

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
**«Пермский национальный исследовательский политехнический
университет»**

**Заключение диссертационного совета Д ПНИПУ.05.05
по диссертации Фоминых Олега Валентиновича
на соискание ученой степени
доктора технических наук**

Диссертация «Научно-методическое обоснование учета фазовых равновесий при проектировании разработки и эксплуатации месторождений углеводородов» по специальности 25.00.17 – Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений принята к защите 09 октября 2020 г. (протокол заседания № 19) диссертационным советом Д ПНИПУ.05.05, созданным по приказу ректора Пермского национального исследовательского политехнического университета от «01» октября 2019 г. № 69-О в рамках реализации предоставленных ПНИПУ прав, предусмотренных абзацами вторым – четвертым пункта 3.1 статьи 4 Федерального закона от 23 августа 1996 г. № 127-ФЗ «О науке и государственной научно-технической политике» на основании распоряжения Правительства Российской Федерации от 23 августа 2017 г. № 1792-р.

Диссертация выполнена на кафедре «Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Тюменский индустриальный университет» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

Научный консультант – доктор технических наук, профессор Леонтьев Сергей Александрович, профессор кафедры «Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Тюменский индустриальный университет».

Официальные оппоненты:

1. Федоров Вячеслав Николаевич, доктор технических наук (01.04.14, 25.00.10), профессор, эксперт ООО «Башнефть-Петротест»;
2. Федоров Константин Михайлович, доктор физико-математических наук (01.02.05), профессор, старший эксперт ООО «Тюменский нефтяной научный центр»;
3. Шпуров Игорь Викторович, доктор технических наук (25.00.17), генеральный директор ФБУ «Государственная комиссия по запасам полезных ископаемых».

Ведущая организация: Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Сибирский федеральный

университет» (отзыв ведущей организации утвержден проректором по научной работе, кандидатом психологических наук Гуцем Денисом Сергеевичем, заслушан на расширенном заседании кафедры разработки и эксплуатации нефтяных и газовых месторождений и подписан заведующим кафедрой разработки и эксплуатации нефтяных и газовых месторождений, доктором технических наук (05.17.08), старшим научным сотрудником Квеско Натальей Геннадьевной и доцентом кафедры разработки и эксплуатации нефтяных и газовых месторождений, кандидатом технических наук (25.00.17), доцентом Нухаевым Маратом Тохтаровичем).

По теме диссертации соискателем опубликовано 26 научных трудов в ведущих рецензируемых научных изданиях, рекомендованных для опубликования основных научных результатов диссертаций на соискание ученой степени, из них 3 работы – в изданиях, индексируемых в международных базах цитирования (Web of Science, Scopus, GeoRef), и 3 монографии. В диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем научных трудах. Наиболее значимые научные работы по теме диссертации:

1. Фоминых, О. В. Методика расчета потерь углеводородов от испарения в резервуарах / О. В. Фоминых, С. А. Леонтьев, Л. Н. Духневич // Нефтяное хозяйство. – 2010. - № 3. - С. 25-27. (Перечень ВАК, Scopus).

В статье соискателем описывается разработанная методика расчета потерь углеводородов от испарения из резервуаров, основанная на усовершенствованном методе расчета констант фазового равновесия.

2. Машорин, В. А. Исследования влияния минерализации закачиваемых вод на проницаемость коллекторов Верхне-Шапшинского месторождения / В. А. Машорин, О. В. Фоминых // Нефтяное хозяйство. – 2013. - № 12. - С. 120-121. (Перечень ВАК, Scopus).

В статье соискателем приводятся и анализируются результаты промысловых и лабораторных исследований по оценке влияния минерализации воды, закачиваемой в целях поддержания пластового давления, на проницаемость коллекторов и извлекаемые запасы. Соискателем описан механизм изменения проницаемости, показано влияние термобарических условий залежи на свойства пластовых вод.

3. Гульятеева, Н. А. Исследование методов моделирования газосодержания пластовой нефти / Н. А. Гульятеева, О. В. Фоминых, А. С. Самойлов, Р. Р. Сабитов // Нефтяное хозяйство. – 2016. - № 4. - С. 90-92. (Перечень ВАК, Scopus).

В статье соискателем описываются результаты сравнительного анализа методов моделирования газосодержания пластовой нефти. Результаты моделирования соискателем сопоставлены с данными лабораторных экспериментов.

4. Леонтьев, С. А. Определение констант фазового равновесия по данным исследования глубинных проб нефти / С. А. Леонтьев, О. В. Фоминых

// Известия высших учебных заведений. Нефть и газ. – 2009. - № 4. - С. 84-87. (Перечень ВАК).

В работе соискатель описывает разработанный метод определения констант фазового равновесия с использованием данных, полученных в результате лабораторных исследований глубинных проб нефти.

5. Фоминых, О. В. Исследование методов расчета фазовых равновесий углеводородов / О. В. Фоминых, М. С. Яковлева, С. А. Леонтьев // Территория нефтегаз. – 2010. - № 3. – С. 78-79. (Перечень ВАК).

В статье соискателем приводится сравнительный анализ результатов расчета констант фазового равновесия, показаны области эффективного применения используемых методов.

6. Грачева, С. К. Исследование методов расчета констант фазового равновесия / С. К. Грачева, С. А. Леонтьев, О. В. Фоминых, М. С. Яковлева // Нефтепромысловое дело. – 2010. - № 8. - С. 25-28. (Перечень ВАК).

В статье соискателем проведена оценка методов расчета констант фазового равновесия, используемых при проектировании и анализе процессов подготовки нефти. Соискателем установлен метод, оптимальный для использования в области низких давлений.

7. Леонтьев, С. А. Метод расчета газосодержания / С. А. Леонтьев, О. В. Фоминых // Территория Нефтегаз. – 2010. - № 10. – С. 16-17. (Перечень ВАК).

В статье соискателем описан метод расчета газосодержания нефти с использованием констант фазового равновесия.

8. Фоминых, О. В. Анализ общих закономерностей изменения констант фазового равновесия от давления/ О. В. Фоминых // Электронный научный журнал «Нефтегазовое дело». – 2011. - №3. - С. 323-327. URL: http://www.ogbus.ru/authors/Fominykh/Fominykh_1.pdf. (Перечень ВАК).

В статье соискателем описываются результаты анализа изменения значения констант фазового равновесия, рассчитанных по различным методикам, в зависимости от давления, обосновывается целесообразность практического применения расчетного метода.

9. Леонтьев, С. А. Обоснование рациональных технологических параметров подготовки скважинной продукции Вынгапуровского месторождения/С. А. Леонтьев, А. Н. Марченко, О. В. Фоминых// Электронный научный журнал "Нефтегазовое дело". – 2012. - №3. - С. 211-220. URL: http://www.ogbus.ru/authors/LeontievSA/LeontievSA_1.pdf. (Перечень ВАК).

В статье соискателем описывается разработанная методика выбора рационального режима сепарации скважинной продукции на примере месторождений ОАО «Газпромнефть - Ноябрьскнефтегаз» и расчетные значения параметров оптимизации этого процесса.

10. Иванов, А. В. Подготовка низконапорного нефтяного газа / А. В. Иванов, О. В. Фоминых, С. А. Леонтьев // Территория Нефтегаз. – 2012.- № 8. - С. 16-20. (Перечень ВАК).

В статье соискателем приводятся результаты расчетов технологических параметров работы разработанной энергосберегающей

технологии утилизации попутного нефтяного газа посредством его компримирования с использованием газожидкостных эжекторов и последующей подготовки газа в вихревых трубах.

11. Марченко, А. Н. Подсчет запасов растворенного газа / А. Н. Марченко, О. В. Фоминых, Ю. С. Девяткова // Территория Нефтегаз. – 2012. – № 8. – С. 16-20. (Перечень ВАК).

В статье соискателем обосновывается зависимость коэффициента извлечения газа из нефти от технологических параметров подготовки скважинной продукции.

12. Иванов, А. В. Энергосберегающая технология подготовки низконапорного попутного нефтяного газа / А. В. Иванов, О. В. Фоминых, С. А. Леонтьев // Электронный научный журнал «Нефтегазовое дело». – 2012. – №4. – С. 408-419. URL: http://www.ogbus.ru/authors/IvanovAV/IvanovAV_1.pdf. (Перечень ВАК).

В статье соискателем приводятся результаты исследования зависимости температуры точки росы от давления газа, обоснована методика расчета температуры точки росы подготавливаемого газа.

13. Овчинников, В. П. Совершенствование технологии подготовки попутного нефтяного газа / В. П. Овчинников, М. А. Жидков, Н. В. Столяр, О. В. Фоминых // Известия высших учебных заведений. Нефть и газ. – 2013. – № 3. – С. 45-50. (Перечень ВАК).

В статье соискателем обосновывается целесообразность использования конструкции вихревых труб с регулированием параметров соплового ввода. Предлагается конструкция и методика расчета критического сечения сопла в зависимости от технологических параметров подготовки газа.

14. Гулятьева, Н. А. Рост текущего газового фактора. Влияние растворенного в пластовой воде газа на общий объем добываемого со скважинной продукцией газа / Н. А. Гулятьева, В. И. Шилов, О. В. Фоминых // Территория Нефтегаз. – 2013. – № 9. – С. 50-57. (Перечень ВАК).

В статье соискателем обосновывается метод прогнозирования K-значений для компонентов смесей природных углеводородов на примере фазового поведения газообразных сред нефтяных месторождений Западной Сибири.

15. Фоминых, О. В. Энергетический потенциал попутно добываемого нефтяного газа. Учет прорывного газа в общем объеме добываемой продукции скважин / Н. А. Гулятьева, О. В. Фоминых // Территория Нефтегаз. – 2013. – № 10. – С. 66-73. (Перечень ВАК).

В статье соискателем приводится разработанный метод оперативного аудита и подсчета количества прорывного газа в скважину. В рамках компьютерного моделирования на основании замеров текущего газосодержания нефти проводится мониторинг прорывов газа и определение его типа.

16. Марченко, А. Н. Геолого-промысловое обоснование величины извлекаемых запасов растворенного газа / А. Н. Марченко, О. В. Фоминых,

Ю. С. Девяткова // Недропользование XXI век. – 2013. - № 2 (39). - С. 44-46. (Перечень ВАК).

В работе соискателем проанализировано изменение величины газового факторов в процессе разработки месторождений в сравнении с величинами, принятыми на стадии подсчета запасов растворенного газа.

17. Сидоров, И. В. Анализ эффективности применения горизонтальных скважин для добычи высоковязкой нефти месторождения Катангли / И. В. Сидоров, В. А. Коротенко, О. В. Фоминых // Нефтепромысловое дело. – 2014. - № 10. - С. 24-27. (Перечень ВАК).

В статье соискателем проанализирована эффективность эксплуатации горизонтальных скважин с циклическим воздействием пара на месторождении Катангли, проанализировано изменение свойств нефти в зависимости от создаваемых термобарических условий.

18. Растрогин, А. Е. К вопросу обоснования предельных дебитов горизонтальных скважин в нефтегазовых залежах / А. Е. Растрогин, О. В. Фоминых, С. Н. Саранчин // Нефтепромысловое дело. – 2015. - № 6. - С. 5-7. (Перечень ВАК).

В статье соискателем приводится решение задачи по определению предельных безводных и безгазовых дебитов на основе расчетов с использованием аналитических и гидродинамических моделей, показано влияние изменения давления в залежи на прорыв газа из газовой шапки.

19. Фоминых, О. В. Исследование методов определения давления насыщения нефти газом / О. В. Фоминых, Н. А. Гульятеева, А. С. Самойлов, Р. Р. Сабитов. // Нефтепромысловое дело. – 2015. - № 10. - С. 18-20. (Перечень ВАК).

В статье соискателем представлены результаты сравнения существующих методов определения давления насыщения нефти газом для нефтей с различным газосодержанием. Получены выводы об областях эффективного применения известных методов решения поставленной задачи.

20. Чусовитин, А. А. Мониторинг разработки газонефтяной зоны пластов АВ Самотлорского месторождения с применением цифровых фильтрационных моделей / А. А. Чусовитин, А. С. Тимчук, О. В. Фоминых, А. С. Самойлов // Экспозиция Нефть Газ. – 2016. - № 5 (51). - С. 52-55. (Перечень ВАК).

В статье соискателем описываются результаты мониторинга выработки запасов группы пластов АВ₁₋₅ Самотлорского месторождения, характеризующихся сложным геологическим строением и наличием значительных по объему газовых шапок, с применением барьерного заводнения.

Монографии

21. Фоминых, О. В. Расчеты констант фазового равновесия. / О. В. Фоминых, С. А. Леонтьев, Р. М. Галикеев // СПб: Недра, – 2010. – 107 с.

В работе соискателем обобщены и проанализированы результаты масштабных исследований в области расчетов констант фазового равновесия. Показаны области эффективного применения существующих и

обоснована достоверность предлагаемых методов расчета. Показана область эффективного использования разработанной методики и результаты модернизации существующих зависимостей для определения газосодержания, газового фактора, решения оптимизационных задач.

22. Фоминых, О. В. Ресурсосберегающие технологии нефтяной промышленности. / О. В. Фоминых, А. Н. Марченко, А. В. Иванов, С. А. Леонтьев // СПб: Недра, – 2011. - 184 с.

В работе соискателем приводятся результаты анализа основных источников потерь углеводородов при разработке нефтяных месторождений. Представлены статистические данные по добыче и переработке попутного нефтяного газа, рассмотрены основные технологии его подготовки и переработке.

23. Фоминых, О. В. Сокращение потерь углеводородов в системах сбора и подготовки скважинной продукции нефтяных месторождений. / А. А. Коршак, С. А. Леонтьев, О. В. Фоминых // Тюмень: ТИУ, – 2019. - 200 с.

В монографии соискателем выполнено обобщение результатов исследований в проблемной области снижения технологических потерь углеводородов в системах промыслового сбора и подготовки скважинной продукции нефтяных месторождений.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработаны научно-методологические основы учета фазовых равновесий при проектировании разработки и эксплуатации месторождения углеводородов, позволившие выявить качественно новые закономерности влияния фазовых переходов углеводородов на процессы эксплуатации месторождений и подготовки нефти к транспорту;

предложены методики учета фазовых переходов углеводородов во всех процессах разработки месторождений, от подсчета запасов до подготовки нефти к транспорту, практическое применение которых позволяет повысить качество и количество добываемой нефти;

доказана необходимость комплексного учета процесса фазовых переходов углеводородов в практике проектирования разработки и эксплуатации месторождений углеводородов;

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

обоснована целесообразность учета влияния фазовых равновесий при проектировании разработки и эксплуатации месторождений углеводородов, что расширяет границы применимости известных методов расчета парожидкостного равновесия и обеспечивает учет влияния растворения углеводородных газов в пластовой воде на газовый фактор на поздних стадиях разработки месторождений;

применительно к проблематике диссертации результативно (эффективно, то есть с получением обладающих новизной результатов) использован комплекс существующих базовых методов исследования, в т.ч. лабораторных исследований, вычислительных экспериментов, аналитических

методов моделирования фазовых равновесий углеводородов;

установлено влияние технологии промышленной подготовки нефти на извлекаемые запасы растворенного газа, факторы, влияющие на величину газового фактора, заключающиеся в выделении газа из пластовой воды при снижении давления, положения по разделению добываемого попутного нефтяного газа на газ, растворенный в пластовых условиях в нефти и находящийся в свободном состоянии;

изучены факторы, влияющие на распределение углеводородных компонентов между жидкой и газовой фазами в процессе эксплуатации месторождений и подготовки нефти к транспорту;

проведена модернизация существующих алгоритмов расчета распределения компонентов между жидкой и газовой фазой при изменении термобарических условий, обеспечивающая получение новых результатов по проблематике диссертационного исследования.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:

разработаны и внедрены в ПАО «Гипротюменнефтегазх» и Тюменском отделении СургутНИПИнефть ПАО «Сургутнефтегаз» метод оценки извлекаемых запасов растворенного газа, температуры точки росы подготовленного попутного газа, метода идентификации источников попутного нефтяного газа и оценки объемов углеводородов, растворенных в пластовой воде, позволившие значительно повысить качество контроля и проектирования разработки месторождений углеводородов;

определены области эффективного совместного применения уравнений Рауля и Дальтона для расчета констант фазового равновесия, что позволяет значительно упростить процессы проектирования технологических параметров подготовки нефти;

создана система практических рекомендаций по применению разработанных методик на стадии оценки извлекаемых запасов растворенного газа, разделения добываемого попутного газа на газ, растворенный в воде, нефти, находящийся в свободном состоянии, расчета температуры точки росы подготовленного попутного газа;

представлены методические рекомендации по учету влияния фазовых переходов углеводородов при проектировании разработки и эксплуатации месторождений углеводородов.

Оценка достоверности результатов исследования выявила, что:

в экспериментах по изучению фазовых переходов углеводородов использовано сертифицированное оборудование ТО «СургутНИПИнефть» ОАО «Сургутнефтегаз», показана воспроизводимость результатов исследований в различных условиях;

теоретические выводы основаны на фактических промышленных данных, характеризующих процессы перераспределения углеводородных компонентов между фазами и согласуются с опубликованными А. Ю. Намиотом, М. Б. Стендингом, Г. С. Степановой, Г. Ф. Требиным, А. И. Хазнаферовым,

Д. М. Шейх-Али, А. И. Брусиловским, В. И. Шиловым результатами экспериментов.

идея базируется на обобщении передового опыта использования положений нормального распределения углеводородов по температурам кипения при прогнозировании компонентного состава нефти и газа в пластовых условиях, решении уравнений состояния углеводородных систем для различных условий;

проведено сопоставление авторских данных и данных, полученных ранее и опубликованных в работах Д. Л. Катцом, Т. Д. Островской, Д. Пенгом, Д. Б. Робинсоном, Г. Соаве, А. С. Эйгенсоном, Н. Н. Андреевой, И. И. Дунюшкина, М. А. Жданова, Р. И. Медведского, И. Т. Мищенко, Ю. Н. Савватеева;

установлено качественное совпадение авторских результатов с результатами, представленными в независимых источниках по проблемам моделирования начального фазового состояния природных углеводородных систем, подсчета запасов растворенного газа, растворимости углеводородных газов в пластовых водах;

корректно применены известные методы обработки экспериментальных данных, теории вероятности и математической статистики;

Личный вклад соискателя состоит в: сборе и систематизации исходных данных, проведении лабораторных экспериментов, в математической обработке и интерпретации полученных результатов; разработке теоретических основ и адаптации математических методов, использованных в диссертационном исследовании; разработке методики расчета констант фазового равновесия для низких давлений; апробации результатов исследований; в теоретическом обосновании и разработке метода идентификации источников попутного нефтяного газа; разработке технологии рационального использования попутного нефтяного газа с применением жидкостно-газового эжектора и трехпоточных вихревых труб; разработке метода расчета температуры точки росы подготавливаемого по разработанной технологии попутного нефтяного газа; разработке методики расчета количества газа, растворенного в попутно-добываемой воде, алгоритма учета его доли в общем объеме добываемого попутного газа; разработке методики и алгоритма учета термобарических условий подготовки нефти на величину извлекаемых запасов попутного нефтяного газа.

Диссертационный совет пришел к выводу о том, что диссертация представляет собой научно-квалификационную работу, которая соответствует критериям, установленным Положением о присуждении ученых степеней, утвержденным Постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842, и Порядком присуждения ученых степеней в ПНИПУ, утвержденным приказом ректора ПНИПУ от 09 января 2018 г. № 1-О: в ней изложены научно обоснованные технологические решения, внедрение которых вносит значительный вклад в развитие нефтегазовой отрасли.

На заседании 15 декабря 2020 г. диссертационный совет Д ПНИПУ.05.05 принял решение присудить **Фоминых Олегу Валентиновичу** ученую степень доктора технических наук (протокол заседания № 24).

При проведении открытого голосования диссертационный совет в количестве 13 человек, из них 7 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 15 человек, входящих в состав совета, проголосовал: за присуждение ученой степени – 13, против присуждения ученой степени – 0.

Председатель диссертационного совета Д ПНИПУ.05.05,

д-р геол.-мин. наук, профессор  / Галкин Владислав Игнатьевич /

Ученый секретарь диссертационного совета Д ПНИПУ.05.05,

д-р техн. наук, доцент  / Пономарева Инна Николаевна /

«17» декабря 2020 г.

