределах этого участка колеблется от 5 до 44 м, образуя седиментационные поднятия, в основном, неправильной, вытянутой формы. Поднятия, характеризующиеся северо-западным простиранием, расположены на некотором удалении друг от друга, формируют цепочки. Каждая такая цепочка поднятий отделена от другой участками сокращенных толщин песчаной пачки (до1-3 м), сохраняя, в то же время, северо-западное простирание.

Второй участок, расположенный юго-восточнее и отделенный от вышеописанного областью пониженного залегания и сокращенных толщин песчаной пачки северо-западного простирания, характеризуется развитием относительно небольших по размерам, округлых песчаных тел (Беркет-Ключевское, Полянское, Мельничное, Южно-Ашальчинское, Окраинное и другие).

Седиментационные поднятия расположены на отметках от +74 до -8 м, толщина песчаной пачки на этом участке изменяется от 6 до 40 метров. Отличительной особенностью данного участка является близкое расположение песчаных тел как в пределах цепочек, так и между ними таким образом, что область развития сокращенных толщин песчаной пачки занимает незначительную часть всей площади участка.

Третий участок включает седиментационные поднятия, расположенные западнее и юго-западнее, залегающие на отметках от +60 до -45 м (Туйметкинское, Левобережное, Нижне-Кармальское, Больше-Каменское, Афонькинское, Мордово-Кармальское, Подлесное). Толщина песчаной пачки изменяется от 5 до 45 м, формируя локальные поднятия незначительных размеров, объединенных в сложные по форме и вытянутые (до 13 км) валы, как, например, Нижне-Кармальское, или образующие округлые по форме поднятия из нескольких куполов, как Мордово-Кармальское, Подлесное.

Четвертый участок локализован южнее и залегает на отметках от +80 до -50 м. Локальные поднятия вытянутой формы (Утямышское, Минсалиховское, Дымное, Морозное, Верхнее и другие) образованы песчаными телами высотой до 35 м, в основном, северо-западного простирания в северной и центральной частях этого участка. В южной части простирание седиментационных поднятий и разделяющих их областей развития сокращенных толщин песчаной пачки изменяется на северное и северо-восточное.

Пятый участок расположен в юго-западной части Черемшано-Ямашинской структурной зоны на отметках от -20 м до -80 м, он является наименее изученным по сравнению с описанными выше участками. Толщина песчаной пачки по данным редких скважин изменяется от 5 до 19 м.

Шестой участок, расположенный в северо-восточной части структурной зоны, залегает на отметках от +20 до -50 м. Локальные поднятия

(Олимпиадовское, Краснополянское, Южно-Шегурчинское и другие) характеризуются северным и северо-западным направлениями. Толщина песчаной пачки изменяется от 4 до 25 м.

Седьмой участок - самый южный из рассматриваемых в структуре Черемшано-Ямашинской зоны - объединяет Шугуровское, Спиридоновское, Сугушлинское и другие песчаные образования южного купола Южно-Татарского свода, расположенные на отметках от +183м до +106 м. Толщина песчаной пачки изменяется от 2 до 31 м. Песчаные тела характеризуются северным и северо-западным простиранием, образуя сложные по форме, вытянутые валообразные цепочки куполов.

Таким образом, условия залегания отложений песчаной пачки показывают сложное и неоднородное строение Черемшано-Ямашинской структурной зоны западного склона Южного купола Татарского чвода, в пределах которой расположены находящиеся в опытно-промышленной эксплуатации Мордово-Кармальское и Ашальчинское месторождения и большинство разведанных месторождений ПБ. Песчаные тела шешминского горизонта в пределах каждого из выделенных участков образуют ловушки, объединенные в своеобразные зоны с определенными условиями их формирования, историей развития и особенностями строения, что обусловило в дальнейшем условия залегания, закономерности размещения и соотношения распределения в них пластовых флюидов - природных битумов и пластовых вод.

Глава 3. Стадийность проведения геолого-разведочных работ на месторождениях природных битумов РТ [6, 7, 12, 20, 24, 28, 29, 33, 44, 50, 51]

В этой главе автором обосновывается третье защищаемое положение о необходимости введения гибкой стратегии подхода к освоению месторождений природных битумов. Проведенный выше комплексный анализ позволяет утверждать, что месторождения ПБ Татарстана являются специфическим объектом, что выражается как в геологических особенностях строения битумоносной формации, так и в крайнем разнообразии форм залежей и условий локализации МПБ. Это является серьезным основанием к отнесению месторождения ПБ к классу нетрадиционных объектов, что требует применения для их освоения гибкой стратегии проведения поисковых, разведочных и эксплуатационных работ. Известно, что для оценки традиционных объектов углеводородов используется практика последовательной реализации отдельных стадий оценочных работ. Длительное время эта схема применялась и на битумных месторождениях Татарстана, однако, в условиях современной рыночной экономики такая последовательная схема реализации стадий освоения оказалась нерентабельной. В этих условиях автором были проведены производственные эксперименты по обоснованию принципиально новых подходов к определению стадийности освоения битумных залежей, заключающихся в экономически обоснованном перекрытии стадий, с последующей корректировкой работ и в широком внедре-

нии опытно-промышленных эксплуатационных работ для последующего выбора оптимальной системы разработки.

Приведенный обзор состояния изученности территории Татарстана на битумоносность позволяет перейти к разработке гибкой методики оценки и промышленной разведки месторождений ПБ РТ.

По мнению автора методика должна предусматривать четырехстадийный процесс проведения геолого-разведочных работ на залежах ПБ и включать поисковую, предварительную, детальную и разведочно-эксплуатационную стадии разведки.

1. Поисковая стадия имеет целью выявление месторождения (залежи) ПБ и заканчивается принятием решения о целесообразности продолжения разведочных работ на ней.

2. Стадия предварительной разведки предусматривает геолого-экономическую оценку месторождения и решение вопроса о его промышленной значимости.

3. Стадия детальной разведки обеспечивает оценку запасов залежи категории С1 и С2 и составление технологической схемы ее разработки.

4. Разведочно-эксплуатационная стадия имеет целью подготовку геологических запасов категории С1 и С2 и заканчивается проектом разработки месторождения (залежи) ПБ.

Поисковая стадия разведки месторождений ПБ. Задачами, решаемыми на поисковой стадии разведки, являются:

1) изучение геологического строения площади, подготовленной структурным или иными видами бурения, геофизическими методами и оцениваемой, как потенциально битумоносной;

2) выявление в разрезе пермских отложений коллекторов и покрышек, выявление продуктивных горизонтов;

3) оценка контура битумоносности методами полевой геофизики;

4) предварительная оценка герметичности перекрывающих залежь отложений;

5) предварительная оценка подсчетных параметров выявленных залежей и оценка ресурсов и запасов по категории С2 и С3.

Специфика указанной стадии заключается в том, что необходимо предусматривать:

1) анализ результатов предшествующего структурного бурения (исследования керна и ГИС), на которое, помимо основной, возлагалась попутная задача выявления скоплений ПБ, а также всех иных видов буровых работ, проведенных на изучаемой площади. По результатам анализа строится структурный план изучаемого битумоносного поднятия;

2) проведение площадных геофизических работ методами естественных электрических потенциалов (ЕП) и магнитного поля (МП) для определения контура битумоносности.

Естественные электрические поля, характеризующие границы залежи, имеют окислительно-восстановительную природу и обусловлены наличием в битумовмещающих породах минералов, обладающих повышенной электриче-

ской проводимостью, находящихся в контакте с пластовыми водами различной электрохимической активности. Основным минералом битумной залежи, обладающим повышенной электрической проводимостью, является пирит. В меньшей степени представлены пирротин, марказит, а также нерастворимое органическое вещество (ОВ). Внутриконтурные воды битумной залежи - гидрокарбонатно-натриевого типа (щелочные), характеризующиеся значениями pH=8-11. Законтурные воды - сульфатные, pH=5-7. В центральной части залежи, находящейся в контакте с щелочными водами в присутствии сероводорода, происходят восстановительные реакции, сопровождающиеся присоединением электронов и уменьшением валентности электронных проводников. За счет этого основная часть залежи приобретает отрицательный потенциал. Краевая часть залежи находится под воздействием сульфатных вод и претерпевает окислительные превращения, сопровождающиеся отдачей электронов и увеличением валентности электронных проводников, за счет чего приобретает положительный потенциал. Возникающая разность потенциалов обуславливает возникновение ЭДС, наземные проявления которой (ЕП) регистрируются на дневной поверхности.

Геомагнитные модели битумных пластов определяются магнитными зависимостями, характерными для нефтегазовых месторождений.

3)Проведение площадной геохимической съемки, которая позволяет оценивать первое приближение герметичности перекрывающих залежь отложений, газоносность и пути миграции газов, экологические проявления внутрипластовых процессов в приповерхностной зоне при разработке залежей. Решение вопроса о герметичности покрышки, разделяющей битумный пласт и подземные воды питьевого назначения, позволит определить:

а) целесообразность проведения дальнейших разведочных работ;

б) перспективность применения скважинных способов разработки залежи.

При оценке покрышки залежи как герметичной, съемка определяет естественное (фоновое) распределение геохимических показателей над залежью, изменение которого при разработке укажет на экологически опасные участки и позволит своевременно вносить коррективы в технологию добычи.

4) работы по п.п. 1),2) проводятся в процессе разработки геологического проекта, так как их результаты являются основой для составления прогнозной системы разработки залежи и соответствующей сетки прогнозных скважин. Проект должен предусматривать бурение не менее 2 поисковых скважин с полным отбором керна, проведением комплекса ГИС, испытанием их на приток на естественном режиме и с паротепловым воздействием.

Стадия предварительной разведки месторождений (залежей) природных битумов. По данным опытно-экспериментальных работ, проводимых под руководством автора, эта стадия должна характеризоваться решением следующих задач:

1) выявление типов и строение залежей ПБ ;

2) корректировка контуров залежи с учетом новых данных;

3) выявление общих трендов изменения структурных, резервуарных, режимных и подсчетных параметров;

4) оценка запасов по категориям С1 и С2 и предварительное определение условий разработки залежи.

Предлагаемый автором комплекс геолого-технологических мероприятий на стадии предварительной разведки обеспечивает:

1) составление предварительной модели строения месторождения (залежи ПБ);

2) проведение геолого-экономической оценки месторождения (залежи);

3) принятие решения о целесообразности продолжения геолого-разведочных работ на изучаемом месторождении ПБ.

Основанием для проведения предварительной разведки залежи ПБ является геологический проект, содержащий сведения с учетом уровня знаний о залежи, полученных на поисковой стадии разведки. Основой для составления проекта предварительной разведки является структурная карта по кровле продуктивного пласта (или же хорошо прослеживающегося ближайшего репера - «среднеспириферового известняка» - расположенного не выше 10м от его кровли) с нанесенным по результатам съемки ЕП и МП предварительным контуром битумоносности. Анализом этой карты с учетом материалов предшествующих работ определяется количество и система расположения разведочных скважин. Число разведочных скважин определяется наличием и количеством выделяемых на структурном плане экстремальных точек, где наиболее значимые показатели залежи (толщина, битумонасыщенность и др.) имеют экстремальное значение или меняют знак приращения. Для ловушки простого строения (однокупольное локальное поднятие) пластового сводового типа характерно пять экстремальных точек - одна в наиболее высокой части купола и четыре - в точках пересечения осей структуры с замыкающей изогипсой.

Рекомендуемый порядок ввода разведочных скважин в бурение - от свода к крылу. Первая разведочная скважина располагается на крутом крыле, вторая разведочная скважина планируется на крутой переклинали, третья - на пологой переклинали залежи. Последняя (четвертая) скважина должна находиться в районе предполагаемого контура залежи битумов.

В разведочных скважинах проект должен предусматривать проведение специальных гидрогеологических исследований и геохимических анализов. Для решения гидрогеологических задач в интервалах залегания подземных вод питьевого назначения допустимо заложение специальных скважин, не вскрывающих продуктивный пласт.

Гидрогеологическими исследованиями должны быть выявлены и изучены основные водоносные горизонты, которые:

а) могут участвовать в обводнении залежи;

б) являются потенциальными объектами загрязнения продуктами разработки битумного пласта. По каждому водоносному горизонту необходимо установить его толщину, литологический состав, типы коллекторов, условия питания, взаимосвязь с другими водоносными горизонтами и поверхностными водами, положение уровней подземных вод и другие параметры, необходимые для расчета возможных водопритоков.

В геологическом проекте должны быть четко сформулированы критерии, определяющие завершенность стадии предварительной разведки, находящие свое отражение в геологическом отчете.

В геологическом отчете должен быть проведен анализ, определяющий соответствие полученных знаний критериям завершенности предварительной стадии разведочных работ на залежи ПБ.

По результатам предварительной разведки строятся подсчетные планы и определяются запасы по категориям С1 и С2.

Геолого-экономическая значимость месторождения ПБ (Э) определяется по оценке удельной прибыли (Пу) и объема запасов (Q)

$$Э = Пу*Q$$

Решение о целесообразности проведения дальнейшего проведения разведочных работ на месторождении принимается по величине удельной прибыли. Если она равна или больше среднего значения для данного региона, то месторождение рекомендуется для детальной разведки.

Стадия детальной разведки залежей природных битумов.

Предшествующие детальной разведке стадии (поисковая и предварительная) характеризуются относительно ограниченным набором параметров и показателей, определяющих оптимальное планирование и проведение буровых работ. При постановке детальной разведки необходимо учитывать несоизмеримо большее количество факторов, обусловленных объемом знаний о залежи, накопленных по результатам предыдущих стадий и необходимых для минимизации объемов бурения при их максимальной информативности. Поэтому, если для поисковой и предварительной стадий возможна достаточно жесткая регламентация всех видов работ, то планирование детальной разведки полностью зависит от конкретных условий, определяющих залежь, как объект разведки.

Минимально необходимое количество скважин для стадии детальной разведки прогнозируется по данным анализа зависимостей между количеством скважин, достаточных для разведки месторождения и определяемым по графикам стабилизации и параметрам сложности продуктивного пласта, структурной карты и режимными параметрами.

Выбор рациональной системы расположения скважин определяется характером геологического строения месторождения и изменчивостью параметров залежи. В общем случае выбор производится из ползущей и сгущающейся систем разведки и их разновидностей: профильной, кольцевой, треугольной и др., относящихся к равномерным сеткам, а также смешанных систем расположения скважин. В последнем варианте скважины размещаются на основе анализа карт изменения параметров, удельных запасов, ПБ на 1км^2 залежи в зонах максимальной и наименьшей информативности этих полей. В условиях недостаточной информации о закономерностях подсчетных параметров залежи наиболее информативна профильная система разведки, при которой расстояния между профилями больше, чем расстояния между скважинами в профилях.

Количество объектов испытания определяется из положения, что для получения эксплуатационной характеристики каждой залежи, имеющей промышленное значение, необходимо проводить поинтервальное испытание на приток продуктивных пластов, находящихся на различных гипсометрических отметках в различных частях залежей (в прикупольной, приконтурной и так далее).

Стадия детальной разведки месторождения (залежи) считается завершенной, когда:

1) с заданной точностью определены основные подсчетные параметры и технологические характеристики объекта разработки;

2) выявлены все залежи в разрезе месторождений и обосновано количество разведочных объектов;

3) установлены контуры залежей и межфазовые разделы;

4) установлены положения ВБК для всех залежей в общем виде;

5) при наличии различного вида экранов и размывов установлено их положение в нескольких точках;

6) установлены общие закономерности изменения структурных резервуарных и режимных параметров по базисной залежи. Дальнейшее заложение разведочных скважин является нецелесообразным, если полученная информация по ним отражается на состоянии основных подсчетных параметров лишь в пределах допустимых погрешностей.

По результатам детальной разведки проводится обоснование коэффициента битумоизвлечения, эффективности поисково-разведочных работ, геолого-экономическая оценка месторождения, подсчитываются запасы битумов и попутных компонентов и составляется технологическая схема разработки месторождения.

Разведочно-эксплуатационная стадия разведки месторождений ПБ.

Целью проведения разведочно-эксплуатационной стадии является подготовка запасов залежей по категории С1 в объеме 80% от суммарных запасов категорий С1 и С2.

На разведочно- эксплуатационной стадии решаются следующие задачи:

1) детальное изучение отдельных зон битумоносности залежей с их поинтервальным испытанием для оценки промышленной значимости каждого интервала продуктивного горизонта;

2) уточнение контуров битумоносности и положения ВБК;

3) сбор дополнительной информации о структурных особенностях месторождения;

4) подготовка геологических запасов высоких категорий (В,С1);

5) определение эксплуатационных характеристик залежей и обоснование коэффициента битумоизвлечения;

6) проведение опытно-промышленной эксплуатации.

На разведочно-эксплуатационной стадии основные объемы информации, необходимые для подготовки запасов по категории С1, получают за счет опережающего эксплуатационного бурения. Все бурение на разведочно-эксплуатационной стадии должно проводиться в соответствии с принятой для

залежи эксплуатационной сеткой и обязательно в пределах контура битумоносности.

Завершается поисково-разведочный этап геолого-разведочных работ на месторождении природных битумов составлением проекта его разработки.

В результате проводимых стадийных поисково-разведочных работ на месторождениях ПБ строится постоянно изменяющаяся геологическая модель, получающая окончательную форму и редакцию после проведения либо стадии детальной разведки, либо разведочно-эксплуатационной. Для небольших залежей ПБ при определенных условиях целесообразно отказаться от проведения стадии детальной разведки. При этом подготовка месторождения к разработке осуществляется в разведочно-эксплуатационную стадию, в основном, за счет опережающего бурения эксплуатационных скважин.

Предполагаемая методика разведки месторождений ПБ позволяет провести изучение геологического строения месторождения с необходимой детальностью при минимальных затратах, обеспечивающих оценку запасов категорий С1 и С2 в заданном соотношении и составить проект разработки месторождений.

Глава 4. Комплексная методика промышленной оценки месторождений ПБ и вопросы охраны окружающей среды в процессе их освоения .

[1, 2, 5, 9, 22, 25, 26, 30, 31, 36, 37, 38, 39, 42, 43, 45]

Эта глава обосновывает четвертое защищаемое положение заключающееся в том, что столь своеобразный поликомпонентный геологический объект, как месторождения природных битумов требует специфического подхода, заключающегося в использовании комплексной методики промышленной оценки.

Автором под комплексной методикой промышленной оценки месторождений ПБ понимается оптимальная последовательность мероприятий геолого-разведочного цикла "открытие залежи - разведка залежи - опытная эксплуатация", обеспечивающих при минимально возможных трудовых и материальных затратах максимальное соответствие получаемой модели залежи ее природному состоянию, и однозначный прогноз перспектив промышленного освоения. При этом критериями промышленной значимости МПБ являются достаточность запасов углеводородного сырья, возможность их извлечения тепловыми (существующими) методами, гарантированная экологическая безопасность процесса разработки и экономическая целесообразность.

Защищаемое положение о многостадийности проведения ГРР и предусматриваемый на каждой стадии комплекс геолого-геофизических и технологических мероприятий обеспечивает оценку изучаемой залежи на соответствие указанным критериям уже на начальных стадиях разведки - поисковой и предварительной.

На начальном этапе поисковой стадии ГРР полевыми геофизическими и геохимическими исследованиями определяется комплекс показателей (вполне достоверные контуры залежи в плане, местоположение ее купольных частей, герметичность по кровле и контуру), достаточный для обоснования решения о

продолжении разведочных работ, т.е. составления "Геологического проекта на разведку" и "Группового технического проекта на строительство скважин".

Местами заложения поисковых скважин являются купольные части залежи (зона максимальных отрицательных значений ЕП на плане изолиний). Последовательность разбуривания от максимальной аномалии ЕП к минимальной.

По окончании бурения первой поисковой скважины и исследования ее методами ГИС проводится опробование продуктивного пласта на приток жидкости в естественном режиме и с паротепловым воздействием (ПТВ) по методике РНТЦ ВНИИ. Отсутствие промышленных притоков битума при опробовании с ПТВ определяет залежь, как бесперспективную для дальнейшей разведки. При положительных результатах опробование дает комплекс показателей, необходимых для оценки запасов ПБ на имеющемся уровне знаний о залежи.

Следует отметить, что опробование с ПТВ не предусматривает мероприятий по определению площади охвата пласта тепловым воздействием и преимущественных направлений движения теплоносителя (пар, воздух). Объемы закачки пара и воздуха достигают, соответственно, 150 т и 15000 $м^3$ и обеспечивают весьма значительную площадь охвата, знание размеров которой (в совокупности с другими известными характеристиками) позволило бы оценивать запасы битумов на этой площади по категории С1. Решение названной задачи видится в совмещении мероприятий по РД на опробование с ПТВ и методики контроля за изменением теплового поля, разработанной при непосредственном участии автора. Последняя позволяет определять положение разогретой зоны измерением естественных потенциалов в прискважинной области. Съемка проводится методом потенциала (шаг 10м), и не менее, чем по 8 радиальным направлениям от скважины. Разогретые участки проявляются на получаемом плане изолиний в виде положительных аномалий потенциала.

Таким образом, рассмотренный комплекс геолого-разведочных мероприятий, все компонентные методики которого прошли представительное геолого-промысловое опробование, позволяет уже на поисковой стадии в достаточной мере охарактеризовать изучаемую залежь на соответствие вышеназванным критериям промышленной значимости. Во-первых, определяется основа подсчетного плана - обоснованный контур битумоносности с достоверно выделенными купольными частями, что позволяет, в комплексе со знаниями о залежи, накопленными к окончанию поисковой стадии, оценить ее запасы по категории С2 в зонах четкого выделения границ по ЕП и С3 - в областях "размытых" контуров. Во-вторых, обоснованная автором методика определения размеров зоны теплового воздействия, а также стандартный комплекс подсчетных параметров, получаемых при опробовании пласта с ПТВ, обеспечивает оценку запасов в прикупольных зонах по категории С1. В третьих, результаты геохимических работ обосновывают экологическую безопасность скважинной разработки тепловыми методами.

На базе знаний о залежи, полученных по результатам поисковой стадии, планируются геологоразведочные мероприятия следующей стадии - стадии предварительной разведки, основная цель которой - геолого-экономическая оценка изучаемой залежи и обоснование окончательного решения о ее промышленной значимости.

На стадии предварительной разведки изучаются особенности строения залежи, позволяющие классифицировать ее в соответствии с рассмотренной выше методологией типизации для дальнейшей оценки запасов по методу аналогий и целенаправленным бурением, определяются (уточняются) контуры битумоносности. Информация, получаемая на этой стадии, основана на изучении скважин методами ГИС и внутрискважинных исследованиях, как в интервале продуктивного пласта, так и в вышележащих отложениях.

По результатам исследований составляется предварительная трехмерная модель залежи, определяются общие закономерности изменения структурных, резервуарных, режимных и подсчетных показателей, проводится оценка запасов по категориям С1 и С2, а также определяется первое приближение условий разработки.

Важнейшим компонентом комплексной методики промышленного освоения месторождений ПБ является оценка перспектив экологической безопасности и сохранения естественного баланса окружающей среды.

Опыт разработки залежей природных углеводородов показывает, что основная (но не единственная) экологическая проблема этого процесса определяется загрязнением подземных вод питьевого назначения компонентами технологического цикла нефтедобычи. Применительно к освоению МПБ проблема усугубляется следующим. Известно, что на обозримое будущее альтернатив тепловым методам разработки МПБ нет, а тепловое воздействие на битумный пласт сопровождается образованием легкоподвижных углеводородов, в т.ч. циклического строения, широкого спектра серосодержащих соединений и других, несовместимых с жизнью, компонентов. В то же время, кровля битумного пласта одновременно является региональным водоупором («лингуловые глины») для основных питьевых горизонтов, и герметичность этой пачки определяет возможность прямого проникновения пластовых компонентов в источники водоснабжения. Другие экологические проблемы, связанные с загрязнением почвы и воздуха, являются общими для нефтедобывающего комплекса и решаются на уровне отрасли.

Специфичность условий, характеризующих освоение МПБ, означает и нестандартность подходов к системе "технология разработки - экологические последствия", где определяющим фактором является экология. Именно поэтому одним из основных критериев промышленной значимости МПБ названа экологическая безопасность разработки, актуальность в обеспечении которой возникает с момента заложения первой поисково-разведочной скважины.

Изучение гидрогеологической обстановки начинается уже на первой стадии предварительной разведки с выявления водоносных горизонтов и их гидродинамического изучения по сети специальных гидрогеологических скважин. Знание рельефа водоупора (он же - кровля пласта) достаточно достоверно определяет структуру подземных потоков, а родниковая сеть - область разгрузки.

На основании этих данных на этапе планирования работ разведочно-эксплуатационной стадии разрабатывается "Проект наблюдений за состоянием окружающей среды при разработке залежей". Здесь, в части контроля водоис-

точников, определяется сеть наблюдений (родники, колодцы, открытые водотоки) и комплекс гидрохимических анализов, характеризующих качество вод.

Примером экологических проявлений процессов термической разработки МПБ может служить Мордово-Кармальское месторождение, на опытном участке южного купола которого тепловое воздействие (ВПГ) проводится, в т.ч. и под руководством автора, почти 20 лет. В гидрогеологическом плане участок приурочен к области транзита подземных вод, разгрузка которых осуществляется в систему родников и ручьев, расположенных ниже залежи по рельефу местности.

В начале 90-х годов автором разработана и организована система гидрогеологического мониторинга, включающая регулярное изучение химического состава не только сети поверхностных водоисточников, гидродинамически связанных с подземными водами над залежью, но и пластовых (скважинных) жидкостей. Такая организация процесса исследований позволяет прослеживать взаимосвязь пластовых процессов с их проявлениями в гидросети. Например, выявленное в пластовых водах наличие серной кислоты (0,1-0,6% масс) через 5 месяцев кратковременно проявилось в гидросети резким увеличением содержания сульфат ионов.

Многолетние наблюдения показали, что влияние внутрипластовых процессов, даже при использовании метода внутрипластового горения (ВПГ) на качество вод гидросети наблюдений проявляется в достаточно монотонном, но постоянном увеличении содержания сульфатов, не превышающих, однако, ПДК.

Для выявления путей миграции флюидов в коллектор, содержащий пресные воды при ВГ на Мордово-Кармальском МПБ в 1994 г. проведено комплексное обследование, включающее площадную геохимическую съемку с определением содержания спектра сорбированных УГВ и модификаций железа (сульфиды, окислы) в приповерхностных отложениях. Шестнадцать скважин в зоне длительного применения ВПГ были исследованы на качество заколонного цемента. Здесь дифференцированно рассмотрены геохимические показатели над зонами длительного применения ПТВ (северный купол) и ВПГ, а также проведено их сравнение с природно негерметичной Ягодной залежью ПБ.

Сопоставление геохимических показателей техногенного и природного происхождения показывает, что сульфидные превращения над зоной ВПГ аналогичны таковым над Ягодной залежью ПБ, а над зоной ПТВ продукты восстановления природных окислов железа практически не наблюдаются (контрастность на уровне единицы).

По сумме углеводородов большинство значений над северным куполом соответствует фоновому, за исключением зон старых паро-нагнетательных скважин; над южным - повышенное содержание УВГ отмечается практически над всем участком ВГ, особенно в районе старых зажигательных и аварийной скважин, где имели место, в т.ч. длительные, заколонные пропуски газов внутрипластового горения, т.е. прямая сообщаемость продуктивного пласта с дневной поверхностью.

Геохимические показатели Ягодной залежи характеризуются двух-пятикратным превышением фона по сумме УВГ, а аномальные значения, судя по количеству изомеров (до 30 раз выше фона), свидетельствуют о наличии зон разуплотнений в перекрывающих отложениях.

Проведенный анализ показал, что геохимические характеристики над зонами длительного применения методов теплового воздействия и над залежью с природно негерметичной кровлей, в принципе, мало различаются между собой. Отмечаемые аномалии обусловлены технологическими причинами, связанными с низким качеством первичного цементирования - 10 из 16 исследованных скважин имели неудовлетворительное качество цементирования в интервале «лингуловых глин».

Вышесказанное, а главное, удовлетворительное качество вод родниковой сети, указывает на отсутствие нарушений покрышки «геологического» масштаба, даже над зонами ВПГ.

Из сказанного, разумеется, не следует , что тепловые методы разработки месторождений ПБ абсолютно экологически безопасны, т.к. связь между работающим пластом и пресными водами есть, и отмечаемый рост сульфатов в водопунктах тоже является отрицательным фактом для потребителей. Однако пути проникновения пластовой продукции в водоносные горизонты имеют рукотворное происхождение. Следовательно, для сведения к минимуму геоэкологических последствий применения тепловых методов необходим соответствующий высокий уровень технологической и производственной культуры, обеспечивающий в т.ч. качественное разобщение пластов при строительстве скважин, строгое выполнение технологии разработки и хорошо поставленный контроль за ее экологическими последствиями.

Заключение.

Результаты работы, конкретизирующие основные защищаемые положения, заключаются в следующем:

1. Специфическое строение месторождений ПБ в пределах Черемшано-Ямашинской структурной зоны позволило на основании структурно-тектонического и литолого-фациального анализов выделить природные резервуары, дифференцированные по степени битумонасыщенности и коллекторским свойствам.

2. На основе анализа изученных МПБ по гипсометрическому признаку, по степени заполненности ловушек флюидом, по пространственному размещению и ориентации выделено семь типов месторождений ПБ Черемшано-Ямашинской структурной зоны.

3. Сравнительный анализ методики промышленной разведки выявил неоспоримое преимущество предлагаемой четырехстадийной системы.

4. Доказано, что промышленная детальная разведка месторождений ПБ невозможна без использования опытной эксплуатации с применением тепловых методов.

5. Разработка месторождений ПБ в условиях рыночной экономики невозможна без комплекса сопутствующих работ, связанных с разработкой нефтяных месторождений, их совместной переработкой на местах и реализацией продукции. Только в этом экономический залог успеха ввода в эксплуатацию ПБ.

Особую роль в работах, связанных с разведкой и эксплуатацией МПБ играют природоохранные мероприятия, поскольку залежи расположены в припо-

верхностных частях осадочных толщ в зонах питьевых вод (свободного водообмена). Особенно следует обратить внимание на использование методов увеличения битумоотдачи, а также на процессы, протекающие при активном использовании внутрипластового горения.

Основные положения диссертации опубликованы в следующих работах автора:

1. Временное методическое руководство по исследованию газовых и газоконденсатных скважин на разведочных площадях юга Сибирской платформы. / Совместно с Г.Ф.Фоминым ,А.Б.Фуксом и Б.А.Фуксом; Под редакцией Б.А.Фукса - 1-ое изд. Иркутск, издательство Восточно-Сибирской правды, 1977.-58стр.

2. О рациональном комплексе газогидродинамических исследований газоконденсатных скважин на разведочных площадях юга Иркутского амфитеатра: сборник статей авт. новых методов прогнозов и поисков полезных ископаемых в условиях Восточной Сибири./ Совместно с А.Б.Фуксом, Т.М.Олейниковой, А.Г.Москалец; Под ред. Н.А.Гормаш. - Иркутск: издательство Восточно-Сибирской правды, 1977. - С.33-35.

3. Геологические данные для составления технологических схем разработки битумных участков открытым способом (карьер). Проблемы эксплуатации месторождений битумов Татарии. Труды ТатНИПИнефть, выпуск 44-Бугульма, 1980. / Совместно с Муслимовым Р.Х. и Акишевым И.М. С. 3-6.

4. Оценка экономической эффективности изготовления асфальтобетона на основе битуминозных пород./Совместно с М.И.Старшовым ,В.М.Бурнаевой, // Нефтепромысловое строительство. -1981.-№ 4.- С.19-21 .

5. Результаты применения буровых растворов на углеводородной основе при заканчивании скважин в Татарии. / Совместно с Н.И. Рыловым, Р.А.Хабибуллиным, Г.И.Захаровой.// Бурение.-1981-№ 11.- С.10-13.

6. Некоторые вопросы методики подсчета запасов битумов в битумосодержащих породах Татарии. Поиск и разведка нефтяных месторождений Татарской АССР. Труды ТатНИПИнефть, выпуск 48-Бугульма, 1981. / Совместно с Шалиным П.А. С. 50-56.

7. Повышение продуктивности нефтяных скважин в карбонатных коллекторах./ Совместно с Г.А.Орловым, К.М.Гарифовым, А.И.Ивановым// Нефтяное хозяйство - 1984, №7 . С.61-64.

8. Извлечение природных битумов водными растворами. Всесоюзная конференция по проблемам комплексного освоения природных битумов и высоковязких нефтей (извлечение и переработка). Тезисы докладов: 3-7 июня 1991, г.Казань, 1991. / Совместно со Старшовым М.И., Старшовым И.М. и Половняком В.К. С.158.

9. Технико-экономические расчеты разработки и обустройства шахтным способом Подлесного месторождения природных битумов в республике Татарстан. ЭТАП 1. Обобщение, систематизация и анализ горно-геологических особенностей Подлесного месторождения. Отчет о НИР, МНТК "Нефтеотдача". БО "Природные битумы" ОЭ НГДУ "Татнефтебитум"; - Бугульма, Лениногорск, 1991, - 138 стр.

10. Особенности и перспективы разработки месторождений природных битумов. Всесоюзная конференция по проблемам комплексного освоения природных битумов и высоковязких нефтей (извлечение и переработка).Тезисы докладов: 3-7 июня 1991, г.Казань, 1992. / Совместно с Ракутиным Ю.В. и Янгуразовой З.А. С.64-68.

11. Наиболее типичные залежи природных битумов ближайшего освоения под опытно-промышленную разработку. . Всесоюзная конференция по проблемам комплексного освоения природных битумов и высоковязких нефтей (извлечение и переработка).Тезисы докладов: 3-7 июня 1991, г.Казань, 1992. / Совместно с Акишевым И.М. , Колесниковым И.П. ,
Суховым К.А. С. 91-97.
12. Скважинная гидродобыча природных битумов - альтернатива традиционным методам разработки. Всесоюзная конференция по проблемам комплексного освоения природных битумов и высоковязких нефтей (извлечение и переработка).Тезисы докладов: 3-7 июня 1991, г.Казань, 1992. / Совместно со Старшовым М.И., Ситниковым Н.И., Назаровым В.П. С. 127.
13. Использование битуминозных пород в производстве асфальтобетонных смесей. Всесоюзная конференция по проблемам комплексного освоения природных битумов и высоковязких нефтей (извлечение и переработка).Тезисы докладов: 3-7 июня 1991, г.Казань, 1992. / Совместно со Старшовым М.И. и Старшовым И.М. С. 254.
14. Запасы и ресурсы природных битумов Татарской АССР. Всесоюзная конференция по проблемам комплексного освоения природных битумов и высоковязких нефтей (извлечение и переработка).Тезисы докладов: 3-7 июня 1991, г.Казань, 1992. / Совместно с Акишевым И.М. , Гилязовой Ф.С. С. 21-26.
15. Запасы и ресурсы природных битумов Татарской ССР // Комплексное освоение природных битумов и высоковязких нефтей (извлечение и переработка): Сб. науч.тр. Казань, 1992./ Совместно с И.М.Акишевым, Ф.С.Гилязовой. - С. 21-26.
16. Особенности и перспективы разработки месторождений природных битумов // Комплексное освоение природных битумов и высоковязких нефтей (извлечение и переработка): Сб. науч. тр. Казань, 1992. Совместно с Ю.В.Ракутиным, З.А.Янгуразовой . С.64-68.
17.. Наиболее типичные залежи природных битумов ближайшего освоения под опытно-промышленную разработку // Комплексное освоение природных битумов и высоковязких нефтей (извлечение и переработка): Сб.науч.тр. Казань,1992. Совместно с И.М.Акишевым, И.П.Колесниковым, К.А.Суховым - С. 91 - 97.
18.. Скважинная гидродобыча природных битумов - альтернатива традиционным методам разработки // Комплексное освоение природных битумов и высоковязких нефтей (извлечение и переработка): Сб. науч. тр. Казань, 1992./ Совместно с М.И.Старшовым., Н.Н.Ситниковым, В.П.Назаровым. - С.132-133.
19. Использование битуминосных пород в производстве асфальтобетонных смесей // Комплексное освоение природных битумов и высоковязких нефтей (извлечение и переработка): Сб. науч. тр. / Казань, 1992. Совместно с И.М.Старшовым, М.И.Старшовым. - С. 254.
20. Причины коррозионного разрушения и основные направления антикоррозионной защиты оборудования и транспортных систем нефтяных и битумных месторождений при тепловом воздействии. Сборник "Вопросы геологии и нефтебитуминозности центральных районов Волго-Уральской области" Издательство Казанского университета, г.Казань, 1992. /Совместно с Напалковым В.Н. и Швыдкиным Э.К. С.83-91.
21. Становление и развитие нефтебитумного производства в Татарстане. "Нефтяное хозяйство" № 3, 1993. / Совместно с Ракутиным Ю.В. и
Лукьяновым Е.П. С.51.
22. Природные факторы защищенности подземной гидросферы и геофизические методы их прогноза. "Геофизика и современный мир" Тезисы докладов Междуна-

родной конференции. - М, 1993./ Совместно с Боровским М.Я., Антоновым Ю.Б., Мухутдиновой Н.Г. и Успенским Б.В. С.73-78.
23. Влияние геологических факторов на разработку природных битумов и геофизические методы их исследований. "Геология и разработка нефтяных месторождений Тезисы докладов научно- практической конференции к 50-летию Татарской нефти-Альметьевск, 1993. / Совместно с Боровским М.Я., Антоновым Ю.Б., Успенским Б.В. С .56.
24. Перспектива ввода в разработку месторождений природных битумов Татарстана. Сборник научных трудов ВНИИнефть № 119, г .Москва, 1994. / Совместно с Янгуразовой З.А., Ракутиным Ю.В., Багаутдиновой Е.М.
С.27-36.
25. Комбинированный процесс внутрипластового горения с закачкой химреагента. Международная конференция "Проблемы комплексного освоения трудноизвлекаемых запасов нефти и природных битумов (добыча и переработка)". Тезисы докладов 4-8 октября 1994, г.Казань, 1994.
/ Совместно с Дияшевым И.Р., Саттаровой Ф.М., Фазлыевым Р.Т. С.43
26. Перспективы создания битумодобывающих комплексов с первичной промысловой переработкой сырья. Международная конференция "Проблемы комплексного освоения трудноизвлекаемых запасов нефти и природных битумов (добыча и переработка)". Тезисы докладов 4-8 октября 1994, г.Казань, 1994. /Совместно с Ракутиным Ю.В. и Янгуразовой З.А. С.51.
27. Неоднородности геологического разреза и их учет по геофизическим данным при подготовке месторождений природных битумов. Международная конференция "Проблемы комплексного освоения трудноизвлекаемых запасов нефти и природных битумов (добыча и переработка)". Тезисы докладов 4-8 октября 1994, г.Казань, 1994. / Совместно с Боровским М.Я., Мухаметшиным Р.З. и Успенским Б.В. С.125.
28. Подготовка месторождений битумов к промышленному освоению на стадии детальной разведки. Международная конференция "Проблемы комплексного освоения трудноизвлекаемых запасов нефти и природных битумов (добыча и переработка)". Тезисы докладов 4-8 октября 1994, г.Казань, 1994./ Совместно с Петровым Г.А., Илатовским В.В. и Смелковым В.М. С.141.
29. Основные направления полевой геофизики на природные битумы в республике Татарстан. Международная конференция "Проблемы комплексного освоения трудноизвлекаемых запасов нефти и природных битумов (добыча и переработка)". Тезисы докладов 4-8 октября 1994, г.Казань, 1994. / Совместно с Боровским М.Я., Антоновым Ю.Б., Тарасовым Е.А. и Успенским Б.В. С.238.
30. Комбинированный процесс внутрипластового горения с закачкой химреагента //Проблемы комплексного освоения трудноизвлекаемых запасов нефти и природных битумов (добыча и переработка): Сб.науч.тр./ Казань, 1994.Совместно с И.Р.Дияшевым, Ф.М.Саттаровой, Р.Т.Фазлыевым. - С. 986-1003.
31. Перспективы создания битумодобывающих комплексов с первичной промысловой переработкой сырья //Проблемы комплексного освоения трудноизвлекаемых запасов нефти и природных битумов (добыча и переработка): Сб. науч. тр. / Казань, 1994./ Совместно с Ю.В.Ракутиным, З.А.Янгуразовой, Р.Г.Галеевым. - С. 1064-1077.
32. Неоднородности геологического разреза и их учет по геофизическим данным при подготовке месторождений природных битумов к освоению// Проблемы комплексного освоения трудноизвлекаемых запасов нефти и природных битумов

(добыча и переработка): Сб. науч. тр. /Казань, 1994./ Совместно с М.Я.Боровским, Р.З.Мухаметшиным, Б.В.Успенским. - С.
1200-1204.
33. Подготовка месторождений битумов к промышленному освоению на стадии детальной разведки // Проблемы комплексного освоения трудноизвлекаемых запасов нефти и природных битумов (добыча и переработка): Сб. науч. тр. / Казань, 1994./ Совместно с Г.А.Петровым, В.В.Илатовским, В.М.Смелковым. - С.1305-1309.
34. Основные направления полевой геофизики на природные битумы в республике Татарстан // Проблемы комплексного освоения трудноизвлекаемых запасов нефти и природных битумов (добыча и переработка): Сб. науч. тр. /Казань, 1994./ Совместно с М.Я.Боровским, Ю.Б.Антоновым, Е.А.Тарасовым, Б.В.Успенским. - С.1910-1912.
35. О необходимости постановки геолого-геофизических работ на поиске скоплений природных битумов на слабо изученных землях Татарстана. Сборник "Геология и разведка нефтебитуминосных комплексов". Издательство КГУ, г. Казань, 1995. /Совместно с Боровским М.Я., Антоновым Ю.Б., и Успенским Б.В. С.35-38.
36. Prospect for natural betumen production development in republik of Tatarstan. Sixth UNITAR International Conference in Heavy Crudc and Tar Sands. Houston,Texas,1995, Yu.Rakutin,R.Muslimov.,Yu. Volkov. P. 29-40.
37. Combined in situ combustion process witn chemical in jection. Sixth UNITAR International Conference jn Heavy Crudc and Tar Sands. Houston,Texas,1995, R.Galeev, I.Diyashev, F.Sattarova , Yu.Volkov.P. 543-554.
38. Комплекс и задачи разведочной геофизики в целях охраны окружающей среды. Сборник "Геология и разведка нефтебитумоносных комплексов". Издательство КГУ, Казань, -1995. / Совместно с Боровским М.Я., Антоновым Ю.Б., Екименко В.А., Успенским Б.В. С. 39-42.
39. Технология обработки призабойной зоны и освоения горизонтальных скважин в карбонатных коллекторах с применением кислотной композиции. "Нефтепромысловое дело" № 7, 1996. / Совместно с Вердеревским Ю.Л., Арефьевым Ю.Н., Галимовым Р.Р., Головко С.Н., Валеевой, Т.Г., Кандауровой Г.Ф., Юнусовым Ш.М. С. 14-17.
40.Геологические особенности строения резервуаров пермских битумов, в связи с перспективой их освоения. "Пермские отложения республики Татарстан", г.Казань, 1996 . / Совместно со Швыдкиным Э.К., Напалковым Д.Н., Успенским Б.В.
41. Тяжелые нефти и природные битумы, проблемы их освоения. Второй Международный симпозиум "Нетрадиционные источники углеводородного сырья и проблемы его освоения". Тезисы докладов 23-27 июня 1997, Санкт-Петербург,1997. / Совместно с Муслимовым Р.Х., Сулеймановым Э.И., Абдулхаировым Р.М., Ракутиным Ю.В., Янгуразовой З.А. С. 29.
42. Изучение эффективности использования моющих веществ при вытеснении высоковязких нефтей и природных битумов паром. Второй Международный симпозиум "Нетрадиционные источники углеводородного сырья и проблемы его освоения". Тезисы докладов 23-27 июня 1997, Санкт-Петербург, 1997./Совместно с Шестерниным В. В., Куванышевым У.П., Шарифуллиным Р.С., Реймом Г.А., Беляевой А.А., Кононовым А.В. С.37-38.
43. Изучение эффективности парогазового воздействия на битумные пласты. Второй Международный симпозиум "Нетрадиционные источники углеводородного сырья и проблемы его освоения". Тезисы докладов 23-27 июня 1997, Санкт-

Петербург,1997. / Совместно с Шестерниным В.В., Куванышевым У.П., Шарифуллиным Р.С. Реймом Г.М., Беляевой А.А., Михайловым А.П. С. 38.
44. Метод электромагнитного зондирования многоколонных конструкций для контроля технического состояния скважин при разработке месторождений высоковязких нефтей и природных битумов. Второй Международный симпозиум "Нетрадиционные источники углеводородного сырья и проблемы его освоения". Тезисы докладов 23-27 июня 1997, Санкт-Петербург, 1997. /Совместно с Муслимовым Р.Х., Шарифуллиным Р.С., Абдулхаировым Р.М., Калташовым С.А., Ткаченко А.К. С.53-54.
45. Научно-методические и технологические основы применения комбинированного способа разработки месторождений природных битумов республики Татарстан. Второй Международный симпозиум "Нетрадиционные источники углеводородного сырья и проблемы его освоения «Тезисы докладов 23-27 июня 1997, Санкт-Петербург, 1997. /Совместно с Муслимовым Р.Х., Старшовым М.И., Ситниковым Н.Н., Ракутиным Ю.В. С.54.
46. Водоизоляционные работы на Мордово-Кармальском месторождении природного битума при применении тепловых методов разработки. Второй Международный симпозиум "Нетрадиционные источники углеводородного сырья и проблемы его освоения". Тезисы докладов 23-27 июня 1997, Санкт-Петербург, 1997. /Совместно с Ситниковым Н.Н., Старшовым М.И., Абдулхаировым Р.М. С.60.
47. Горно-геологические характеристики Подлесного месторождения природного битума, как объекта нетрадиционных методов разработки. Второй Международный симпозиум "Нетрадиционные источники углеводородного сырья и проблемы его освоения". Тезисы докладов 23-27 июня 1997, Санкт-Петербург, 1997. /Совместно с Ситниковым Н.Н., Старшовым М.И., Ракутиным Ю.В. С. 62.
48. Эффективность технологий, осуществляемых на битумных месторождениях. Второй Международный симпозиум "Нетрадиционные источники углеводородного сырья и проблемы его освоения". Тезисы докладов 23-27 июня 1997, Санкт-Петербург, 1997. /Совместно с Янгуразовой З.А., Юсуповой Т.Г., Багаутдиновой Е.М. С.64-65.
49. Определение степени охвата продуктивного пласта Мордово-Кармальского месторождения процессом теплового воздействия по результатам исследования керна оценочных скважин. Второй Международный симпозиум "Нетрадиционные источники углеводородного сырья и проблемы его освоения". Тезисы докладов 23-27 июня 1997, Санкт-Петербург, 1997. /Совместно с Янгуразовой З.А., Солодовой О.В., Галимовой Г.А., Беловой Н.Г. С.116-117.
50. Метод импульсной электроразведки для оценки объемной выработки битумного пласта. Второй Международный симпозиум "Нетрадиционные источники углеводородного сырья и проблемы его освоения". Тезисы докладов 23-27 июня 1997, Санкт-Петербург, 1997./ Совместно с Муслимовым Р.Х., Носовым П.И., Зиятдиновым В.В., Калташовым С.А. ,Коротченко А.Г. С.152-153.
51.Научные основы и опыт создания технологии и средств термоволнового воздействия на нефтяные и битумные пласты./ Сборник докладов Казанского научного центра РАН, Казань,1997./Совместно с Алемасовым В.Г., Муслимовым Р.Х., Кравцовым Я.И., Бутриным Э.Ф. и Хусаиновой А.А. С.35-

Издательство «УНИПРЕСС» КГУ
Заказ № 08/142. Тираж 100 экз. Бумага офсетная.
Казань, ул. Университетская, 17.
Тел. (8432) 380-596