

**АЗЕРБАЙДЖАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ НЕФТИ И ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

На правах рукописи

МАММАДОВ ВУГАР НАМИК ОГЛЫ

**ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ
ГРЯЗЕВОГО ВУЛКАНИЗМА НА ХАРАКТЕР
ОСЛОЖНЕНИЙ ПРИ БУРЕНИИ СКВАЖИН**

Специальность: 2523.01 – «Технология бурения скважин»

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т

диссертации на соискание учёной степени
доктора философии по техническим наукам

БАКУ – 2018

Работа выполнена в Институте геологии и геофизики
Национальной академии наук Азербайджана

Научные руководители:

Руководитель отдела «Теоретические и практические проблемы современного бурения» Института Нефти и Газа НАН Азербайджана, член-корреспондент НАНА, доктор технических наук, профессор **Галиб Мамед оглы Эфендиев**

Руководитель отдела «Грязевой вулканизм» Института геологии и геофизики НАН Азербайджана, доктор геолого-минералогических наук, профессор, заслуженный деятель науки **Адилъ Абас Али оглы Алиев**

Официальные оппоненты:

Профессор кафедры «Нефтегазовая инженерия» Азербайджанского Государственного Университета Нефти и Промышленности, доктор технических наук, профессор **Алиазим Мурад оглы Мамедтагизаде**

Зав. отделом «Контроль рациональности операций» «SOCAR-AQS», кандидат технических наук **Октай Эльман оглы Багиров**

Ведущая организация: **SOCAR**, Институт «НИПИнефтегаз», отдел «Разработка нефтегазовых месторождений, эксплуатация, транспортировка нефти и газа и бурение скважин».

Защита состоится «29» мая 2018 года в 11⁰⁰ часов на заседании Диссертационного Совета D.02.141 при Азербайджанском Государственном Университете Нефти и Промышленности по адресу: AZ1010, г. Баку, пр. Азадлыг 34.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Азербайджанского Государственного Университета Нефти и Промышленности.

Автореферат разослан «27» апреля 2018 года.

Ваши отзывы в двух экземплярах, заверенные гербовой печатью, просим направлять по указанному адресу ученому секретарю Диссертационного Совета.

Учёный секретарь

Диссертационного Совета D.02.141



К.Т.Н., доцент

А.В. Мамедов

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность проблемы. В настоящее время, согласно последним литературным сведениям, в мире насчитывается более 2500 земных и подводных грязевых вулканов. Как известно, к настоящему времени на Каспии установлено более 180 грязевых вулканов, т.е. почти столько же, сколько на суше Восточного Азербайджана. Вероятно, будут обнаружены еще новые подводные вулканы и в ближайшем будущем число морских вулканов превысит континентальные.

Следует отметить, что роль грязевулканической деятельности при формировании месторождений нефти и газа очень велика. Специалисты отмечают, что имеющиеся в мире грязевые вулканы являются как-бы "природной" скважиной, которая доставляет на поверхность обломки пород практически со всего питающего его канала. А регион Южно-Каспийского бассейна (ЮКБ), сложенный огромной мощности (25-30 км) осадочными отложениями мезо-кайнозоя, является уникальным информационным объектом глубинного изучения Земли. Грязевые вулканы по происхождению часто связывают с нефтегазовыми месторождениями. На участках грязевых вулканов обнаружены богатые месторождения нефти и газоконденсата-Локбатан, Гарадаг, Нефтяные Камни, Шахдениз и др. Как отмечают специалисты, «грязевые вулканы выполняют роль бесплатных природных разведочных скважин и дают ценную информацию о нефтегазоносности недр, особенно тех глубин, которые сегодня недоступны бурению».

К настоящему времени накоплен значительный опыт в области изучения грязевых вулканов, оценке нефтегазоносности глубокозалегающих отложений-разработаны методы поиска нефтегазовых залежей в грязевулканических областях, изучены литологические и петрофизические особенности пород выбросов вулканов, что позволяет разработать и предложить конкретные рекомендации о глубине и стратиграфическом интервале УВ скоплений в недрах.

Территория Азербайджана и прежде всего таких ее нефтегазоносных районов, как Бакинский архипелаг, ЮВ Ширван, Гобустан, Западный Абшерон, представляет собой классическую область проявления АВПД, существенно затрудняющих процесс бурения. Именно эти районы характеризуются особенно активным проявлением грязевого вулканизма, наибольшим числом извержений. К северо-западу и

юго-востоку от вулкана о. Зенбил расположены подводные грязевые вулканы, выделяющие газ. Как показывает анализ, при бурении скважин на данных месторождениях часто возникают осложнения, в основном, в виде поглощений, осыпей, обвалов, а также аварии, в частности, прихваты инструмента.

Разнообразие условий ведения буровых работ существенно затрудняет однозначную оценку влияния различных факторов на показатели бурения скважин, частоту возникающих осложнений и аварий. Судя по литературным данным, вопросы изучения грязевулканической деятельности в различных районах и совершенствования на этой основе технологии бурения скважин и в настоящее время являются актуальными и стоят на повестке дня как представляющие научно-практический интерес и с геологической, и с технологической точек зрения данной проблемы.

Цель работы. Повышение эффективности бурения скважин в районах проявления грязевых вулканов.

Основные задачи исследований:

- анализ характеристик, структурно-тектонических особенностей расположения и извержений грязевых вулканов;
- анализ геолого-технологических условий бурения скважин и оценка характеристик геологического разреза и показателей бурения по технологическим данным;
- анализ закономерностей изменения твёрдости горных пород и механической скорости проходки в зависимости от места расположения грязевого вулкана и глубины залегания;
- статистический анализ осложнений и аварий при бурении скважин в условиях, приуроченных к зонам развития грязевого вулканизма;
- разработка практических рекомендаций по повышению эффективности проводки скважин в условиях, приуроченных к зонам нахождения грязевых вулканов.

Научная новизна:

- выполнен анализ характеристик, структурно-тектонических особенностей расположения и извержений грязевых вулканов;
- установлены закономерности изменения механической скорости проходки и твёрдости пород в зависимости от места расположения вулкана;

- выявлена зависимость частоты поглощений в процессе бурения скважин от расстояния места расположения вулкана;
- предложен научно обоснованный подход к выбору оптимального расстояния скважины от вулкана, исходя из максимума механической скорости и минимальной частоты поглощений.

Основные защищаемые положения:

- структурная позиция грязевых вулканов и влияние их деятельности на процесс бурения скважин в осложнённых условиях;
- анализ изменения показателей механических свойств горных пород, скорости проходки и частоты осложнений в зависимости от условий бурения скважин в грязевулканических зонах;
- расчетная схема принятия решений по выбору оптимального расстояния скважины от вулкана, исходя из максимума механической скорости и минимальной частоты поглощений.

Методы исследований при решении поставленных задач основаны на анализе и обобщении опыта изучения геологических условий и грязевых вулканов, технологии бурения скважин в осложнённых условиях с применением теории вероятностей и математической статистики при обработке данных и анализе информации, и теории нечетких множеств при принятии решений.

Достоверность результатов обосновывается применением вероятностно-статистических методов обработки данных бурения скважин и анализа информации, а также теории нечетких множеств при принятии решений.

Практическая ценность. Изучение влияния деятельности грязевых вулканов на свойства горных пород и показатели бурения, позволило разработать методический подход к принятию решения по оценке оптимального расстояния от вулкана до проектируемой скважины. Данный подход позволит снизить вероятность осложнений с поддержанием на высоком уровне скорости проходки, что в конечном итоге обеспечит возмещение потерь бурового раствора в скважине, приведет к сокращению времени, затрачиваемого на непроизводительные операции.

Апробация работы. Основные положения работы докладывались на Международной научно-практической конференции «Проблемы научно-технического и кадрового обеспечения нефтегазовой промышленности Казахстана» (Атырау, Казахстан, 2008г.), 8-й Международной конференции ICSCCW-2015. Eighth International

Conference on Soft Computing with Words and Perceptions in System Analysis, Decision and Control (Antalya, Turkey, September 3-4, 2015), 12th International Conference on Application of Fuzzy Systems and Soft Computing, ICAFS 2016 (Vienna, Austria, 29-30, August, 2016), семинарах и заседаниях секции разработки месторождений нефти и газа Института геологии и геофизики НАН Азербайджана.

Публикации. По теме диссертации опубликовано 8 работ, в том числе 3-в материалах международных научных и научно-практических конференций.

Структура и объем работы. Работа состоит из введения, пяти разделов, заключения, списка использованных источников из 94 наименований и приложения, изложена на 162 страницах, включая 17 таблиц и 32 рисунка.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении рассмотрены актуальность проблемы диссертационной работы, её цель, основные задачи, научная новизна, защищаемые положения, практическая ценность, апробация, научные публикации, структура и объём.

В первой главе проанализировано современное состояние изученности проблемы, приведены сведения о грязевых вулканах, рассмотрены факторы, оказывающие влияние на показатели бурения скважин в зонах грязевулканической деятельности.

В районах ведения буровых работ, приуроченных к зонам развития грязевых вулканов, процесс бурения существенно осложняется из-за изменения параметров разбуриваемых горных пород. Последнее в свою очередь оказывает влияние на процесс бурения, как с точки зрения скоростных показателей бурения, так и возникновения условий, приводящих к осложнениям.

В настоящее время на нашей планете насчитывается более 2500 наземных и морских грязевых вулканов. Некоторые грязевые вулканы, особенно на территории Азербайджана, имеют высоту до 400 м, диаметр основания до 3-4 км и более, кратерного поля иногда более одного километра; общий объем твердых выбросов крупных вулканов более 1000 млн м³. Особенно больших размеров достигают грязевые вулканы Южного Гобустана - Торагай, Б. Кянизадаг, Дашмардан, Ай-

рантекен, Солахай и др. Самый высокий грязевой вулкан в Азербайджане (Отманбоздаг) на Абшеронском п-ове высотой 403 м.

Площадь распространения покрова брекчии на вулканах Адживели и Солахай в Гобустане равна 45 и 58 км². Толщина покрова в центральной части вулкана иногда достигает 800-1000м и т.д.

Территория Азербайджана характеризуется значительным количеством (более 350) грязевых вулканов, как на суше, так в акватории Южного Каспия, разнообразием морфологии и весьма активным их проявлением. Ежегодно в Азербайджане происходит от 3 до 5 и более извержений грязевых вулканов. За последние 2 столетия на 93 грязевых вулканах зарегистрировано более 400 извержений.

Как известно, территория Азербайджана и прежде всего таких ее нефтегазоносных районов, как Бакинский архипелаг, ЮВ Ширван, Гобустан, Абшеронский п-в, представляет собой территорию, характеризующуюся проявлениями АВПД, существенно затрудняющих процесс бурения, затягивающих разведку и освоение новых нефтяных и газовых месторождений, поскольку с ними связано возникновение различных осложнений и аварий, приводящих иногда к ликвидации скважин.

Выполненный краткий обзор научной и периодической литературы свидетельствует об интенсивной работе различных исследователей, научных, проектных организаций в области изучения геологических условий ведения буровых работ, в частности, грязевых вулканов и их влияния на эффективность процесса бурения скважин. Большое внимание в рассматриваемых районах уделяется вопросам аномально высоких пластовых (поровых) давлений и различных нарушений технологического процесса бурения в виде осложнений и аварий, что обусловлено приуроченностью грязевых вулканов к областям наиболее интенсивных проявлений АВПД. Вопросам грязевого вулканизма, как видно из обзора, посвящены многочисленные исследования. Однако, об исследованиях, посвященных бурению скважин и совершенствованию технологических решений в зонах, приуроченных к грязевым вулканам, изучению влияния геологических условий, связанных в первую очередь с наличием грязевых вулканов, в литературе имеются незначительные сведения. Поэтому вопросы технологии бурения скважин в условиях, осложнённых наличием грязевых вулканов, остаются на повестке дня как требующие своего решения. Данное обстоятельство имеет важное значение для условий Азербайджана, ос-

новные нефтегазоносные структуры которого осложнены грязевыми вулканами, что необходимо учитывать при проектировании проведения буровых работ. Отмеченное должно основываться на результатах глубокого анализа исследований, посвящённых изучению влияния грязевых вулканов как на показатели свойств горных пород, скорость проходки, так и частоту различных осложнений и аварий.

В свете изложенного эти исследования требуют соответствующей методологической проработки и прежде всего должны быть направлены на развитие и совершенствование научных основ регулирования технологических параметров и основных составов буровых растворов, а также обоснования их применения в различных геологических условиях. Они должны предусматривать также возникающую при исследованиях необходимость познания новых явлений, связанных с изменением различных параметров горных пород и пластов, показателей бурения и частоты возможных осложнений и аварий, ранее не известных закономерностей, а также выявления причин недостаточности ранее проведённых исследований, и восполнения пробелов в исследованиях по рассматриваемой проблеме и др. Трудности, возникающие в процессе поиска новых научных решений, наиболее отчетливо становятся заметными в ситуациях, когда существующие научные положения, их уровень, применяемые в процессе их разработки методы оказываются недостаточными для решения новых задач, постановка которых исходит из анализа ранее приобретённого опыта бурения, выявления противоречий (если они есть) в имеющихся в ранее выполненных исследованиях, а также обоснования необходимости дальнейшего развития отдельных направлений данной проблемы.

В связи с этим нами на основе анализа результатов, проведённых в этом направлении научных разработок, а также результатов бурения скважин на месторождениях со сложными геологическими условиями, в частности, Бакинского архипелага, выбрана тема исследований, имеющая научно-практический интерес.

Надо отметить, что достижение данной цели представляет собой сложный процесс, который имеет свою логическую последовательность решаемых задач, соответствующие этапы и уровни. Методологически настоящие исследования можно рассмотреть в рамках целостной системы со своими элементами, расположенными на различных уровнях, примерная схема которой приведена на рисунке 1. Как видно

из схемы, на каждом уровне применяются различные методы, средства, приемы и принципы.



Рис 1. Схема диссертационной работы.

В качестве элементов настоящей системы могут служить: объект и задачи исследований, методы и средства их решения. Анализ исследований, посвящённых рассматриваемой проблеме, приведённый в данной главе, позволил сформулировать основные задачи исследований.

Во второй главе рассматривается характеристика грязевых вулканов, структурно-тектонические особенности их расположения и динамика извержений вулканов.

Деятельность грязевых вулканов вообще тесно связана с современными тектоническими движениями. В местах проявления вулканов создаются, преимущественно, положительные формы современного рельефа. Для зон развития вулканизма, особенно на суше, наиболее характерными являются относительно крупные равнинные участки. В их пределах и наблюдаются связанные с вулканами гряды и возвышенности. Они представлены разобщёнными друг от друга антиклинальными складками с грязевыми вулканами.

В результате грязевулканической деятельности в морских условиях обычно образуются острова, банки, мели и подводные хребты. В Бакинском архипелаге - 8 островов грязевулканического происхождения и множество подводных банок. Кроме того, подводные излияния вулканической брекчии образуют обширные покровы на морском дне. Глубины нахождения подводных вулканов различны: от нескольких до 900 метров; также различна высота их конусов. Имеются вулканы, находящиеся в «погребенном» состоянии. Морфологические особенности грязевых вулканов суши присущи и морским вулканам. Положительные элементы рельефа дна связаны со складчатыми зонами, в пределах которых расположены грязевулканические структуры (Алиев, 2003).

Почти все острова архипелага (Харе-Зиря, Гил, Чигил, Кюрдашы) «сидят» на древнекаспийских отложениях, располагаясь в погруженных частях структуры. Лишь острова Зенбил и Сенги-Муган расположены на отложениях продуктивной толщи, обнажающейся в ядрах антиклиналей. Своды антиклинальных поднятий в акватории Бакинского архипелага в период древнекаспийского века подвергались размыву. История развития банок архипелага за последние 100-150 лет показывает, что глубины моря над ними значительно изменяются от 25 м вплоть до образования островов высотой свыше 20 м. Образование поднятий дна и островов связано с деятельностью грязевых вулканов (Дадашев, 2010).

Надо отметить, что грязевые вулканы в геологической истории развития Каспийского моря, да и в современной его истории имели важное значение. Деятельность вулканов в морских условиях приводит к созданию положительных элементов рельефа. Продукты их выноса принимают участие в формировании микрорельефа окружающих участков дна моря, влияют на его динамику и состав донных осадков.

Грязевые вулканы как на суше, так и в море, расположены вдоль крупных тектонических зон; приручены они, главным образом, к зонам тектонического дробления, к антиклинальным поднятиям и расположены вдоль крупных продольных и поперечных нарушений в различных частях антиклинальных поднятий (свод, крылья, периклинали), которые перекрыты грязевулканической брекчией. Периклиналильные окончания структур представляют также свод погребённой складки по древним отложениям (Алиев, 2003).

В северо-западной зоне Бакинского архипелага в пределах его северной части, находится пять крупных и активно действующих грязевых вулканов: Зенбил (Дуванный), Харе-Зирия (Булла), Гил (Глиняный), Гарасу (Лось) и Сенги-Муган (Свиной), а также ряд подводных банок.

Основным нефтегазоносным объектом в Бакинском архипелаге являются отложения продуктивной толщи нижнего плиоцена, песчано-алевритовые породы верхнего отдела уже многие годы находятся в разработке. Геологический разрез, общей мощностью более 3000 м преимущественно песчаный, с мощными коллекторами-вместилищами нефти и газа.

В этой же главе приводится динамика деятельности грязевых вулканов. Приводятся характеристики зафиксированных извержений грязевых вулканов в период 1810-2014 гг. в хронологическом порядке. Данные об извержениях грязевых вулканов были подвергнуты статистической обработке, в процессе которой построены гистограммы плотности распределения частот извержений по годам.

В Бакинском архипелаге, в том числе и в его северо-западной части, наряду с грязевыми вулканами (островными и подводными и их проявлениями), бурением установлены погребенные вулканы и многочисленные грязевулканические пластовые брекчии в разрезе плиоцен-четвертичных отложений, вскрытых скважинами, что свидетельствует о палеогрязевулканической деятельности в указанном интервале геологического времени.

В работе приводится подробное их описание.

Наиболее часто извергающиеся островные вулканы: Харе-Зирия-13, Гил-10 и Чигил-дениз-8. Примечательно, что самое раннее по времени извержение в Азербайджане было зафиксировано в 1810 г. на острове Харе-Зирия и Гил. За последние 2 столетия в Бакинском архипелаге было отмечено 57 извержений на 13 грязевых вулканах, описание которых с указанием периодов активизации грязевулканической деятельности, приводятся в диссертационной работе.

Планирование поисково-разведочных работ, постановка геофизических исследований, проектирование буровых работ и процесса разработки залежей нефти и газа требует прогнозной информации о геологическом строении месторождений, коллекторских и экраняющих свойствах пород и пластовых давлениях. Это предусматривает значительное увеличение объемов научно-исследовательских и поисково-разведочных работ. Решение этой задачи затруднено в настоящее время освоением месторождений нефти и газа в труднодоступных районах и на морских площадях, ростом глубин разведочного бурения, необходимостью изучения глубокозалегающих горизонтов.

В этой связи актуальным является применение геолого-технологических методов изучения геологических разрезов.

Одним из перспективных путей в этом вопросе является использование технологической информации, поступающей в процессе проводки скважин. В качестве исходных для этих методов исследований служат технологические данные бурения, которые всегда имеются в буровых организациях.

Третья глава посвящена оценке характеристик геологических разрезов рассматриваемых месторождений. Результаты геолого-технологических исследований (ГТИ) в настоящее время позволяют достоверно определять зоны повышенных давлений в масштабе реального времени. В последние годы в различных нефтегазоносных регионах при проведении буровых работ на это обращается серьёзное внимание.

Как показал обзор различных исследований, наиболее точная оценка характеристик геологических разрезов по технологическим данным бурения возможна при глубоком анализе информации и идентификации различных моделей, составляющих основу соответствующих программ, к реальным рассматриваемым условиям. В связи с этим, нами выполнены расчёты с использованием соответствующей

программы. Исходный массив для этой цели включает глубину, осевую нагрузку, частоту вращения породоразрушающего инструмента, диаметр долота, плотность бурового раствора, механическую скорость. Расчет характеристик геологического разреза проведен для ряда скважин, пробуренных на месторождениях Булла-дениз, Сангачал-дениз, Бахар. В работе приведены результаты выполненного расчета. Построены кривые изменения рассчитанных величин с глубиной и по мере удаления от грязевого вулкана.

Наличие грязевых вулканов сказывается на процессе ведения буровых работ, оказывая влияние на показатели бурения и степень осложненности условий. В связи с этим в настоящей работе эти два вопроса рассматриваются в отдельности.

Для изучения влияния вулкана на показатели буримости пород, как было отмечено, был проанализирован материал буровых работ в районе проводимых исследований. Скважины выбирались, исходя из их расположения в пределах различных тектонических блоков вблизи вулкана и по мере удаления от него. В результате корреляционного анализа построены зависимости твердости и механической скорости от глубины залегания и расстояния от вулкана. Построены графики изменения твердости от глубины и расстояния от вулкана. В данном разделе приведены карты, а также поверхности, построенные с помощью программы Surfer, на которых прослеживается изменение свойств горных пород, а также механической скорости проходки по мере удаления от вулкана. Следует отметить, что влияние рассматриваемых факторов на буровые работы неоднозначно, причем, как показала статистическая оценка, в некоторых случаях незначимо. Для выявления зависимости в пределах рассматриваемых блоков, с использованием дополнительных данных по скважинам, выполнен статистический анализ, в результате которого построены зависимости твердости и механической скорости от глубины и расстояния от вулкана. Получены уравнения изменения механической скорости для выделенных пачек рассматриваемого блока в логарифмическом виде, которые после преобразования и последовательных уточнений окончательно выглядят следующим образом:

$$V_{\text{мех}} = 7702,4 \cdot L^{0,046} / (H^{1,59} \cdot P_{\text{ш}}^{0,9})$$

(1)

интервал 0-2000м
интервал 2000м – 4000м

$$(2) \quad V_{\text{мех}} = 0,1309 \cdot P_{\text{ш}}^{0,3883} / (H^{0,69} L^{0,589})$$

интервал 4000м – 6000м

$$(3) \quad V_{\text{мех}} = 25,338 / (H^{0,84} L^{1,537} P_{\text{ш}}^{0,56}),$$

где L, H, $p_{\text{ш}}$ - расстояние от вулкана, глубина, твёрдость пород соответственно.

С помощью выражений (1) - (3) производились вариантыные расчёты механической скорости при различных значениях входных переменных, в результате которых с применением программы SURFER построено распределение её значений в зависимости от расстояния места расположения вулкана и глубины залегания пород. Как видно из рисунка 2, с увеличением глубины до 2000м, механическая скорость снижается, однако с дальнейшим углублением ближе к вулкану наблюдаются более высокие значения скорости, которые снижаются по мере удаления от него. Такая же картина, но с более заметным изменением механической скорости в зависимости от места расположения вулкана, наблюдается с глубины 4000 м.

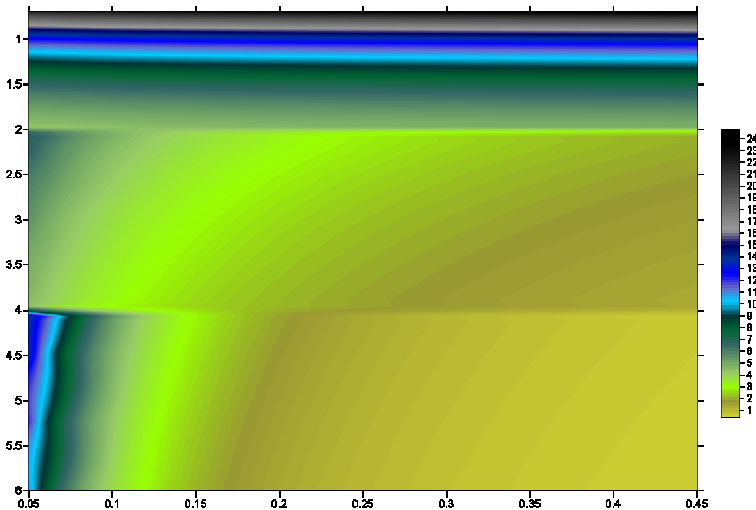


Рис. 2. Распределение значений механической скорости в зависимости от глубины и расстояния от вулкана

Подобный анализ проводился также и по другим месторождениям Бакинского и Абшеронского архипелагов, в частности, месторождению Бахар.

Разрезы скважин разбиты на четыре пачки пород с учетом глубины их залегания, охватывающие: первая – от 0 до кровли Сураханской свиты; вторая – Сураханскую и Сабунчинскую свиты; третья – Балаханскую и четвертая – свиту «перерыва».

В результате анализа этих зависимостей получены уравнения вида:

$$\text{I пачка: } V_{\text{мех}} = 122,18 L^{-0,3378} ; \quad (4)$$

$$\text{II пачка: } V_{\text{мех}} = 13,074 L^{-0,3409} ; \quad (5)$$

$$\text{III пачка: } V_{\text{мех}} = 12,298 L^{-0,4242} ; \quad (6)$$

$$\text{I пачка: } p_{\text{ш}} = 732,65 L^{0,054} ; \quad (7)$$

$$\text{II пачка: } p_{\text{ш}} = 265,98 L^{0,2294} ; \quad (8)$$

$$\text{III пачка: } p_{\text{ш}} = 417,75 L^{0,1464} . \quad (9)$$

Следует отметить, что закономерности изменения твёрдости и механической скорости в зависимости от глубины залегания и механической скорости от места расположения вулкана для четвертой выделенной пачки установить не удалось. В целом, наблюдается тенденция увеличения твердости пород с ростом расстояния скважин от вулкана, и соответственно механическая скорость снижается. Это еще раз подтверждает выводы исследователей о разуплотненности пород в зонах развития грязевых вулканов, равно как практический опыт буровых работ, показывающий, что вблизи грязевых вулканов скорость проходки больше, чем в более спокойных зонах.

Таким образом, подводя итог вышеизложенному, можно заключить, что на изменение показателей буримости горных пород большое влияние оказывают геологические условия, в частности, наличие грязевых вулканов на площадях, вовлеченных в буровые работы. Известно, что серьезные осложнения в процессе бурения скважин на площадях Бакинского архипелага, в основном, вызваны проявлениями аномально высоких пластовых давлений (АВПД) не из мощных продуктивных коллекторов, а обуславливаются аномально высокими давлениями флюидов, присущих маломощным линзовидным коллекторам, залегающим среди глинистых толщ. Пластовые давления в таких коллекторах равны поровым во вмещающих их глинах. Рассчитанные градиенты поровых давлений по скважинам ряда площадей Бакинско-

го архипелага сопоставлены с градиентами первоначальных пластовых давлений мощных коллекторов, а также проанализированы осложнения в процессе бурения скважин. Для сравнения, на площадях Нижнекуринской впадины (площади Мишовдаг, Кюрсангя, Кюровдаг) зона АВПД начинается в абшеронских отложениях, а на площадях Бакинского архипелага (площадь Булла-дениз) - в древнекаспийских или на границе их с абшеронскими, причем в последнем случае отмечаются резкое возрастание в зоне АВПД и его сравнительная стабильность по всей мощности этой зоны. Повсеместно отмечаются затяжки и прихваты бурильного инструмента, возникающие из-за выдавливания глин в ствол скважины в интервалах превышения порового давления над гидростатическим, а также значительного расхождения между поровыми давлениями глин (и соответственно пластовых давлений в тонких пропластках) и первоначальными пластовыми давлениями мощных коллекторов.

Четвёртая глава посвящена анализу осложнений, возникающих при бурении скважин. Как показали данные о бурении скважин, в районах, приуроченных к грязевым вулканам, наиболее часто возникали поглощения. Как и в случае анализа показателей бурения, этот вопрос также рассматривался по четырем ранее выделенным пачкам. Скважины распределены по этим пачкам согласно глубинам возникновения поглощений. Построены кривые распределения частот поглощений и их зависимость от близости к вулкану. Согласно координатам, скважины расставлены на плоскости и для средней глубины залегания каждой выделенной пачки построены кривые распределения количества поглощений в виде изолиний, по которым и изменению цвета на рисунке можно проследить за изменением количества поглощений, имевших место при бурении, по мере удаления от вулкана. В работе приведены графические построения, отражающие изменение количества осложнений в зависимости от места расположения вулкана для трех однородных интервалов (пачек), которые в целом свидетельствуют о снижении количества поглощений по мере удаления от вулкана. Для каждого выделенного интервала построены кривые распределения количества поглощений по мере удаления от вулкана.

Пятая глава посвящена проблеме повышения эффективности предупреждения и ликвидации осложнений при бурении скважин в районах грязевулканической деятельности. Как показали приведённые

выше закономерности, с приближением скважины к вулкану твёрдость пород снижается, а механическая скорость возрастает. Однако в то же время возрастает и вероятность осложнений, которые наиболее часто проявляются в виде поглощений бурового раствора. По мере удаления от вулкана скорость проходки снижается, снижается и вероятность поглощений. В данном случае при проектировании строительства скважин возникает необходимость установления места бурения скважины, с тем, чтобы с использованием энергии вулкана добиться поддержания высокой скорости и одновременно по возможности предотвратить осложнения, сведя к минимуму вероятность их возникновения. В данной постановке для решения поставленной задачи в качестве критериев служат максимальная механическая скорость и минимальное число поглощений. Другими словами, необходимо найти такое расстояние от вулкана, при котором можно было бы добиться высокой скорости проходки при наименьшем количестве поглощений.

Как показывает анализ, к настоящему времени накопилось достаточное количество исследований, свидетельствующих о многообразии методов принятия решений, начиная от простейших процедур и правил до сложнейших математических методов. В основном, все эти методы предусматривают выбор цели, критериев и построение модели. Нами на основе статистического анализа построены зависимости скорости проходки и числа осложнений (поглощений) от удалённости скважины от вулкана. Для каждого конкретного случая производятся расчёты, а оптимальное решение принимается по двум критериям. Анализ показал, что в данном случае наиболее подходящим является применение положений теории нечётких множеств. Согласно этому рассчитаны функции принадлежности множеств механической скорости и частоты поглощений, на основе чего рассчитывались функции принадлежности множества решений; максимальное значение этой функции соответствует оптимальному решению. Так как при выборе расстояния скважины от вулкана предпочтение отдается тому случаю, для которого при прогнозировании показателей получены высокая механическая скорость при низком числе поглощений или близкие к этим значения. Тогда принятое множество решений будет пересечением расплывчатых цели (высокие значения механической скорости) и ограничения (низкие значения частоты поглощений), и поэтому необходимо найти условия, соответствующие одновременному наличию указанных целей и ограничений. Были проведены расчеты с целью

определения оптимальных расстояний по данным бурения скважин на месторождении Бахар с применением теории нечетких множеств.

Как отмечалось выше, в районах грязевулканической деятельности бурение скважин сопровождается поглощениями с различной интенсивностью. В связи с этим разработаны практические мероприятия по борьбе с поглощениями в районах грязевулканической деятельности. В настоящей главе с использованием опыта бурения скважин в районах, осложнённых наличием грязевых вулканов, накопленного за последние годы с участием автора, представлены практические мероприятия по выбору буровых растворов для проведения бурения одной из скважин на месторождении Зых, осложнённым наличием грязевого вулкана. Предварительно был изучен литологический разрез, а также на основе обобщения опыта бурения скважин проанализированы условия возможных осложнений во время бурения и сделана попытка совершенствования технологии бурения скважин путем подбора составов для обработки буровых растворов в рассматриваемых условиях.

Таким образом, выполненный анализ показал целесообразность проведения исследований по изучению влияния расстояния от вулкана на частоту осложнений, поглощающих интервалов с целью оперативного принятия решений по борьбе с ними, изысканию и внедрению эффективных составов для обработки буровых растворов, которые наряду с предотвращением осложнений предупреждают также ухудшение коллекторских свойств продуктивных горизонтов.

ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ И РЕКОМЕНДАЦИИ

1. На основании анализа исследований, отражённых в литературных источниках, показано, что вопросы исследования процессов бурения в зонах грязевулканической деятельности изучены недостаточно и не последовательно. Установлено, что принятие решений на основе анализа эффективности процесса бурения скважин и причин возникающих осложнений в грязевулканических районах, представляют собой актуальную проблему, которая должна явиться предметом дальнейших исследований.
2. Установлена зависимость показателей бурения от месторасположения грязевого вулкана: в присводовой или периклинальной частях антиклинальной структуры разрабатываемого месторождения и наличия тектонического нарушения.

3. Зона разуплотнения пород в разрезе грязевулканических структур является одним из факторов, влияющих на характер осложнений, происходящих в процессе бурения.
4. Согласно построенным картам распределения показателей буримости пород в скважинах, пробуренных ближе к грязевому вулкану, породы характеризуются относительно низкой твердостью, а бурение скважин в этих частях проходило с относительно высокой механической скоростью.
5. На месторождении Булла-дениз изменение показателей буримости по мере удаления от грязевого вулкана не прослеживается.
6. По данным анализа результатов бурения скважин на месторождении Бахар установлено:
 - в интервалах до кровли Сураханской свиты твердость пород второго блока увеличивается с удалением от вулкана;
 - твердость пород Сураханы - Сабунчинской свит возрастает, во II блоке рост остается, но в замедленном темпе;
 - в Балаханской свите III блока твердость пород растет по мере удаления от вулкана, во II блоке - продолжает расти, но в замедленном темпе, а в I блоке вулкан практически уже не оказывает влияния на твердость пород;
 - механическая скорость во II и III блоках снижается, в I блоке закономерность не прослеживается.
7. Установлены зависимости твердости и механической скорости от глубины залегания пород и расстояния от вулкана и дана оценка веса каждого из этих факторов.
8. Месторождение Бахар, в основном, характеризуется осложнениями типа поглощений, количество которых на участках, близких к грязевому вулкану, больше, чем в более отдаленных. по мере удаления от вулкана частота поглощений снижается.
9. При выборе объектов поисково-разведочных работ на нефть и газ, и проектировании строительства скважин, необходимо учесть размещение и локализацию грязевых вулканов, а также изменения показателей бурения в районах ведения буровых работ.

Основное содержание диссертации отражено в следующих работах:

1. Статистический анализ влияния грязевых вулканов на показатели бурения скважин и частоту осложнений. Труды Института Геоло-

- гии НАН Азербайджана, №36. 2008г. стр. 52-57. (в соавторстве с Г.М. Эфендиевым)
2. К вопросу влияния грязевого вулканизма на эффективность бурения скважин в Бакинском архипелаге Каспия. Материалы Международной научно-практической конференции «Проблемы научно-технического и кадрового обеспечения нефтегазовой промышленности Казахстана». Атырау. 2008г. стр. 409-415.
 3. Статистический анализ изменения буримости горных пород на грязевулканических структурах. Оборудование и технологии для нефтегазового комплекса. Москва, ВНИИОЭНГ, №1, 2012г. стр. 7-9.
 4. О динамике извержений грязевых вулканов Бакинского архипелага. Оборудование и технологии для нефтегазового комплекса. Москва, ВНИИОЭНГ, №4, 2012г. стр. 10-16.
 5. Влияние геологических условий на показатели бурения скважин в зонах грязевых вулканов (на примере месторождения Бахар, Азербайджан). Вестник КГУТИ, №1, 2013г. стр. 19-25.
 6. Анализ показателей бурения скважин в районах грязевулканической деятельности. Научно-технический журнал "НЕФТЬ И ГАЗ" №5 (89). 2015. стр. 85-90. (в соавторстве с О.Г. Кирисенко)
 7. Statistical analysis and decision making with regard to selection of well drilling site in the areas of mud volcanoes' activity. ICSCCW-2015. Eighth International Conference on Soft Computing with Words and Perceptions in System Analysis, Decision and Control. Antalya, Turkey. September 3-4, 2015. p. 285-290. (в соавторстве с P.Z.Mammadov, G.M.Efendiyev, O.G.Kirisenko)
 8. Clustering of geological objects using FCM-algorithm and evaluation of the rate of lost circulation. 12th International Conference on Application of Fuzzy Systems and Soft Computing, ICAFS 2016. Vienna, Austria, 29-30 August 2016. p.159-162. (в соавторстве с G.M.Efendiyev, P.Z.Mammadov, I.A.Piriverdiyev)

Личный вклад соискателя

[2], [3], [4], [5] - выполнены самостоятельно.

[1] - участие в постановке задачи и анализе полученных результатов.

[6] - участие в постановке задачи.

[7] - участие в постановке задачи, анализе данных и выполнении расчетов.

[8] - участие в постановке задачи и анализе данных.

VÜQAR NAMIQ OĞLU MƏMMƏDOV

QUYULARIN QAZILMASI ZAMANI BAŞ VERƏN MÜRƏKKƏBLƏŞMƏLƏRİN XÜSUSİYYƏTİNƏ PALÇIQ VULKANİZMİNİN TƏSİRİNİN TƏDQIQI

XÜLASƏ

Müxtəlif sahələrdə palçıq vulkanizmi fəaliyyətinin öyrənilməsi və bunun əsasında quyuların qazılma texnologiyasının təkmilləşdirilməsi hal-hazırda da gündəlikdə həm geoloji, həm də texnoloji cəhətdən maraq doğuran və aktuallığa malik olan bir məsələ kimi durur. İşin məqsədi palçıq vulkanlarının təzahürü sahələrində quyuların qazılma effektivliyinin artırılmasından ibarətdir. İş giriş hissəsi, beş fəsil, nəticə, ədəbiyyat siyahısı və əlavələrdən ibarətdir.

Giriş hissəsində işin aktuallığı, məqsədi, əsas məsələləri, elmi yeniliyi, müdafiə olunan müddəalar, praktiki cəhəti, aprobeşiyası şərh olunur. İşdə palçıq vulkanlarının xarakteristikaları, yerləşməsi və püskürməsi üzrə struktur-tektonik xüsusiyyətləri təhlil olunmuşdur; qazmanın mexaniki sürəti və süxurların bərkliyinin vulkanın yerləşdiyi nöqtədən məsafəsindən asılılığı qanunauyğunluqları alınmışdır; aparılmış mürəkkəbləşmələrin statistik təhlili nəticəsində udulmaların tezliyinin vulkandan olan məsafədən asılılığı alınmışdır; qeyri-səlis çoxluqlar nəzəriyyəsinin tətbiqi ilə yüksək sürət və ən kiçik udulma tezliyini təmin edən vulkandan quyuya qədər məsafənin təyini üsulu həyata keçirilməklə qərar qəbul etmək yolu göstərilmişdir. Həmin yanaşma mürəkkəbləşmələrin ehtimalını azaltmaqla yüksək sürətə nail olmağa, qeyri-məhsuldar vaxtın və vəsaitin azaldılmasına, və beləliklə, sürətlərin artırılmasına imkan verir.

VUGAR NAMIK OGLU MAMMADOV

**STUDY OF THE INFLUENCE OF MUD VOLCANOES
ON THE NATURE OF DRILLING TROUBLES**

SUMMARY

The issues of studying mud volcano activity in various regions and improving drilling techniques based on it are still on the agenda as quite relevant and interesting both from the geological and technological points of view. The goal of the research is to improve the efficiency of drilling in mud volcano regions. The research paper consists of an introduction, five sections, a conclusion, a list of references and an appendix.

The introduction gives arguments for the urgency of the issue, discusses its purpose, key objectives, scientific novelty, positions defended, practical value, validation, publications, structure and scope. The research paper analyzes characteristics, structural and tectonic features of locations and eruptions of mud volcanoes, gives relationships between penetration rate/rock hardness and volcano location, analyzes drilling troubles and gives relationships between mud loss rate and volcano distance, proposes a scientifically grounded approach to selecting the optimal well-volcano distance based on the maximum drilling rate and minimum mud loss rate. Studying the influence of mud volcanoes on rock properties and drilling parameters allowed a methodological approach to be developed for estimating the optimal distance from the volcano to the future well. This approach will reduce the likelihood of troubles while maintaining high penetration rate, which will ultimately recover mud losses in the well, reduce time and resources spent on unproductive operations.

Sifariş № 13. Tirajı 100 nüsxə

Azərbaycan Milli Elmlər Akademiyası
Geologiya və Geofizika İnstitutunun mətbəəsi.
Bakı, H.Cavid pr. 119, Tel.: 539-39-72

Əlyazması hüququnda

MƏMMƏDOV VÜQAR NAMIQ OĞLU

**QUYULARIN QAZILMASI ZAMANI BAŞ VERƏN
MÜRƏKKƏBLƏŞMƏLƏRİN XÜSUSİYYƏTİNƏ
PALÇIQ VULKANİZMİNİN TƏSİRİNİN TƏDQIQI**

İxtisas: 2523.01 - «Quyuların qazılması texnologiyası»

Texnika elmləri üzrə fəlsəfə doktoru elmi dərəcəsi
almaq üçün təqdim edilmiş dissertasiyanın

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

BAKI – 2018