

**НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ НАУК АЗЕРБАЙДЖАНА
ИНСТИТУТ ГЕОЛОГИИ И ГЕОФИЗИКИ**

На правах рукописи

ГАДЖИЕВ АГАРЗА МЕСУД ОГЛЫ

**СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ГЕОЛОГО-СТАТИСТИЧЕСКИХ
МОДЕЛЕЙ НЕФТЕОТДАЧИ ЗАЛЕЖЕЙ МЕСТОРОЖДЕНИЙ
АПШЕРОНСКОГО ПОЛУОСТРОВА С РАЗЛИЧНЫМИ ПРИ-
РОДНЫМИ РЕЖИМАМИ**

2521.01 – Геология, поиски и разведка
нефтяных и газовых месторождений

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т

диссертации, на соискание ученой степени
доктора философии по наукам о Земле

БАКУ – 2015

Работа выполнена в Азербайджанской Государственной Нефтяной Академии (ныне Азербайджанский Государственный Университет Нефти и Промышленности) на кафедре «Газогеологическая и нефтегазопромысловая геология».

Научный руководитель: заслуженный деятель науки,
член-корреспондент НАНА,
доктор геолого-минералогических
наук, профессор **Б.А.Багиров**

Официальные оппоненты: доктор геолого-минералогических
наук **Э.Б.Велиева**

доктор философии по наукам о
Земле **М.Г.Гасаналиев**

Ведущее предприятие: Научно-исследовательский инсти-
тут «Геотехнологические про-
блемы нефти, газа и химия»

Защита состоится «30» ноября 2015 г. в 14³⁰ на заседании Диссер-
тационного совета D 01.081 при Институте Геологии и Геофизики НАН
Азербайджана.

Адрес: AZ1143, Баку, пр. Г.Джавида, 119

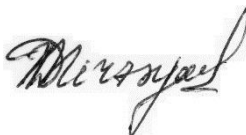
Факс: (99412) 5372285

E-mail: gia@azdata.net

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Института
Геологии и Геофизики НАН Азербайджана.

Автореферат разослан «___» октября 2015 г.

Ученый секретарь
Диссертационного совета D.01.081,
доктор философии по
техническим наукам



Д.Р.Мирзоева

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы. Прирост запасов углеводородов Республики обеспечивается проведением комплекса работ: включающих в себя геологоразведочные работы и исследования в области нефтегазопромысловой геологии. Первое подразумевает проведение поисковых и разведочных работ с целью открытия, разведки и ввода в разработку новых нефтегазовых месторождений. Второе повышение степени использования доказанных промышленных запасов различных категорий.

Проведение геологоразведочных работ становится все более сложным, так как объекты исследований приурочены к глубоководному шельфу, большим глубинами залегания продуктивных пластов, нетрадиционным источникам углеводородов и т.д. Все это требует крупных капиталовложений, изучения больших объемов геолого-геофизической информации, что существенно повышает величину геологических рисков принимаемых решений.

В целях увеличения нефтяного баланса республики актуальными являются исследования по увеличению степени освоения геологических запасов, являющейся актуальной задачей нефтегазопромысловой геологии, направленной на увеличение коэффициентов нефтеотдачи.

В настоящее время большинство залежей Азербайджана находятся в поздней стадии разработки, но тем не менее коэффициенты нефтеотдачи в среднем не превышают 0,35, из чего следует, что в недрах месторождений остаются нереализованными значительные остаточные запасы углеводородов. Поэтому на современном этапе развития нефтяной промышленности наряду с открытием и вводом в промышленную разработку новых месторождений важным является также изыскание путей более полного освоения запасов, в первую очередь на длительно разрабатываемых нефтяных месторождениях, характеризующихся развитой инфраструктурой.

Дальнейшее эффективное развитие нефтегазового комплекса требует создания новых и усовершенствования существующих методов, методологий и инновационных технологий, отражающих структуру изменения запасов углеводородов и их рационального освоения, которые соответствовали бы требованиям охраны недр, экологии, безопасности труда, при минимизации геологических и технологических рисков.

Таким образом, задачи создания и геолого-промыслового анализа моделей нефтеотдачи залежей, характеризующихся различными природными режимами; геолого-промысловой интерпретации результатов

моделирования взаимовлияния геолого-промысловых признаков в факторном пространстве; геолого-промысловый контроль и регулирование нефтедобычи при внедрении новых методов увеличения нефтеотдачи, являются актуальными и приоритетными исследованиями в области нефтегазопромысловой геологии.

Цель работы:

Геолого-промысловое обоснование процессов рациональной разработки нефтяных месторождений Азербайджана (суша), на основе создания новых и усовершенствования существующих геолого-математических моделей.

Основные задачи исследования:

1. Усовершенствование комплекса геолого-промысловых процедур классификаций и группирования нефтяных залежей, по характеру влияния геологических и технологических параметров на нефтеотдачу;
2. Геолого-промысловое обоснование процессов освоения запасов месторождений Азербайджана (суша), характеризующихся различными природными режимами, с применением современных геолого-математических моделей;
3. Разработка графоаналитического метода представления структуры геолого-промысловых факторов, способствующих выявлению взаимосвязи пластовых параметров и их роли при освоении запасов нефти;
4. Геолого-промысловое обоснование выбора и внедрения методов увеличения нефтеотдачи (МУН) на залежах Азербайджана, для повышения эффективности реализации и прироста остаточных запасов залежей, характеризующихся различной гидродинамической обстановкой;
5. Усовершенствование методов геолого-промыслового контроля за термическими методами воздействия на пласты.

Научная новизна:

1. Впервые предложена геолого-промысловая методика группирования нефтяных залежей по природным режимам, с привлечением аппарата математической статистики «дерева классификации»;
2. Усовершенствована методика комплексирования факторного и корреляционно-регрессионного анализов моделирования нефтеотдачи по комплексу многомерных геолого-технологических параметров;
3. Разработан метод выявления внутренней структуры и взаимосвязи геолого-промысловых факторов, на базе моделей «ветвящихся связей», наглядно иллюстрирующих характер взаимовлияния признаков и их значимость;
4. Обоснована иерархическая модель, выбора и внедрения методов увеличения нефтеотдачи (МУН) на залежах Азербайджана, с целью

повышения эффективности реализации и прироста остаточных запасов;

5. Создана методика геолого-промыслового контроля за тепло-воздействиями на пласты, с учетом изменения ионно-солевого состава пластовых вод.

Защищаемые положения:

–Комплексирующая геолого-математическая модель нефтеотдачи пластов, учитывающих влияние геолого-промысловых параметров на выработку запасов нефти;

–Геолого-математический метод исследований факторного анализа со структурой «ветвящихся связей»;

–Метод геолого-промыслового контроля за термическими методами увеличения нефтеотдачи пластов с привлечением гидрохимической информации.

Методы проведения исследований:

Диссертационная работа выполнялась с привлечением геолого-промысловых методов и геолого-статистических моделей.

Практическая ценность диссертации:

Полученные результаты позволяют выявлять характер взаимовлияния параметров пласта на нефтеотдачу, своевременно уточнять проявления режима пласта, эффективно регулировать процесс разработки залежей с применением термических методов.

Реализация работы на практике:

Результаты работ по созданию и усовершенствованию методов, способствующих выбору различных путей освоения запасов, были использованы в научных и хозяйственных работах, выполненных на кафедре «Нефтегазопромысловая геология» Азербайджанской Государственной Нефтяной Академии.

Разработки в области классификации и ранжирования геологических объектов используются в учебном процессе геологоразведочного факультета Азербайджанской Государственной Нефтяной Академии.

Апробация работы:

Основные результаты диссертационной работы докладывались:

–на VI конференции «Молодых геологов», посвященной памяти академика А.А.Ализаде. Баку, 2001;

–на VIII Республиканской научной конференции «Аспирантов и молодых исследователей». Баку, 2002;

–на конференции молодых исследователей и аспирантов посвященной «Дню Республики». Баку, 2004;

–на региональной конференции молодых ученых и специалистов, под эгидой «Азербайджанской Ассоциации Геологов Нефтяников», Баку, 2008;

–на Республиканской научной конференции «Аспирантов и молодых исследователей», посвященной 85 летнему юбилею общенационального лидера Гейдара Алиева. Баку, 2008

–на международной научно-практической конференции, посвященной «Новым технологиям в нефтегазодобыче» Баку, 2010;

–на международной II научно-практической конференции, посвященной «Новым технологиям в нефтегазодобыче» Баку, 2012;

–на международной конференции “Integrated Approach for Unlocking Hydrocarbon Resources”. Баку, 2012;

Публикация результатов работы.

Основные положения диссертации опубликованы в 16 работах.

Личный вклад соискателя:

Выполнение исследований проводились в рамках тематического плана научно-исследовательских работ АГНА и НИПИ «Нефтегаз». Автор диссертации активно участвовал при решении ряда вопросов и анализе их результатов.

Фактический материал:

При выполнении диссертации были использованы фондовые материалы ГНКАР и АГНА, а также опубликованные работы по соответствующей области науки.

Структура и объем работы:

Диссертационная работа изложена на 180 страницах, включая 62 рисунок, 16 таблиц и список использованной литературы из 152 наименований.

Автор выражает глубокую благодарность своему научному руководителю, заслуженному деятелю науки Азербайджана, члену корреспонденту НАНА, д.г.-м.н., профессору Б.А.Багирову за внимание и помощь, оказанную при выполнении диссертационной работы. Автор благодарит д.г.-м.н., А.М.Салманова за консультации и ценные советы.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Введение. Приведены основные положения диссертационной работы, её цели и задачи, актуальность проведенных исследований, защищаемые положения, изложены пути решения поставленных задач.

Первая глава посвящена современному состоянию проблемы и задачам исследования. В ней показано, что в современном мире одной

из главных задач повышения степени освоения доказанных запасов и оптимизации регулирования процессов разработки нефтяных и газонефтяных месторождений является применение новейших компьютерных геолого-математических моделей и современных программ моделирования.

Отмечено, что повышение эффективности освоения запасов, в первую очередь, зависит от изучения и сравнительного анализа результатов, проведённых геолого-промысловых исследований, обоснования мероприятий, обеспечивающих улучшение внедрения в процессы освоения запасов нефтяных месторождений, характеризующиеся различными геолого-технологическими условиями.

В Азербайджане нефть в промышленном масштабе добывается с конца 19 века. В республике было открыто более 70 месторождений нефти и газа, в том числе из разведанных месторождений в эксплуатации пребывало по суше 43, а по морю 21, большая часть из которых находится в поздней стадии разработки.

Основным нефтегазоносным комплексом месторождений Азербайджана является продуктивная толща (нижний плиоцен) представленная ритмичным чередованием, в основном песков, песчаников, алевролитов, алевролитов, плотных песчаных и известковых глин, а также глинистых пластов.

С начала разработки по исследуемым месторождениям (на дату проводимых исследований) было добыто более одного млрд. тонн нефти. Выработанность запасов по ряду месторождений составляет 87% от начальных извлекаемых.

Месторождения республики располагают огромными доказанными запасами и ресурсами нефти: только значения запасов промышленных категорий по объектам исследования достигают до 4 млрд. т. при текущем коэффициенте нефтеотдачи 0,35.

Известно, что при существующих технологиях из залежей можно извлечь 45% первоначального запаса нефти. Это означает, что имеется возможность по длительно разрабатываемым месторождения Азербайджана, добыть ещё около 200 миллион тонн нефти.

Таким образом выбор приоритетных объектов для дальнейшей разработки с применением методов увеличения нефтеотдачи (МУН) является одной из самых актуальных задач нефтегазопромысловой геологии.

Во второй главе рассматривается характер освоения промышленных запасов промышленных потенциалов залежей в зависимости от проявлений природных режимов, так как проявления пластовой энер-

гии в процессе нефтеизвлечения отличаясь исключительной сложностью, оказывает существенное влияние на полноту освоения и обеспеченность запасами.

Залежи продуктивной толщи месторождений Азербайджана (суша), характеризуются различными степенями дренирования, что обусловлено, главным образом, проявлениями энергии пласта в процессе разработки залежей (режимом). В пластах исследуемых месторождений Азербайджана обоснованно выделение двух режимов: 1) активный – движение нефти в пористой среде происходит под влиянием продвижения вод из законтурных областей и энергией растворенного в нефти газа; 2) пассивный – движение нефти к забоям скважин осуществляется лишь за счет проявления энергий газовых ресурсов.

В главе также рассмотрена стратиграфия, тектоника, нефтегазодность и текущее состояние разработки месторождений суши Азербайджана, по которым выделяются 226 эксплуатационных объектов.

Третья глава посвящена классификационным задачам группирования залежей по характеру природных режимов.

Идентификация и классификация разрабатываемых нефтяных залежей по природным режимам, детальное изучение причинного характера различной степени реализации запасов является одной из актуальных задач нефтепромысловой геологии. В зависимости от результатов её решения предопределяются стратегические направления по выбору рациональных путей доразработки, выявлению степени влияния геолого-промысловых параметров на нефтеотдачу и т. д.

Для решения вопроса установления влияния геологических признаков на нефтеотдачу и определения рациональных путей доразработки интересна постановка, прежде всего отвечающая вопросам идентификации разрабатываемых нефтяных залежей по природному режиму и проведению классификационных исследований для детального изучения причинного характера различной степени реализации запасов в исследуемых объектах.

Именно в контексте отмеченного, в работе приводятся результаты выявления разнохарактерности реализации запасов залежей, характеризующихся активными и пассивными режимами дренирования.

Надежное решение этой задачи реализовано путем комплексирования дискриминантного анализа и аппарата «деревьев классификации». В результате удается четко отнести исследуемые объекты к тому или иному режиму. Так, дискриминантный анализ используется для принятия решения о том, какие переменные различают (дискриминируют) две или более возникающие совокупности (группы). А, деревья

классификации очень удобный инструмент анализа данных, при помощи которого можно получить наглядное и понятное с первого взгляда визуальное представление связи зависимой переменной и независимых признаков.

По результатам группирования залежей с помощью аппарата «деревьев классификации» (рис. 1) выяснилось, что все исследуемые залежи можно разделить на 96 объектов со смешанным режимом и 130 объекта, характеризующихся режимом растворенного газа.

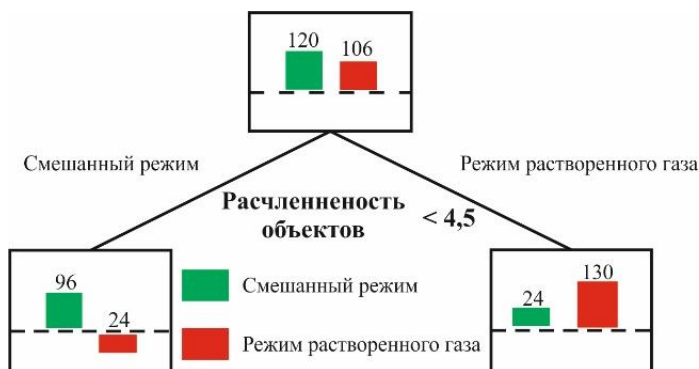


Рис. 1 «Дерево классификации» месторождений суши Азербайджана

Таким образом, результатами реализации моделей, устанавливается, что различия в группировании между дискриминантным анализом и с помощью «деревьев классификации» оказывается незначительной.

В четвертой главе приводятся характеристики созданных моделей нефтеотдачи пластов и их обобщенная интерпретация с позиции нефтепромысловой геологии.

Для исследования влияния геолого-промысловых признаков на нефтеотдачу продуктивных пластов Азербайджана Б.А.Багировым (1984), Т.Ю.Багаровым (1989), А.М.Салмановым (2008) были предложены статистические модели.

Для решения поставленной задачи, по уточненным структурам матриц и с привлечением большего числа признаков, оказывающих существенное влияние на нефтеотдачу, получены модели как для смешанного режима (по данным 120 залежей), так и для режима растворенного газа (106 залежей).

Известно, что геолого-промысловые параметры, оказывающие влияние на процесс освоения нефтяных запасов, скоррелированы

между собой, в таких условиях коэффициенты регрессии статистических моделей не дают достаточно достоверного представления о влиянии учитываемых в них характеристик на нефтеотдачу. Поэтому в полученных корреляционно-регрессионных моделях содержатся определенные погрешности.

Для удовлетворения требований корреляционно-регрессионного анализа (все признаки должны быть линейными и взаимонезависимыми) эффективно применение математического аппарата факторного анализа. А наглядное представление внутренней структуры каждого главного компонента (фактора) достигнута, благодаря модифицированным нами, так называемым, схемам «ветвящихся связей». Данный метод является графическим способом отображения характера проявления исследуемых геолого-геофизических параметров на плоскости структуры корреляционной матрицы. Здесь реализуется принцип: чем сильнее связь между переменными, тем ближе друг к другу они должны располагаться на плоскости. Построение этих схем сводится к следующему. Отыскивается по максимальному коэффициенту корреляции пара признаков (a и b), наиболее сильно связанных друг с другом. Эта пара иллюстрируется на плоскости на расстоянии, обратно пропорциональном коэффициенту корреляции. Далее находится третий параметр (c), имеющий максимальную связь с элементами a и b . Его положение отображается на плоскости вблизи a и b в соответствии с величинами r_{ac} и r_{bc} . Затем отыскивается следующий элемент d , максимально связанный с одной из трёх пар (ab , ac , bc), и наносится на плоскость по уже описанному принципу. Такого рода процедура продолжается до тех пор, пока не будут исчерпаны все значимые коэффициенты корреляции. Ввиду проведения исключительно большого объёма расчётов, для упрощения решения поставленной задачи нами была разработана программа «FView». Результаты, на основе разработанного пакета программ, представлены работе в виде схем «ветвящихся связей» первых 3 факторов для смешанного и режима растворенного газа.

Резюмируя проведенные выше исследования оказывается, что в структуре всех факторов на фоне различного влияния (положительного или отрицательного) показателей залежей, вязкость нефти повсеместно характеризуется как устойчивый параметр отрицательно влияющий на нефтеотдачу. Поэтому при любых условиях разработки, для залежей, эксплуатируемых длительное время, наряду с другими мероприятиями следует предусмотреть и обосновать работы снижению вязкости нефти, что улучшит ее подвижность в пористой среде.

В пятой главе рассмотрены вопросы обоснования мероприятий

доработки исследуемых залежей.

Известно, что при разработке нефтяных залежей широко применяются методы поддержания пластового давления путем закачки в пласт воды. Однако при всех достоинствах методы заводнения нефтяных залежей не удовлетворяют современным требованиям, а именно: значительная часть геологических запасов нефти после длительной эксплуатации остается не извлеченной, так как не обеспечивается полнота охвата неоднородных и расчлененных пластов заводнением; залежь дренируется неравномерно, происходит преждевременное обводнение высокопроницаемых пластов и защемление скоплений углеводородов в малопроницаемых пластах и т.д.

Все указанные явления приводят к изменениям продуктивности, снижению темпов нефтеизвлечения и конечной нефтеотдачи, причем отмеченные факторы действуют комплексно, что еще более негативно отражается на добывных возможностях месторождения.

На современном этапе проблема наиболее полного извлечения запасов нефти может быть реализована в случае, если будут надежно и оперативно выявлены все элементы, характеризующие геолого-промысловые условия пластов и применяемых современных технологических решений. В настоящее время в практике нефтедобычи для достижения поставленных целей все чаще стали использовать: новые методы увеличения нефтеотдачи (МУН) пластов и технологии повышения нефтедобычи (горизонтальные и многозабойные скважины, совместная эксплуатация одной скважиной двух и более пластов и др.), а также их комбинации.

За последние десятилетия, как в Азербайджане, так и за рубежом значительно расширены работы по разработке и опытно-промышленному испытанию и внедрению новых МУН пластов, позволяющих значительно увеличить конечную нефтеотдачу. Арсенал существующих и прошедших промышленные испытания МУН пластов в настоящее время достаточно обширен: термические, физико-химические, физико-гидродинамические, газовые, биологические, микробиологические, акустические и другие.

Проведенные исследования показали, что доминирующую роль при выборе методов повышения нефтеотдачи пластов играют четыре параметра: вязкость нефти в пластовых условиях, глубина залегания разрабатываемого объекта, проницаемость пород коллекторов и степень использования запасов нефти. Указанные показатели легли в основу классификации перечисления Б.А.Багирова, отражающей комплексную характеристику условий, благоприятных для применения каждого из МУН.

Для выявления перечня нефтяных залежей для широкомасштабного применения МУН целесообразно использовать предлагаемую классификационную схему залежей, важным элементом которой является целенаправленное группирование объектов для применения отдельных видов воздействия.

Предложенная в таком виде классификация «перечисления» эксплуатационных объектов позволяет надежно и наглядно определить МУН по месторождениям Азербайджана (по исследуемым 120 залежам, разрабатываемым на смешанном режиме и для 106 залежей, характеризующихся режимом истощения (таблица).

Применение новых методов повышения нефтеотдачи пластов по выбранным эксплуатационным объектам как при самостоятельном, так и комбинированном внедрении МУН ожидается прирост остаточных извлекаемых запасов нефти в среднем от 1,6 до 12,0 млн. тонн.

Таблица

Методы повышения нефтеотдачи пластов
по ряду эксплуатационных объектов Азербайджана

№	Методы повышения нефтеотдачи пластов		Число эксплуатационных объектов	
			смешанный режим	режим растворенного газа
1	Водогазовое воздействие		56	5
	Дополнительный метод	Пена	11	3
		Микробиологические	10	3
2	Мицелляр		16	1
3	ПАВ		9	13
	Дополнительный метод	Пена	6	4
		Щелочь	3	4
		Микробиологические	6	4
4	Термические методы		31	87
5	Циклическая закачка		9	1

Как показала практика, на первый план по возможностям увеличения нефтеотдачи пластов отчетливо выходят термические методы воздействия на пласты. Это связано с тем, что они применяются в ос-

новном в залежах с трудноизвлекаемыми (пассивными) запасами нефти, то есть когда другими способами достичь коэффициента нефтеотдачи выше 0,20 – 0,30 не представляется возможным.

Тепловые методы основаны на уменьшении вязкости и плотности нефти, что приводит к увеличению ее подвижности в пластовых условиях. Реализация метода осуществляется за счет нагнетания в пласт высокотемпературных рабочих агентов (пар, горячая вода, и т.д.), а также за счет процесса горения самой нефти непосредственно в пласте (внутрипластовое горение).

Очевидно, что успешное внедрение тепловоздействия на пласты требует систематического контроля, за применяемыми процессами разработки, позволяющие максимизировать эффект от применения метода за счет его своевременного регулирования. Трудоемкость и затратность получения оперативных данных о физическом состоянии пласта, отставание в обработке полученной информации и т.д. могут отрицательно сказаться на планах достижения проектных коэффициентов нефтеотдачи. На практике для контроля за тепловоздействием рекомендуется построение карт изменения температуры пласта (изотерм), что не всегда своевременно предоставляет информацию о направлении продвижения тепла вводимого в залежь. Таким образом, обоснование новой более эффективной методики контроля за процессами термовоздействия является актуальной задачей нефтегазопромысловой геологии.

Методика основана на положениях, о том, что если в пласт вводится теплоноситель в виде пара или горячей воды, либо осуществляется горение остаточной нефти, это должно отразиться не только на повышении пластовой температуры, и тем самым на уменьшении вязкости и плотности нефти, но и приводить к изменению характера ионно-солевого состава вод. При этом следует принимать во внимание то что, скорость продвижения воды в пористой среде всегда будет опережать скорость теплопроводности пород и насыщающей его жидкости. Поэтому изменение химизма воды выступает как информативный показатель, что позволяет выявлять зоны пласта охваченные тепловоздействием. При этом характер изменчивости ионно-солевого состава зависит от типа тепловоздействия: если в пласт внедряется пар, соленость вод пласта неизбежно будет уменьшаться так нагнетаемый пар по сути своей представляет собой дистиллированную воду. А при горении пласта, наряду с уменьшением вязкости и плотности нефти, увеличивается и температура пластовой воды, что ускоряет их совместное продвижение к добывающим скважинам. При этом вымывающая способность разогретой пластовой воды все более растет, что приводит к естественному

увеличению ее химической активности, тем самым, в ней лучше растворяются соли пород коллекторов. Поэтому в добываемой с нефтью воде, на фоне различного изменения солевого состава, как правило, повышается содержание ионов Na+K и Cl. Что касается контроля за процессом закачки в пласт горячей воды (на месторождениях Азербайджана не применялось) с привлечением гидрохимических данных, есть все основания полагать, что химизм вод в зависимости от ионно-солевого состава воды используемой в качестве теплоносителя соответствующим образом измениться.

Предложенная в работе методика иллюстрируется фактической геолого-промысловой информацией.

Паровоздействие. Этот метод успешно применялся на залежах горизонта ШКСв месторождения Балаханы-Сабунчи-Раманы (площадь Хорасаны). Здесь нефть в пластовых условиях имеет плотность 0,920-0,935 г/см³, и вязкость 75-110 мПа·с. Хотя объект разрабатывается с 1924 года, на момент начала воздействия текущий коэффициент нефтеотдачи составлял всего 0,19. Среднесуточные дебиты скважин изменялись в пределах 0,6-3,2 т. нефти и 0,1- 8,0 м³ воды. С целью улучшения фильтрационной характеристики нефтей в пористой среде с 1969 года на рассматриваемой площади была начата закачка пара в скважине №1396 и далее в 1970 году в скважине №1128. Температура рабочего агента (пара) на устье составляла 200-220 °С, давление нагнетания равнялось 3,0 МПа.

В работе даются результаты исследования влияния температуры на физико-химические свойства нефтей и пластовых вод в реагирующих скважинах (№2220, 2281, 2547, 2238, 2227). Выявлено, что с ростом температуры в реагирующих скважинах наблюдалось закономерное уменьшения вязкости и плотности добываемой нефти. При этом в тех скважинах где изменение пластовой температуры замечено не было, также отмечалось некоторое улучшение подвижности нефти (№2236). Это дало возможность предположить, что влияние теплового потока распространяется более широко. Исследования показали, что даже в тех скважинах, где изменения пластовой температуры не наблюдались, тем не менее, химизм пластовой воды претерпевал значительные изменения. Соленость этих вод в результате смешивания с паровым конденсатом уменьшалась от 2,5- 3,1 до 0,5- 2,8 °Ве.

Сопоставление физико-химических характеристик пластовой воды, показал, что изменение её свойств происходит вследствие опережающего проникновения парового конденсата (являющегося по сути своей дистиллированной водой) по более проницаемым пропласткам. Причем такая

картина наблюдалась даже в тех скважинах (№1397, 1934), где другие геолого-технологические характеристики остались стабильными.

Эффективность метода хорошо видна на карте разработки горизонта ПКС_в площади Хорасаны Бинагады-Сабунчи-Раманинского месторождения (рис. 2).

Исследования контроля за паровоздействием показали, что прослеживание характера распределения гидрохимической обстановки залежей в динамике позволяет объективно выявлять направления теплового потока на площадях залежи ПКС_в месторождения Балаханы-Сабунчи-Раманы. Поэтому эта методика может быть использована при решении аналогичных задач для других схожих по геолого-промысловым показателям объектов.

Внутрипластовое горение. Метод основан на способности углеводородов, выделять большое количество тепла при вступлении с кислородом в окислительные реакции. Генерирование теплоты непосредственно в пласте является основным преимуществом и отличительной особенностью этого метода.

Отметим, что под влиянием физического изменения теплового режима пласта в процессе горения, в анализах вод отобранных из реагирующих скважин в тот же период отмечается изменение их ионно-солевого состава. Этот эффект обнаружен на объектах месторождений Балаханы-Сабунчи-Раманы и Пираллахи.

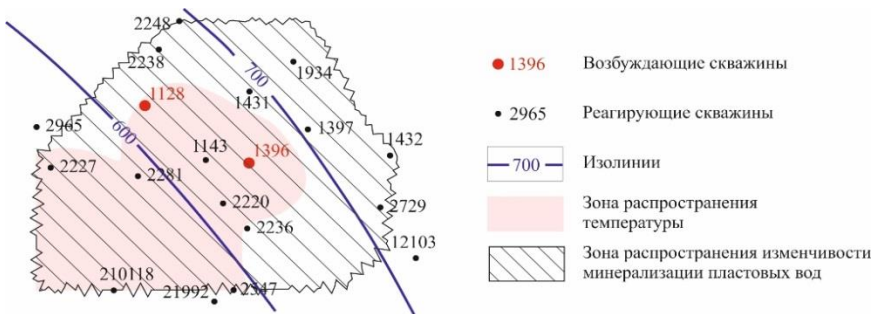


Рис. 2. Карта распространения тепла в результате паровоздействия на площади Хорасаны месторождения Балаханы-Сабунчи-Раманы

1) Горизонт ПКС_в месторождения Балаханы-Сабунчи-Раманы (площадь Хорасаны), в отличие от других площадей месторождения, характе-

ризуется низкими коэффициентами нефтеотдачи ($<0,30$), что связано в основном с высокими значениями вязкости нефти (>50 мПа·с). Поэтому в 1973 года в этой залежи стали применять термические методы в виде ВПГ.

Краткие геолого-технологические характеристики объекта сводятся к следующему. Горизонт вступил в разработку 1919 году. Процесс горения осуществлялся в скважинах №3326, 3323, 12z, 3396, 2632. Под воздействием оказалось более 40 добывающих скважин.

Воздействие проводилось вплоть до 1995 года и за весь период было закачено в пласт более 600 тыс. м³ воды и более 200 млн. м³ сжатого воздуха. В результате воздействия было получено около 230 тыс. тонн нефти дополнительно, что связано с увеличением её подвижности за счёт снижения вязкости и плотности. Метод воздействия находился под систематическим наблюдением, в результате чего и осуществлялось его регулирование. Отметим, что на фоне различного изменения тепла в реагирующих скважинах, в большинстве из них наблюдалось существенное изменение физико-химических характеристик вод (скважины 3375, 3z, 3518 и др.).

Как видно из приведенных данных, в процессе проведения ВПГ на горизонте ПК_в площади Хорасаны, гидрохимические показатели залежи подвергаются различным изменениям (рис. 3).

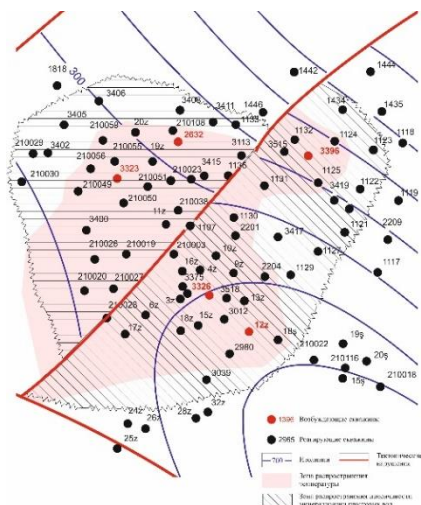


Рис. 3. Карта распространения тепла в результате применения ВПГ на площади Хорасаны месторождения Балаханы-Сабунчи-Раманы ПК_в

При этом во всех случаях отчетливо прослеживается повышение значения ионов Na+K и Cl, что дало возможность уточнять зоны влияния теплового потока по площади.

2) Горизонт КС_в месторождения Пираллахи, разрабатывается более 70 лет. Этот объект характеризуется значительной неоднородностью, что явилось причиной разнохарактерности реализации запасов по объекту. Скопление в ряде блоков значительных остаточных запасов высоковязких нефтей, дало повод для проектирования и применения метода внутрипластового горения. В различное время воздействие было начато в скважинах: 208 – 1974 год, 800 и 801 – 1976 год, 172 – 1981 год, 843 – 1982 год.

Результаты исследований изменения компонентного состава минерализации вод реагирующих скважин в динамике, практически, показали их идентичность в характере изменения значений минерализации вод с водами ПК_в месторождения Балаханы-Сабунчи-Раманы. Так, в период проведения воздействия в скважинах обнаружены существенные повышения в нефтяных значениях ионов Na+K и Cl. С учетом этого эффекта удалось составить карты отражающие истинную зону охвата тепловоздействием на площади залежи КС_в месторождения Пираллахи (рис. 4).

Исходя из вышеизложенного, в процессе теплового воздействия в любой его модификации, не зависимо от геологической неоднородности пласта, обнаруживается характерные особенности изменения химизма вод.

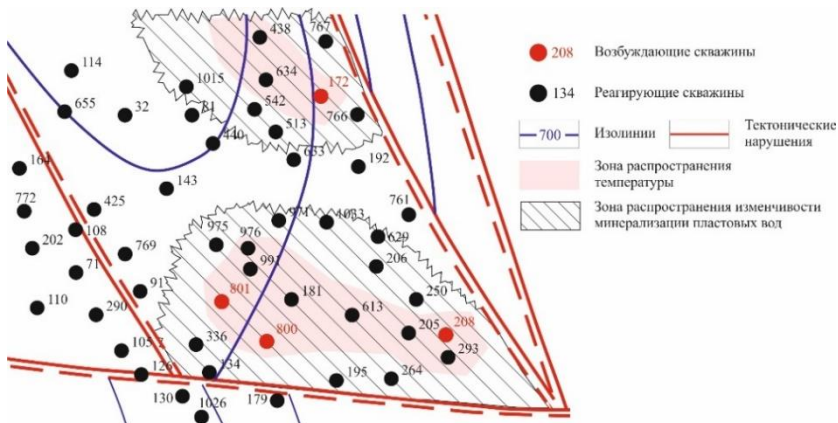


Рис. 4 Карта распространения тепла в результате применения ВПГ на горизонте КС_в месторождения Пираллахи

Выявленный этот эффект является аргументом для включения анализа гидрохимической информации в комплекс исследований, проводимых в процессе тепловоздействия на пласты.

Выводы и рекомендации

В диссертационной работе с привлечением геолого-промысловых методов, решен ряд задач, имеющих важное значение для обоснования рациональных путей по доработке нефтяных месторождений Азербайджана. Основными из них являются:

1. Разработана методика группирования нефтяных залежей Азербайджана по природным режимам, с привлечением математического аппарата «деревья классификации», является весьма важным при обосновании комплекса геологических исследований на практике;

2. Предложены геолого-математические модели нефтеотдачи залежей разрабатываемых на различных режимах дренирования, которые позволяют с последующим их сопоставлением, позволяющие выявить роли каждого из изучаемого геолого-промыслового параметра пластов при освоении запасов нефти;

3. Создана методика выявления характера проявления каждого из геолого-технологических параметров нефтяных пластов, что позволяет объективно учитывать их роль при выработке запасов и тем самым своевременно регулировать применяемые процессы нефтеизвлечения;

4. Предложена иерархическая классификационная модель позволяющая выявлять из числа залежей Азербайджана наиболее пригодные для применения методов увеличения нефтеотдачи пластов, с прогнозированием их эффективности.

5. Обоснована новая методика контроля за термовоздействиями на пласты с привлечением гидрохимических показателей, что дало возможность уточнить зону распространения теплового потока и эффективно регулировать этот динамический процесс.

Список литературы опубликованной по теме диссертации

1. Гаджиев А.М. Дифференциация запасов по площади газоконденсатного месторождения Бахар / Ə.Əlizadənin xatirəsinə həsr olunmuş “Gənc geoloqlar” dərnəyinin VI Konfransı. Bakı: ADNA, 2001, s.39-40
2. Гаджиев А.М. Сравнительный анализ моделей нефтеотдачи залежей, характеризующихся различными природными режимами /

- Aspirantlar və Gənc Tədqiqatçıların VIII Respublika Elmi Konfransı. Bakı: ADNA, 2002, s.57-58
3. Гаджиев А.М. Сравнительная характеристика моделей нефтеотдачи залежей эксплуатирующихся на различных природных режимах / “Respublika Gününə” həsr olunmuş konfrans. Bakı: ADNA, 2004, s. 33-36
 4. Багиров Б.А., Салманов А.М., Гаджиев А.М. Структура признакового пространства моделей нефтеотдачи пластов // Научные труды Научно-исследовательского Института ГНКАР, 2007, №9, с.40-44
 5. Гаджиев А.М. Структура признакового пространства модели нефтеотдачи при смешанном режиме разработки / ANGС, AYAM assosiasiyasının Azərbaycan bölməsi, Gənc mütəxəssis və alimlər regional konfransı. Bakı, 2008, s.53-55
 6. Гаджиев А.М. Факторный анализ как метод классификации и моделирования / Ümummilli lider Heydər Əliyevin 85 illik yubileyinə həsr olunmuş, aspirantların və gənc tədqiqatçıların elmi konfransı. Bakı: ADNA, 2008, s.22-23
 7. Багиров Б.А., Салманов А.М., Гаджиев А.М. Геолого-математическое обоснование мероприятий по реализации остаточных запасов нефти залежей характеризующихся режимом истощения // Известия Высших Учебных Заведений Азербайджана, 2009, №5(63), с.11-14
 8. Багиров Б.А., Гарагёзов Э.Ш., Абдуллаева Л.А., Гаджиев А.М. Классификация нефтяных залежей на основе искусственных нейронных сетей и кластер анализа // Электронный научный журнал «Нефтепромысловое дело», 2009, Том VII, №1. [http: // www/ogbus.ru / authors / Bagirov / Bagir_1.pdf](http://www/ogbus.ru/authors/Bagirov/Bagir_1.pdf)
 9. Багиров Б.А., Салманов А.М., Гаджиев А.М. Структура признакового пространства моделей нефтеотдачи различных природных режимов // Научные труды НИПИ «Нефтегаз» ГНКАР, 2010, №9, с.14 -19
 10. Багиров Б.А., Назарова С.А., Гаджиев А.М. и др. Сравнительный анализ моделей нефтеотдачи пластов / “Новые технологии в нефтедобыче” Материалы Международной Конференции. Баку: 2010, с. 73
 11. Багиров Б.А., Гаджиев А.М. Усовершенствование геолого-математических моделей для приобщения эксплуатационных объектов морских месторождений / “Новые технологии в нефтедобыче” Материалы II Международной Конференции. Баку: 2012, с.87-88
 12. Гаджиев А.М., Рустамова Х.Р. Application of a hydrochemical indicators of assessment of tectonic activity in the deeply buried hydrocarbon bearing structures / “Integrated Approach for Unlocking Hydrocarbon

Resources". Baku, 2012, p. 133

13. Гаджиев А.М. О контроле за термовоздействием на нефтяные пласты // Геолог Азербайджана, Баку, 2012, №16, с.173-181
14. Багиров Б.А., Гаджиев А.М., Гидрогеологический контроль за тепловоздействием на месторождениях Азербайджана // Азербайджанское Нефтяное Хозяйство, 2014, № 7-8, с.16-23
15. Гаджиев А.М. О контроле и регулировании разработки залежей характеризующихся различными природными условиями // Научные труды НИПИ «Нефтегаз» ГНКАР, 2014, №2, с.38-45
16. Багиров Б.А., Гаджиев А.М. Результаты комплексирования геолого-гидрохимической информации для контроля за тепловоздействием на нефтяные залежи / Материалы международного семинара «Рассохинские чтения». Ухта: УГТУ, 2014, с.124-128



Handwritten signatures of Bagirov B.A. and Gadzhiev A.M.

**ABŞERON YARIMADASINDA MÜXTƏLİF TƏBİİ REJİMLİ
YATAQLARIN GEOLOJİ-STATİSTİK NEFTVERMƏ
MODELLƏRİNİN MÜQAYİSƏLİ TƏHLİLİ**

XÜLASƏ

Dissertasiya işi 5 fəsildən, nəticə və təkliflərdən, istifadə edilmiş 152 adda ədəbiyyat siyahısından ibarətdir.

İşin məqsədi yeni geoloji-riyazi modellərdən istifadə etməklə, Azərbaycanın quru sahəsində uzun müddət istismarda olan neft yataqlarının işlənməsinin səmərəli başa çatdırılması yollarının göstərilməsindən ibarətdir.

Birinci fəsildə baxılan yataqlarda araşdırılan problemin müasir vəziyyəti, qarşıya qoyulan tədqiqat məsələlərdən bəhs edilir. Bu bölmədə müasir dövrdə dünya üzrə aktual məsələ olan yataqların ehtiyatlarının mənimlənməsinin yüksəldilməsi və işlənməyə nəzarətin optimallaşdırılması üçün yeni kompüter texnologiyasının imkanlarından istifadə etməklə, geoloji-riyazi üsulların tətbiqi məsələləri öz əksini tapmışdır.

Ehtiyatların səmərəli yollarla mənimlənməsi üçün müxtəlif geoloji-texnoloji şəraitlərlə səciyyələnən yataqlarda işlənmə nəticələrinin müqayisəsinin aparılması ilə yanaşı, tətbiq olunan geoloji-mədən tədqiqatlarının araşdırılmasının vacibliyinin ön plana çəkilib. Təcrübə göstərir ki, baxılan yataqlar üzrə ilk ehtiyatların realizasiya səviyyəsi (dərəcəsi) 35%-ə çatır. Yataqların uzun müddət işlənməsinə baxmayaraq, laylarda hələ də kifayət qədər qalıq ehtiyatlar mövcuddur. Yataqların işlənməsinin səmərəli başa çatdırılması üçün neft-mədən geologiyasının ən aktual məsələsi olan yeni üsulların tətbiqi də işdə geniş işıqlandırılmışdır.

İkinci fəsildə tədqiqata cəlb edilmiş yataqların stratigrafiyası, tektonikası, neft-qazlılığı haqqında geniş məlumatlar verilmiş, 226 istismar obyektinin işlənməsinin cari vəziyyəti təhlil edilmişdir. Yataqların təbii rejimlərə görə təsnifatı həyata keçirilmiş, nefti-qazı quyu dibinə sıxışdıran qüvvələrin xarakterinə görə obyektlər “aktiv” və “passiv” yataqlara bölünmüşdür.

Üçüncü fəsildə yataqların ehtiyatlarının mənimlənmə dərəcələrinə görə təsnifatı aparılmışdır. 96 istismar obyektini “aktiv”, 130 istismar obyektini isə, “passiv” yataqlara aid edilmişdir. Yeni üsulların tətbiqi məqsədilə “təsnifat ağacı”ndan istifadə etməklə, hər bir rejim üzrə ayrılıqda qruplaşdırma əməliyyatı həyata keçirilmişdir.

Dördüncü fəsildə layların neftverminin artırılması üçün yeni statistik riyazi modellərin tətbiqinə baxılmışdır. Burada korrelyasiya-reqressiya, faktor analizin tətbiqi ilə neftvermə modelləri alınmış və onların geoloji-mədən interpretasiyası aparılmışdır.

Beşinci fəsildə ehtiyatların səmərəli istifadəsi üçün yeni üsulların tətbiqinə baxılmışdır. Yeni üsullardan lay daxili yanma və buxarla təsir üsulünün tətbiqinə üstünlük verilmişdir. Bu üsulların tətbiqinə nəzarətin təkmilləşdirilməsi məsələlərinə də toxunulmuşdur.

İşin nəticə və təkliflər bölməsində Abşeron yarımadasının quru sahəsində yerləşən uzun müddət istismarda olan müxtəlif geoloji-texnoloji şəraitlərlə səciyyələnən yataqların işlənməsinin səmərəli başa çatdırılması üçün bir sıra təkliflər verilmişdir.

**COMPARAISON STUDY OF GEOLOGIC-STATISTICAL MODELS
FOR OIL RECOVERY FROM THE POOLS WITH VARIOUS
NATURAL DRIVE IN ABSHERON PENINSULA**

SUMMARY

The dissertation consists of 5 chapters, conclusions and proposals, and list of 152 references.

The aim of the work is to indicate efficient ways for completing development of mature onshore oilfields in Azerbaijan, using newly elaborated geologic-mathematical models.

The first chapter deals with the state of the art in the field of study. Here the emphasis is put on novel applications of computerized geologic-mathematical models for resolving the actual problem of enhanced development of oil reserves and optimization of control over reservoir development.

To attain higher efficiency at oil reserve development it is crucial that comparison of development outcomes for the fields characterized by various geologic-technological conditions is accompanied with examination of geological production parameters.

According to evidences from considered fields only 35% of their initial reserves have been developed. In spite of long term of field development the reservoirs still hold substantial remaining reserves. The dissertation broadly covers questions concerning modern approaches in production geology to efficiently complete field development.

Chapter 2 presents wide information on the stratigraphy, tectonics, oil and gas capacity of the fields considered, along with the analysis of the current state of 226 producing objects being under development. The oil pools were classified on the base of their natural drive. Productive objects were differentiated as “active” and “passive” according to the nature of the forces making oil and gas to move towards bottom of well.

Chapter 3 deals with classification of fields based on the degree of development of their reserves. Thus 96 of exploitation objects were referred to “active” group and 130 to “passive” group of pools. Using classification tree and based on reservoir drive mode grouping was carried out, to decide on a new method appropriate for application.

Chapter 4 addresses an employment of new statistical mathematical models with the aim of enhancing oil recovery from reservoirs. With application of correlation, regression and factor analysis techniques oil recovery models were constructed and their interpretation given in production geology terms.

Chapter 5 deals with application of new methods to efficiently produce hydrocarbon reserves. In-situ combustion and steam thermal stimulation were chosen as preferable methods. Improvement of control on use of these methods was also touched upon.

The final “Conclusions and proposals” section of the dissertation contains a number of proposals on efficient completion of development of mature Asheron Peninsula fields which are characterized with distinct geological-technological conditions.

Sifariş № 31. Tirajı 100 nüsxə

Azərbaycan MEA Geologiya və Geofizika İnstitutu

«Nafta-Press» nəşriyyatı,

Bakı, H.Cavid pr. 119, Tel.: 539-39-72

**AZƏRBAYCAN MİLLİ ELMLƏR AKADEMİYASI
GEOLOGİYA VƏ GEOFİZİKA İNSTİTUTU**

Əlyazma hüququnda

HACIYEV AĞARZA MESUD OĞLU

**ABŞERON YARIMADASINDA MÜXTƏLİF TƏBİİ REJİMLİ
YATAQLARIN GEOLOJİ-STATİSTİK NEFTVERMƏ
MODELLƏRİNİN MÜQAYİSƏLİ TƏHLİLİ**

2521.01 – Neft və qaz yataqlarının geologiyası,
axtarışı və kəşfiyyatı

Yer elmləri üzrə fəlsəfə doktoru elmi dərəcəsi almaq üçün
təqdim edilən dissertasiyanın

A V T O R E F E R A T I

BAKI – 2015