

УТВЕРЖДАЮ

Генеральный директор

ОАО «ВИОГЕМ»,

канд. техн. наук

С.С. Серый

2024 г.



ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

на диссертационную работу Д. К. Кузьмина на тему «Разработка метода определения зон потенциальной аварийности при разработке нефтегазовых месторождений по результатам геодинамического мониторинга земной поверхности», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.8.3 – «Горнопромышленная и нефтегазопромысловая геология, геофизика, маркшейдерское дело и геометрия недр»

Актуальность работы

Актуальность темы диссертационной работы обусловлена разработкой унифицированного метода при анализе результатов геодинамического мониторинга, позволяющего дать оценку геодинамической опасности при разработке нефтегазовых месторождений.

Ранее проводимые исследования по этой проблеме, в основном затрагивали лишь кинематические аспекты, такие как скорость оседания земной поверхности и амплитуды смещений, измеренные посредством геодезических наземных и спутниковых наблюдений. Предложенный метод включает в себя аналитические геомеханические модели, что позволяет не только анализировать измеренные вертикальные и горизонтальные смещения земной поверхности, но и вычислить градиенты этих смещений (наклоны и относительные горизонтальные деформации), посредством прямых и обратных задач современной геодинамики.

Важно отметить, что повсеместные геодеформационные проявления при длительном освоении нефтегазовых месторождений, могут сопровождаться серьезными экономическими и экологическими негативными последствиями. Поэтому исследования, направленные на оптимизацию анализа данных геодинамического мониторинга на сегодняшний день, по-прежнему являются крайне актуальной задачей.

Оценка содержания диссертации

Диссертационная работа состоит из введения, 4 глав, заключения и списка использованных литературных источников из 92 наименований, содержит 55 рисунков и 1 таблицу. Во введении сформулированы актуальность работы, ее цель, основные научные положения, новизна и практическая значимость результатов исследования, обоснованность и достоверность научных положений, выводов и рекомендаций.

В первой главе автором приведен обзор изученности деформационных процессов на геодинамических полигонах нашей страны, а также ближнего и дальнего зарубежья. Рассмотрены существующие методы и модели формирования оседания земной поверхности в следствии разработки продуктивных пластов, а также дана оценка объективности использования методов для различных задач. Автор отметил необходимость разности подходов к исследованию обширных деформаций и локальных аномалий, проявляющиеся при активизации разломных зон. На основе анализа состояния изученности проблемы в диссертационной работе было принято решение разработать метод определения зон потенциальной аварийности, используя модель деформируемого пласта и параметрическую (индуцированную) модель для разломных зон. Выбор этих моделей обусловлен максимальным соответствием наблюдаемому на практике пространственно-временному спектру вертикальных и горизонтальных смещений земной поверхности в ходе эксплуатации месторождений.

Во второй главе диссертационной работы производится уточнение и усовершенствование аналитических моделей. Впервые получена формула для распределения горизонтальных смещений земной поверхности по площади, а также выведены формулы для 3-d распределения наклонов и относительных горизонтальных деформаций земной поверхности. Именно эти критерии являются формализованной оценкой геодинамической опасности. Кроме того, обоснована количественная поправка смещений, которая выявляется при сравнении решения объемной и плоской задачи. Исследована взаимосвязь геометрических параметров модели разлома для уточнения и соблюдения принципа однозначности решения обратных геодинамических задач.

В третьей главе дана оценка напряженного состояния недр на разрабатываемых месторождениях нефти и газа. Если деформации (смещения) земной поверхности можно вычислить с помощью геодезических наблюдений, то изменения напряжений, возникающих в окрестности разрабатываемого пласта (или разлома) за определенный интервал времени можно рассчитать лишь аналитическим методом. В работе

продемонстрирован подход на основе синтеза аналитических моделей (Кузьмин, 2002) и (Segall, 1985), позволяющий дать оценку напряженно-деформируемому состоянию на глубине залегания пласта (или разлома). Приведены примеры такого расчёта для пластов шельфовых месторождений Северного Каспия, а также для разлома нефтяного месторождения Республики Татарстан. Распределения горизонтальных и вертикальных напряжений по профилю дают информацию о локальных участках сжатия и расширения в окрестности модели включения.

В четвертой главе диссертант практически реализовывает разработанный метод при анализе данных геодинамического мониторинга на конкретных нефтегазовых месторождениях, в том числе на шельфовых месторождениях и подземном хранилище газа.

На шельфовых месторождениях Северного Каспия наклоны по крену и дифференту измеренные с помощью инклинометров, сопоставляются с аналитическими решениями разработанного в диссертации метода. На основе этого сопоставления дана оценка зонам потенциальной аварийности на последующий период разработки продуктивных пластов. На примерах Касимовского ПХГ и разлома Ромашкинского нефтяного месторождения продемонстрирован метод решения обратной геодинамической задачи, используя разработанные аналитические формулы для градиентов смещений земной поверхности. Стоит отметить и эффективность используемого метода при анализе данных геодинамического полигона месторождения сверхвязкой нефти на Юго-Востоке Татарстана, который имеет сеть нивелирных профилей с очень высокой плотностью. Смоделировано поднятие земной поверхности за 9 лет, которое имеет высокую сходимость с геодезическими наблюдениями за этот период. При этом в исследовании доказано что зону максимального поднятия земной поверхности нивелирные профили не пересекает. Это в свою очередь, дает возможность уточнить зоны аномальных деформационных участков и дать рекомендации по сгущению сетей наблюдения на этих конкретных участках.

Новизна результатов исследования, выводов и рекомендаций

При выполнении диссертационного исследования автором были выполнены аналитические и экспериментальные работы, получены новые формулы для моделирования деформаций земной поверхности при оценке геодинамической опасности.

1. Полученные аналитические формулы расчета горизонтальных смещений и их градиентов для поверхности упругого полупространства, содержащего включение прямоугольной формы - аналога разрабатываемого

пласта, применимы при анализе результатов мониторинга конкретных нефтегазовых месторождений.

2. Полученные аналитические формулы расчета градиентов смещений поверхности дают возможность сравнивать величины накопленных локальных напряжений с нормативными значениями и устанавливать на этой основе критерии геодинамической опасности объектов нефтегазового комплекса.

3. Поставлены и решены обратные задачи современной геодинамики недр - нахождение параметров источника деформационных аномалий на глубине по наблюдаемым смещениям на земной поверхности, для разломных зон нефтяных и газовых месторождений.

На основании полученных результатов обоснованы выводы о методическом обеспечении трехмерного моделирования месторождений и разработаны рекомендации определения зон потенциальной аварийности.

Практическая значимость полученных результатов и рекомендации по их дальнейшему использованию

Практическое значение исследований состоит в разработке метода анализа результатов мониторинга деформационных процессов, индуцированных разработкой нефтегазовых месторождений и подземных хранилищ газа, позволяющего выявлять зоны потенциальной аварийности скважин и промысловых трубопроводных систем, что повышает эффективность обеспечения промышленной безопасности объектов нефтегазового комплекса.

Разработанный метод использовался на геодинамических полигонах ПАО «Татнефть», ПАО «Газпром», ПАО «Лукойл» при оценке геодинамической опасности объектов недропользования, что подтверждается многочисленными публикациями автора диссертационного исследования, а также справкой об использовании результатов, приложенной к диссертационной работе.

Обоснованность и достоверность научных положений, выводов и рекомендаций подтверждается данными высокоточных повторных геодезических наблюдений, широким использованием современных методов математического моделирования, соответствием использованных в работе методов и подходов базовым положениям механики деформируемых твердых тел, геологии, геодезии и маркшейдерского дела, удовлетворительной сходимостью полученных на основе модельных исследований результатов многочисленным материалам полевых наблюдений.

Диссертационная работа хорошо структурирована, содержит экспериментальные и аналитические данные, полностью подтверждающие полученные автором результаты и выводы, сделанные на их основе.

Основные положения работы, полученные результаты и выводы достаточно полно отражены в 12-ти печатных работах, в том числе 4 – в научных изданиях, рекомендованных ВАК Минобрнауки России, в 4 журналах, индексируемых в базах данных Scopus, и в 4 прочих изданиях.

Содержание автореферата полностью соответствует основным положениям диссертации.

При ознакомлении с текстом автореферата возник ряд замечаний, требующих от автора дополнительной аргументации во время публичной защиты диссертационной работы. Основными из них являются следующие:

1. Позволяет ли предложенный диссертантом метод определять зоны потенциальной аварийности на нефтегазовых месторождениях при неполном наборе входных данных о пористости горных пород и других петрофизических характеристиках.

2. В работе упоминаются некоторые численные модели, однако нет сопоставления аналитических решений с численными, а общие преимущества и недостатки описаны только в обзорной первой главе.

Приведенные замечания имеют, в основном, редакционный характер и не влияют на общую положительную оценку рассматриваемой работы.

Диссертационная работа Д. К. Кузьмина выполнена на высоком научном уровне, отличается актуальностью, новизной и перспективностью практической реализации. Достоверность полученных результатов и выводов не вызывает сомнений. Научные положения, содержание работы, ее результаты и выводы полностью соответствуют паспорту специальности 2.8.3 «Горнопромышленная и нефтегазопромысловая геология, геофизика, маркшейдерское дело и геометрия недр».

Диссертационная работа Д. К. Кузьмина «Разработка метода определения зон потенциальной аварийности при разработке нефтегазовых месторождений по результатам геодинамического мониторинга земной поверхности» соответствует требованиям Положения о порядке присуждения ученых степеней в НИТУ «МИСиС», которые предъявляются к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук. Автор диссертационной работы – Кузьмин Дмитрий Кузьмич, заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.8.3 – «Горнопромышленная и нефтегазопромысловая геология, геофизика, маркшейдерское дело и геометрия недр».

Отзыв заслушан на заседании научно-технического совета ОАО «ВИОГЕМ», протокол № 1 от 18.01.2024 г.

Отзыв подготовлен:

Заведующий лабораторией
«Горное давление и сдвигание
горных пород», канд. техн. наук

И.В. Сеница

Секретарь научно-технического
совета, канд. техн. наук

А.В. Зинченко

Подпись Сеницы И.В. и Зинченко А.В. удостоверяю

Начальник отдела кадров
ОАО «ВИОГЕМ»



Н.А. Хмеленко

Согласие на обработку персональных данных

И.В. Сеница

Согласие на обработку персональных данных

А.В. Зинченко

Открытое акционерное общество «Всероссийский научно-исследовательский институт по осушению месторождений полезных ископаемых, защите инженерных сооружений от обводнения, специальным горным работам, геомеханике, геофизике, гидротехнике, геологии и маркшейдерскому делу» (ОАО «ВИОГЕМ»),

Почтовый адрес: 308007, Россия,
г. Белгород, пр. Б. Хмельницкого, 86
Тел. +7 (4722) 73-25-15
E-mail: info@viogem-sp.ru