

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по науке и инновациям

Пермского национального

исследовательского политехнического

университета,

доктор технических наук, профессор

Коротаев Владимир Николаевич



7 » 09 2018 г.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования

«Пермский национальный исследовательский политехнический университет»

Диссертация «Геолого-геомеханические основы оценки изменения трещинной проницаемости в процессе изменения пластового давления в карбонатных коллекторах» выполнена на кафедре «Маркшейдерское дело, геодезия и геоинформационные системы» Горно-нефтяного факультета Пермского национального исследовательского политехнического университета.

Якимов Сергей Юрьевич работает на кафедре «Маркшейдерское дело, геодезия и геоинформационные системы» Пермского национального исследовательского университета в должности старшего преподавателя, ведущего инженера НИЧ кафедры с 2010 года.

В 2013 году соискатель окончил Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Пермский национальный исследовательский политехнический университет» по специальности «Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений».

С 01 сентября 2016 г. по настоящее время был прикреплен для подготовки диссертации на соискание учёной степени кандидата технических наук в Пермском национальном исследовательском политехническом университете.

Научный руководитель – заведующий кафедрой «Маркшейдерское дело, геодезия и геоинформационные системы» доктор технических наук, профессор Кашников Юрий Александрович.

По итогам обсуждения принято следующее заключение:

1. Личное участие автора в получении результатов, изложенных в диссертации, заключается в следующем:

- соискателем была разработана программа компрессионных испытаний образцов керна, направленных на выявление основных закономерностей смыкания природных трещин в горной породе в условиях повышенных эффективных напряжений, а также были обработаны и проинтерпретированы результаты данных испытаний;

- в результате анализа испытаний были построены зависимости параметров сжимаемости трещин от скорости продольной волны, начальной проницаемости, плотности образцов;

- в результате анализа гидродинамических исследований скважин исследуемых объектов были выделены основные факторы, влияющие на форму индикаторных кривых;

- был написан программный модуль, позволяющий проанализировать гидродинамические исследования скважин на предмет выделения факторов, характеризующих снижение трещинной проницаемости;

- в результате анализа гидродинамических исследований скважин на стационарных режимах Астраханского газоконденсатного месторождения, Юрубчено-Тохомского месторождения, месторождения Адамташ с использованием написанного программного модуля были определены параметры сжимаемости трещинных коллекторов;

- на основании результатов анализа компрессионных испытаний и гидродинамических исследований скважин были построены карты прогнозного снижения проницаемости по исследуемым объектам;

- **была разработана** и реализована в виде программного модуля методика учёта снижения трещинной проницаемости в гидродинамических расчётах;

- были выполнены гидродинамические расчёты различных вариантов разработки исследуемых объектов с использованием разработанной методики по учёту эффекта снижения трещинной проницаемости.

2. **Научная новизна диссертационного исследования** заключается в следующем:

- установлено, что кривая снижения проницаемости образцов керна с трещинами при первичной нагрузке в процессе компрессионных испытаний аппроксимируется уравнением Бартон-Бандиса;

- на основе компрессионных испытаний образцов керна, анализа результатов гидродинамических скважин, данных ГИС для Юрубчено-Тохомского месторождения и месторождения Адамташ получены корреляционные зависимости параметров снижения проницаемости от геологических и геофизических параметров, таких как скорость продольной волны, начальная трещинная проницаемость, плотность образца;

- результаты выполненных исследований для рассмотренных объектов позволяют определить полный набор деформационных кривых трещин для произвольных циклов падения и восстановления внутривертеbralного давления.

3. **Степень достоверности результатов проведенных исследований** подтверждена значительным объёмом компрессионных испытаний с трещинными образцами керна, соответствием модельных индикаторных диаграмм скважин реальным, проведением тестовых гидродинамических расчётов.

4. **Практическая значимость исследования** состоит в том, что: установлены геолого-геомеханические закономерности изменения трещинной проницаемости продуктивных объектов Юрубчено-Тохомского месторождения

и месторождения Адамташ; разработанный и реализованный в программном коде алгоритм снижения трещинной проницаемости позволяет учесть данный эффект в процессе геолого-гидродинамического моделирования месторождений углеводородов; основные результаты данной работы были учтены при создании гидродинамических моделей Юрубчено-Тохомского месторождения и месторождения Адамташ, что позволило повысить достоверность прогнозирования показателей разработки месторождений.

5. Полнота изложения материалов диссертации в работах, опубликованных соискателем

По теме диссертационной работы опубликовано 7 научных работ, в том числе 5 в ведущих рецензируемых научных изданиях, из них одно в издании индексируемом в международных базах цитирования GeoRef, Web of Science, два в изданиях, индексируемых в международной базе цитирования Scopus.

Основные положения и результаты работы отражены в следующих научных публикациях в изданиях, входящих в Перечень рецензируемых научных изданий:

- 1) Геолого-геомеханическая модель Астраханского газоконденсатного месторождения / Ю.А. Кашников, С.В. Гладышев, Д.В. Шустов, **С.Ю. Якимов**, А.Ю. Комаров, О.В. Тинакин // Газовая промышленность. – 2012. – № 3. – С. 29–33.

В работе рассмотрен процесс создания геолого-геомеханической модели Астраханского газоконденсатного месторождения.

- 2) Ашихмин, С.Г. Экспериментальные и теоретические исследования изменения трещинной проницаемости коллекторов Юрубчено-Тохомского месторождения / С.Г. Ашихмин, Ю.А. Кашников, **С.Ю. Якимов** // Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений. – 2013. – № 2. – С. 36–41.

В работе представлены методика и результаты компрессионных испытаний трещинных образцов Юрубчено-Тохомского месторождения

3) **Якимов, С.Ю.** Учёт совместного влияния эффекта смыкания трещин и выделения газа при обработке индикаторных диаграмм нефтяных скважин / **С.Ю. Якимов** // Известия высших учебных заведений. Нефть и газ. – 2015. – № 4. – С. 87–92.

В работе представлена методика учёта совместного влияния изменения трещинной проницаемости и выделившегося свободного газа при интерпретации гидродинамических исследований скважин на стационарных режимах.

Издания, входящее в базу Scopus

4) Гидродинамическое моделирование разработки участка Юрубчено-Тохомского месторождения на основе геолого-геомеханической модели / Ю.А. Кашников, Д.В. Шустов, **С.Ю. Якимов**, Н.Б. Красильникова // Нефтяное хозяйство. – 2015. – № 4. – С. 62–67.

В работе рассмотрены геолого-геомеханические принципы гидродинамического моделирования разработки участка Юрубчено-Тохомского месторождения с учётом изменения трещинной проницаемости в процессе разработки с использованием материалов предварительного геомеханического моделирования.

Издание, входящее в базы GeoRef, Scopus, Web of Science

5) Ашихмин, С.Г. Теоретико-экспериментальные исследования проницаемости трещиноватых коллекторов / С.Г. Ашихмин, Ю.А. Кашников, **С.Ю. Якимов** // Физико-технические проблемы разработки полезных ископаемых. – 2012. – № 3. – С. 14–24. – Перевод изд.: Ashikhmin S.G., Kashnikov Y.A., **Yakimov S.Y.** The theoretical and experimental analysis of jointed reservoir permeability // Journal of Mining Science, Vol. 48, No. 3, 2012. pp. 413–420.

В работе рассмотрены способы аналитического представления процесса смыкания трещин в карбонатных породах-коллекторах, а также приведены результаты компрессионных испытаний над образцами керна с природными трещинами.

Прочие научные труды

6) **Якимов С.Ю.** Гидродинамическое моделирование разработки Юрубчено-Тохомского месторождения с учетом изменения фильтрационно-емкостных свойств продуктивных объектов и продуктивности скважин в процессе изменения пластового давления // Мониторинг разработки нефтяных и газовых месторождений: разведка и добыча: по материалам 12-й научно-технической конференции. -2013. – С. 80-83.

7) Шустов Д.В. Применение геомеханических подходов при совершенствовании проектирования и разработки карбонатных коллекторов / Д.В. Шустов, **С.Ю. Якимов** // Геология и разработка месторождений с трудноизвлекаемыми запасами: тезисы докладов XIV научно-практической конференции. -2014. – С 46.

6. **Соответствие содержания диссертации специальности**, по которой она рекомендуется к защите.

Представленная Якимовым Сергеем Юрьевичем диссертационная работа является прикладным исследованием при изучении влияния изменения пластового давления на трещинную проницаемость в карбонатных коллекторах.

Указанная область исследования соответствует формуле специальности 25.00.12 «Геология, поиски и разведка нефтяных и газовых месторождений»: пункту 3 – «Геологическое обеспечение разработки нефтяных и газовых месторождений».

7. Диссертационная работа Якимова Сергея Юрьевича отвечает требованиям, установленным п.14 Положения о присуждении ученых степеней.

Диссертация «Геолого-геомеханические основы оценки изменения трещинной проницаемости в процессе изменения пластового давления в карбонатных коллекторах» Якимова Сергея Юрьевича рекомендуется к защите

на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 25.00.12 - Геология, поиски и разведка нефтяных и газовых месторождений.

Заключение принято на совместном заседании специалистов кафедр «Нефтегазовых технологий», «Геологии нефти и газа», «Маркшейдерского дела, геодезии и геоинформационные систем» Горно-нефтяного факультета Пермского национального исследовательского политехнического университета.

Присутствовало на заседании 15 чел. Результаты голосования: «за» - 15 чел., «против» - 0 чел., «воздержалось» - 0.

Протокол № 1 от «5» сентября 2018 г.

Заведующий кафедрой «Геология нефти и газа» Пермского национального исследовательского политехнического университета,
доктор геолого-минералогических наук,
профессор



Галкин Владислав Игнатьевич

Заведующий кафедрой «Нефтегазовые технологии» Пермского национального исследовательского политехнического университета,
доктор технических наук, профессор



Хижняк Григорий Петрович

Зам. заведующего кафедрой «Маркшейдерское дело, геодезия и геоинформационные системы» Пермского национального исследовательского политехнического университета,
доктор технических наук, профессор



Ашихмин Сергей Геннадьевич

Секретарь кафедры «Маркшейдерское дело, геодезия и геоинформационные системы» Пермского национального исследовательского политехнического университета



Черёмухина Елена Анатольевна