

АЗЕРБАЙДЖАНСКАЯ РЕСПУБЛИКА

На правах рукописи

**ИЗОТОПНАЯ ГЕОХИМИЯ ФЛЮИДОВ ГРЯЗЕВЫХ ВУЛКАНОВ
ШАМАХЫ – ГОБУСТАНСКОГО И НИЖНЕКУРИНСКОГО РАЙОНОВ В
СВЯЗИ С ОЦЕНКОЙ ПЕРСПЕКТИВ НЕФТЕГАЗОНОСНОСТИ**

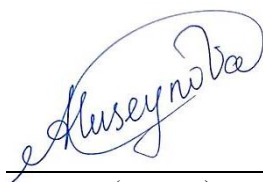
Специальность: 2521.01 – Геология, поиски и разведка нефтяных и газовых
месторождений

Отрасль науки: Науки о Земле

ДИССЕРТАЦИЯ

на соискание ученой степени
доктора философии по наукам о Земле

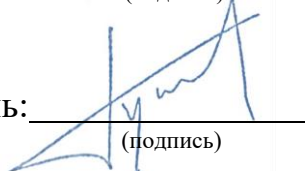
Соискатель:



(подпись)

Гусейнова Айтен Бахтияр кызы

Научный руководитель:



(подпись)

**доктор геолого–минералогических
наук, академик Гулиев Ибрагим**

Саид оглы

Баку – 2021

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
ГЛАВА I. ГЕОЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКИЕ БАЗЫ ДАННЫХ	9
1.1. Районы исследований.	9
1.2. Методика исследований.	23
1.2.1. Процесс отбора образцов.	26
1.2.2. Лабораторные исследования.	28
ГЛАВА II. ИЗОТОПНО-ГЕОХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОДУКТОВ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ГРЯЗЕВЫХ ВУЛКАНОВ	41
2.1. Газовая фаза выбросов грязевых вулканов.....	41
2.2. Жидкая фаза выбросов грязевых вулканов.....	67
2.2.1. Воды грязевых вулканов.....	67
2.2.2. Нефть грязевых вулканов.....	98
ГЛАВА III. ОЦЕНКА ГЛУБИН ГЕНЕРАЦИИ ФЛЮИДОВ ГРЯЗЕВЫХ ВУЛКАНОВ НА ОСНОВЕ КОМПЛЕКСНЫХ ГЕОХИМИЧЕСКИХ ДАННЫХ	101
ГЛАВА IV. ПЕРСПЕКТИВЫ И ПЕРЕОЦЕНКА НЕФТЕГАЗОНОСНОСТИ НА ОСНОВЕ КОМПЛЕКСА ГЕОХИМИЧЕСКИХ ДАННЫХ	115
ГЛАВА V. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ГЕОХИМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ ФЛЮИДОВ ГРЯЗЕВЫХ ВУЛКАНОВ	123
ВЫВОДЫ	139
ЛИТЕРАТУРА	140
ПРИЛОЖЕНИЕ 1	155
ПРИЛОЖЕНИЕ 2	157
ПРИЛОЖЕНИЕ 3	161
ПРИЛОЖЕНИЕ 4	165
СПИСОК РИСУНКОВ	220
СПИСОК ТАБЛИЦ	225

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность работы и степень изученности темы:

Грязевой вулканизм природный процесс, тесно связанный с формированием нефтегазовых месторождений. Выявление условий их формирования с применением современных изотопно-геохимических методов позволяет дополнить наши знания об этих процессах.

Первые геохимические исследования углеводородных газов (УВГ) на территории Азербайджана были начаты в начале XX столетия и продолжаются до сих пор. На первых порах изучался химический состав УВГ месторождений, такими видными учеными, как К.В.Харичков, С.А.Ковалевский, В.В.Вебер, А.А.Потоловский, В.С.Буйницкий, Ю.Г.Мамедалиев, Д.Н.Ибадов, Д.В.Жабров, В.С.Мелик-Пашаев, Ф.Г.Дадашев и многие другие. Дальнейшее изучение газов, позволило выявить зависимость химического состава от геологических факторов. Большой вклад в изучение газов внесли азербайджанские ученые: Ф.Г.Дадашев, С.Г.Салаев, И.С.Гулиев, А.А.Фейзуллаев, А.И.Алиев, Р.А.Гусейнов, А.Я.Кабулова, А.М.Дадашев и др. Изотопные исследования углеводородных газов были начаты сравнительно недавно в конце 70-х начале 80-х годов XX столетия - А.А.Якубов, Ад.А.Алиев, А.Я.Кабулова, А.А.Дадашев, Б.М.Валяев, И.С.Гулиев, А.А.Фейзуллаев, Д.А.Гусейнов, А. Mazzini, Etiore и др.

К настоящему времени выполнены значительные объемы изотопно-геохимических исследований, однако, отсутствие обобщенных их материалов и, как следствие, отсутствие полного объема информации для геохимической интерпретации, не позволяет более корректно оценить региональный потенциал.

В этом свете, изотопно-геохимические изучения грязевулканических систем необходимы для понимания ряда процессов, протекающих в них (связь с нефтегазоносностью, внутреннее строение, роль в парниковом эффекте и т.д.).

По данным на 2015 год на территории Азербайджана зафиксировано более пятисот грязевых вулканов, как на суше, так и море. За более чем

двухсотлетнюю историю развития нефтяной промышленности Азербайджана, на ее территории было открыто более 70 нефтегазоконденсатных месторождений, многие из которых осложнены грязевым вулканизмом. О существенном углеводородном потенциале свидетельствуют выявленные многочисленные очаги разгрузки фокусированных УВ потоков из глубинных источников по каналам грязевых вулканов и тектоническим нарушениям, а также обнаруженные прямые нефтепроявления в поверхностных осадках.

Наличие на территории Азербайджана мощных осадочных толщ с нефтяными и газовыми залежами, высокая сейсмоактивность региона, сложное тектоническое строение делают данный регион уникальным полигоном для изучения грязевулканических флюидов.

Объект и предмет исследования.

Объектом диссертационного исследования является процесс грязевого вулканизма. Предметом исследования в диссертационной работе выступают флюиды грязевых вулканов Азербайджана.

Цель и задачи исследования:

выявление закономерностей изменения изотопно-геохимических параметров грязевых вулканов Шамахи-Гобустанского и Нижнекуруинского районов, выявление условий формирования флюидов по комплексу данных и оценка перспектив нефтегазоносности.

Для достижения поставленной цели были поставлены следующие задачи:

1. Проведение натурных наблюдений непосредственно после извержений грязевых вулканов Шамахи-Гобустанского, Нижнекуруинского, Прикаспийско-Губинского и Абшеронского регионов;
2. Отбор проб флюидов непосредственно после извержений в грифонах и сальзах грязевых вулканов исследуемых регионов и их анализ;
3. Проведение геоморфологического картирования грязевулканических потоков, построение 3-х мерных моделей;
4. Создание геолого-геохимической базы данных и ее статистический анализ;
5. Выявление закономерностей в распределении изотопов во флюидах грязевых

вулканов;

6. Анализ сейсмологических данных, полученных после извержений;
7. Оценка объемов выбрасываемого газа в процессе извержений на основе программного пакета Sigma Flow и статистического анализа их периодичности;
8. Выявление условий формирования флюидов и оценка перспектив нефтегазоносности исследуемых территорий.

Методы исследования.

В основу исследования диссертационной работы легли данные относительно изотопно-геохимических характеристик флюидов грязевых вулканов Шамахи-Гобустанского и Нижнекуруинского районов, полученные в результате полевых исследований и дополненные опубликованными ранее материалами. Отбор проб в полевых условиях производился с измерением на месте таких показателей как температура, окислительно-восстановительный потенциал, рН воды и т.д. Исследования состава грязевулканического газа проводилось на хроматографе Кристалл М 2000, изотопного состава вода и углеродсодержащих компонентов на масс-спектрометре Delta-V-Advantage, хроматографе Trace-GC-Ultra и анализаторе Finnigan-TC/EA.

Основные защищаемые положения.

1. Закономерности распределения изотопно-геохимических параметров флюидов грязевых вулканов
2. Выявление условий формирования флюидов грязевых вулканов Шамахи-Гобустанского и Нижнекуруинского районов по комплексу геолого-геофизических и геохимических данных
3. Оценка углеводородного потенциала исследуемых территорий

Научная новизна исследования.

1. Получены новые данные по изотопной геохимии флюидов грязевых вулканов непосредственно после извержений ($\delta^{13}\text{C}_{\text{C}_1}$, $\delta^{13}\text{C}_{\text{CO}_2}$; $\delta^{18}\text{O}$; $\delta\text{D}_{\text{C}_1}$, $\delta^{15}\text{N}$);
2. Впервые исследован изотопный состав азота в газах грязевых вулканов, диапазон значений которого зависит от геологических условий;

3. Усовершенствована изотопно-геохимическая модель флюидов грязевых вулканов, на основе которой дается оценка вероятных глубин генерации газов и вод (для газа: от 5-7 до 12-14 км, воды: 3-6 км).

Теоретическая и практическая значимость работы.

Теоретическая ценность работы заключается в выявлении условий формирования грязевулканических флюидов. Практическая значимость диссертационной работы заключается в определении глубин генерации флюидов грязевых вулканов по изотопно-геохимическим и сейсмологическим данным.

Личный вклад соискателя.

Основные результаты, приведенные в работе, получены автором самостоятельно. Им сформулирована постановка задачи и обоснованы защищаемые положения. Личное участие автора состоит:

- в опробовании 48 грязевых вулканов Шамахи-Гобустанского, Нижнекуруинского и Абшеронского нефтегазоносных районов, включающих измерение температур грязевулканических вод и воздуха; pH и Eh и ее минерализации; отбор для последующего анализа проб водной фазы грязевулканических флюидов (ГВФ) и свободно выделяющейся газовой фазы, глинистой пульпы и брекчий вулканов;
- в измерении и построении схем грязевулканических потоков сразу после извержений;
- в анализе и обобщении полученных результатов с данными по проблематике работы, приведенными ранее в литературе.

Автор обработала и графически оформила с использованием современных программных пакетов (Golden Software Surfer 10, Google Earth Pro, SigmaFlow, Corel Draw, Pant, MS Office) все аналитические результаты, включая данные изотопного и химического анализа.

Апробация и применение.

Основное содержание, научные положения и результаты диссертационной работы нашли свое отражение в 25 статьях и тезисах автора, опубликованных в

Азербайджане и за рубежом, в том числе в 8 статьях и 17 расширенных тезисах.

Основные положения диссертационной работы докладывались на научных конференциях ASPG/EAGE (Баку, 2012 г.); Baku World Science Forum of young scientists “The volume model of solid products mud volcanoes (Баку, 2013 г.); 5-ой и 6-ой международной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых (Баку, 2013 г., 2015 г.); V Всеукраинской конференций молодых ученых, посвященной 95-летию Национальной академии наук Украины (Киев, 2013 г.); Research-in- Germany Workshop (Баку, 2014 г.); XIII и XIV Международных научных конференциях «Ресурсовоспроизводящие, малоотходные и природоохранные технологии освоения недр»» (Тбилиси, 2014 г., Иссык-Куль, 2015 г.); 69-ой Международной молодежной научной конференции «Нефть и газ 2015»» (Москва, 2015); GEOBONN (Германия, 2018г.); DGMK/ÖGEW - Frühjahrstagung 2019, Fachbereich Aufsuchung und Gewinnung (Германия, 2019 г.)

Название организации, где была выполнена работа.

Работа выполнена в Институте Геологии и Геофизики Национальной Академии Наук Азербайджана.

Структура и объем работы.

Диссертационная работа состоит из введения (9 651 символ), пяти глав (1-ая глава - 27 595 символов; 2-ая главы – 57 292 символов; 3-я глава – 13 152 символов; 4-ая глава – 11 818 символ; 5-ая глава – 15 983 символа), заключения (1 333 символа), списка литературы и четырех приложений. Общий объем работы составляет 225 стр. машинного текста и включает 13 таблиц, 38 рисунков и библиографический список из 133 наименований и 4-ех приложений.

Благодарность

Автор выражает благодарность ученым, внесшим вклад в изучение геологии и геологического развития региона, результаты которых были использованы в диссертационной работе.

Автор выражает благодарность и признательность научному руководителю, доктору геолого-минералогических наук, академику **Гулиеву**

Ибрагиму Саид оглы за поддержку, ценные советы, за консультации, научные дискуссии, постоянное внимание и терпение во время выполнения диссертационной работы, возможность совместной работы.

Автор признателен, доктору геолого-минералогических наук, профессору **Алиеву Адылю Аббас оглы**, кандидату геолого-минералогических наук, доценту **Кабуловой Адыле Ядулла кызы** – Институт Геологии и Геофизики НАНА, доктору геолого-минералогических наук **Лаврушину Василию Юрьевичу** - Геологический институт Российской Академии Наук г. Москва, Российская Федерация и доктору хабелитации, профессору **Марку Шмидту** - «Центр исследования океанов - GEOMAR» г. Киль, Германия за помощь в лабораторных исследованиях, за возможность совместных исследований в процессе полевых работ, советы и консультации.

ГЛАВА I. ГЕОЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКИЕ БАЗЫ ДАННЫХ.

Данная глава представляет собой обзор геологической обстановки районов исследования (РИ): Шамахи-Гобустанского нефтегазоносного района (НГР) и Нижнекуруинского НГР, методов исследований, включающих в себя информацию о проведенных автором совместно с коллегами, полевых сезонах в период с 2012 по 2016 гг., методах опробования исследуемых объектов в полевых условиях, методах изучения отобранных образцов газа и вод грязевых вулканов в лабораторных условиях, результаты которых были частично опубликованы в открытой печати. К ним были добавлены материалы ранее опубликованных работ по объектам исследования, имеющиеся в литературе открытого доступа - Алексеев, Алиев, Валяев, Войтов, Гемп, Гулиев, Гусейнов, Дадашев, Кабулова, Киквадзе, Лаврушин, Лагунова, Матвеева, Полетаев, Поляк, Рахманов, Селецкий, Фейзуллаев, Якубов и др.

1.1 Районы исследований.

Прежде чем рассматривать область распространения грязевого вулканизма и район исследований в пределах Азербайджана, остановимся на том, что же собой представляет этот феномен. Человечество на протяжении всего своего существования сталкивалось с этим природным явлением не задумываясь о причинах его возникновения и в разные периоды развития и познания окружающего мира приписывало ему, то божественной карой, то со сверхъестественными силами и т.д. и лишь относительно недавно в силу накопления большего количества знания, изменения представлений о мировоззрении люди начали задумываться об истинных причинах возникновения тех или иных природных явлений, в том числе и грязевых вулканах.

К ранним упоминаниям о грязевых вулканах можно отнести произведения, датированные 90-ым г. до н.э. Пилия Страшего «Естественная история», I веком н.э. Гомера «Одиссея» и Страбона «География». В заметках

известных путешественников (Абу-л-Хасан ал-Масуди – X в., Абу Хамид ал-Гарнати – XI-XII в., Шамс ад-Дин Димашки - XIII-XIV в., Энгельберт Кемпфер – XVII-XVIII в. И т.д.) также отмечалась информация и о грязевых вулканах Азербайджана.

Грязевой вулкан, как термин, появился во второй половине XIX века в работах Г.В. Аби́ха и Г.П. Гельмерсона. Далее в 1913 году, Э. Штебером было предложено название «вулканоид», однако такая формулировка не стала популярной, и на сегодняшний день в мировой научной литературе употребляется термин «грязевой вулкан» (mud volcano).

Не смотря на большое количество литературы и длительный период изучения устоявшегося определения грязевого вулкана нет. В работах одного и того же автора порой можно встретить разное определение. В основе классификаций грязевых вулканов, которые были предложены И.М. Губкиным [36], С.Ф. Федоровым [74], Н. В.И. Холодовым [79], А.А. Якубовым [89], Ад. А. Алиевым [11], М.К. Калининко [48,47], Н.О. Назаровым [63] и многими другими главным образом лежали морфологические признаки - размеры, морфология, характер извержений, при этом они практически никак не отражали внутреннее строение и процессы.

Из классификации, которая была предложена Аби́хом вытекает, что источником тепла является магма, обломочной породы – зоны разлома, воды - море, газа - битуминозные породы, а землетрясения играют роль «спускового механизма». В 1914 году Н.И.Андурсов в своей работе [15] выделяет грязевые вулканы по размеру и характеру деятельности, т.е. крупные грязевые вулканы, грязевулканические излияния, а также мелкие отличающиеся своей постоянной деятельностью. В 1925 году, А.Д. Архангельский, в своей работе «Несколько слов о генезисе грязевых вулканов Абшеронского полуострова и Керченско-Таманской области» отмечает, что *«...в силу механизма образования самой диапировой складки...»* и будет действовать грязевой вулкан. По мнению Н.С. Шатского и др. *«... масса сопочной брекчии могла образоваться лишь вследствие огромных надвигов. Такими брекче-*

образовательными движениями могли быть горизонтальные перемещения одних комплексов осадочных пород по другим. Эти массы брекчии, пропитанные водой, иногда нефтью и газами будут наиболее подвижным материалом и под влиянием бокового давления будут стремиться в наиболее слабые места.... Такими местами со слабым давлением являются раздробленные своды антиклиналей, периклинальные окончания и зоны разломов, направленные по нормали к простиранию пород».

В 2010 году, Р.Р. Рахмановым [68] было предложено подразделить грязевые вулканы по положению в геологическом разрезе. Таким образом, автор выделил современные, т.е. действующие в настоящее время, погребенные - перекрытые осадками и ископаемые грязевые вулканы. Однако, такое подразделение практически не дает информации о времени их зарождения.

В.И. Холодовым [79,80,81,82,83] был опубликован ряд статей, посвященный вопросам закономерности распространения, генезису грязевого вулканизма. По его оценкам в мире порядка 1700 грязевых вулканов, расположенных как на суше, так и в море. Однако, стоит отметить, что далеко не каждый выход на поверхность земли газо-водной смеси, должен и может расцениваться в качестве грязевого вулкана. Чаще всего они бывают представлены в виде грязевулканических скоплений, провинций и т.д.

С морфологической точки зрения, грязевые вулканы можно разделить на 4 основные группы – конусовидные, плоские, погребенные и расположенные в кальдере, которые все встречаются на территории Азербайджана [3]. На поверхности активного грязевого вулкана (на пример грязевой вулкан Дашгиль) как правило, можно выделить грифоны, которые могут быть и единичными, а могут, составлять и группу или даже целое поле, сальзы, грязевулканические озера. Величина грязевого вулкана, как по высоте, так и по площади на прямую связана и зависит от степени его активности, т.е. чем чаще извергается грязевой вулкан, тем более ярко выражена будет его геоморфология на дневной поверхности.

Согласно Ад.А. Алиеву и др. [11] «...Основными элементами грязевых вулканов являются грязевулканическая постройка, кратер, подводящее жерло и жилы, кратерный вал, поток брекчии, грязевые камеры, корень и очаг.

Грязевуоканическая постройка – тело грязевого вулкана, сложенное продуктами твердых выбросов – брекчией, имеет вид пологого, часто усеченного конуса.

Расположение кратера соответствует центральной части вулкана и представляет собой окончание канала жерла, соединяющего очаг вулкана с земной поверхностью.

Жерло вулкана имеет направление, близкое к вертикальному, и состоит из двух частей: главного канала и жил. Служит для выноса вулканической брекчии на поверхность земли и приурочивается к тектоническим разрывам.

По краю кратера, окаймляя его, располагается кратерный вал в виде кольца или эллипса, высотой 10-15 м на крупных вулканах. Образуется в результате выпирания грязевулканической брекчии и оседания кратерного поля после извержения вулкана.

Термин «корень» широко используется для характеристики стратиграфического положения и глубины зарождения различных геологических процессов...

...Если «корень» отличается постоянством глубины проникновения, то «очаги» в зависимости от степени газонасыщенности определенных интервалов разреза меняют свое стратиграфическое положение...».

По мнению [26] источник грязевых вулканов Азербайджана относится в основном к меловым и палеоген-миоценовым отложениям.

Область распространения грязевого вулканизма в планетарном масштабе по данным на 2015 год ограничена 42 странами [11] (Соединенные Штаты Америки, Италия, Румыния, Тринидад, Индонезия, Туркменистан, Иран, Грузия, Украина, Азербайджан, Индия, Китай, Япония, Мьянма, Индонезия и Папуа-Новая Гвинея, Малайзия, Бруней и Филиппины, Нигерия, Намибия, Кадисский залив, Западное, Центральное и Восточное Средиземноморье,

Черное море, Венесуэлла, Перу, Эквадор и даже Антарктида) преимущественно в пределах Альпийско-Гималайского, Тихоокеанского и Центрально азиатского подвижных поясов. Из 2505 грязевых вулканов мира 583 располагаются на территории Азербайджана.

В пределах Азербайджана рассматривается Кавказский сегмент Альпийско-Гималайского подвижного пояса, а именно Шамахи-Гобустанский, Нижнекуруинский НГР, где явление грязевого вулканизма широко представлено. С целью разделения территории исследований по районам, в работе был использован принцип нефтегазогеологического районирования и перспектив нефтегазоносности, так как работа в конечном итоге ориентирована на оценку/переоценку перспектив нефтегазоносности. Таким образом, РИ, а именно Шамахи-Гобустанский делится на 5 подзон (ри.1.1.1.) (Северо-Гобустанский, Шамахинский, Джейранкечмезский, Центрально Гобустанский, Южно-Гобустанский) и Нижнекуруинский на 2 подзоны (Ширванскую и Муганскую).

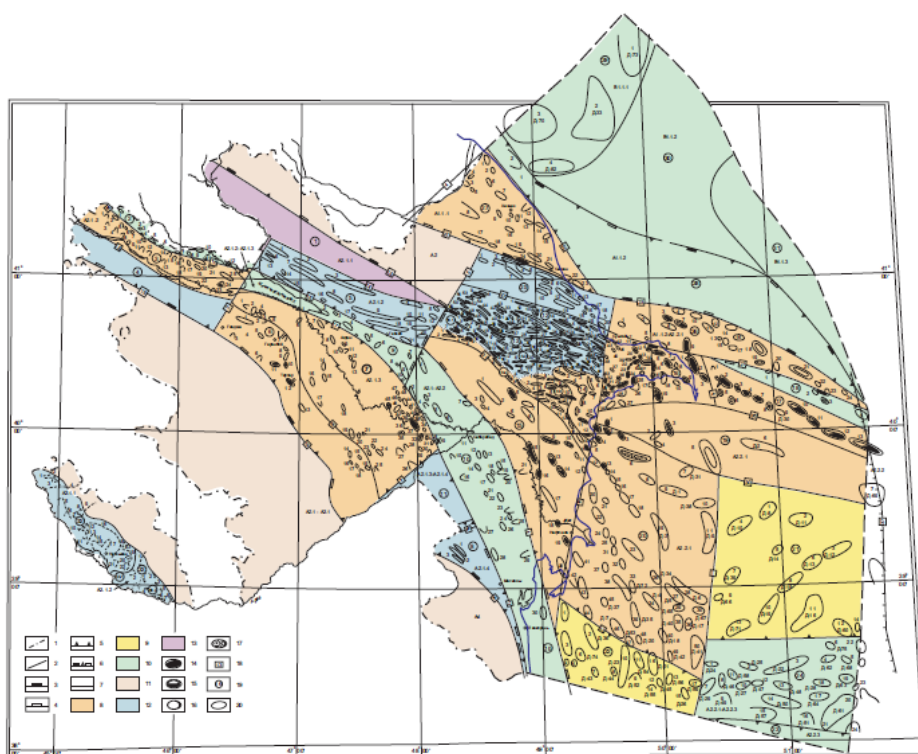


Рис.1.1.1. Схема нефтегазогеологического районирования и перспектив Азербайджана [34, с.524]

Согласно А.А. Якубову, А.А.Али-заде и др., (1978) региональную тектонику Азербайджана определяют три крупных структурных элемента – это мегантиклинории Большого и Малого Кавказа и расположенная между ними Куринская межгорная впадина. Такой рельеф территорий сформировался в результате полного цикла геосинклинального развития, который начался еще в юрском периоде.

Шемаха-Гобустанская область (120 грязевых вулканов) занимает значительную часть юго-восточного погружения Большого Кавказа и представляет собой обширную территорию развития мезозойских, кайнозойских и антропогенных отложений (Таблица 1.1.1.) [14,35]. В Таблице 1.1. представлена подробная схема стратиграфического подразделения отложений, принимающих участие в геологическом строении данного района, который характеризуется наиболее широким распространением грязевых вулканов с общим количеством 120.

Отложения юрского периода в основном развиты на севере Шамахи-Гобустанского района, мощностью порядка 3000 м и представлены чередованием песчаников, глинистых сланцев, алевро-глинистого флиша с прослоями грубообломочного материала [15].

Отложения нижнего мела мощностью порядка 2500 м развиты в северной части исследуемого района, а также в районе рек Пирсаат, Гозлучай и представлены преимущественно терригенно-карбонатными породами.

В районе селения Гызмейдан разрез верхнего мела представлен всеми ярусами. Стоит отметить тот факт, что в юго-западном направлении наличие в разрезе глинистых отложений увеличивается.

Отложения палеогена, мощностью до 1500 м, в основном представлены глинистыми породами с прослоями песчаников и мергелей.

Отложения неогена представлены преимущественно песчано-глинистой литофацией, при этом отложения, относящиеся в средние и верхние миоцены сложены глинистой литофацией с незначительными, тонкими прослойками

песчаников, мергелей, а также брекчевидного доломита. Стоит отметить, что отложения понтического яруса представлены известняками.

Продуктивная толща имеет не однородное распространение по всей территории Шамахи-Гобустанского района, в северной части отмечается полное ее отсутствие. Однако, в тех зонах, где отложения ПТ присутствуют в разрезе они представлены в основном чередование песков, песчаников и глин. Увеличение в разрезе глинистых отложений отмечается в пределах территории Южного Гобустана. Отложения верхнего плиоцена, т.е. акчагыльский ярус представлен также глинистыми отложения, в которых отмечается наличие прослоек песка и вулканического пепла. Общая мощность неогенового комплекса отложений оценивается в 8500 м.

Отложения четвертичного периода главным образом состоят из конгломератов, песчаников с крупной галькой, прослоев глин и гравелита и имеют среднюю мощность порядка 200 м.

Таблица 1.1.1.

Схема стратиграфического подразделения для Шамахи-Гобустанского НГР.

Эон	Эра	Система	Отдел	Горизонт	Ярусы / региоярусы	Местные стратиграфические	Примечания (по А.Г. Халилову, 1978 г.)
Фанерозой	Кайнозой	Четвертичная	Голоцен	Мегхалайский		Современные наносы	-
				Северогриппский		Новокаспийский	-
				Гринландский		Хвалынский	Выделен Н.И. Андрусовым - развит на Абшеронском пол-ове, Гобустане, Прикуринской низменности, Ленкоранской и Прикаспийско-Губинской областях.
			Плейстоцен	Верхний		Хазарский	Стратотип был выделен в Нижнем Поволжье, выделен Н.И. Андрусовым.
				Средний		Бакинский	Впервые выделен в районе бибиэбатского нефтяного промысла. (Г. Шегрен 1891 г.)
				Калабрийский		Тюрканский	Выделен впервые в буровой скважине на Абшеронском пол-ове. (В.Е. Хаин, 1950 г.)
				Гелазский		Абшеронский	Выделен Н.П. Барбот-де-Марни и С.Г.Симоновичем в 1891 г. обоснован Н.И. Андрусовым в 1897 г.
			Плиоцен	Пьяченский		Акчагыльский	Стратотип находится в зап. Туркмении на возвышенности Акчагыл. (Андурсов Н.И. 1887 г.)

Продолжение таблицы 1.1.

Фанерозой	Кайнозой	Неогеновая	Плиоцен	Занлский	Балаханы (по Абшеронской разбивке)	Продуктивная толща	Сураханы Сабунчи Балаханы Свита перерыва Надкримакинская глинистая Надкримакинская песчаная Кирмакинская Подкримакинская Калинская	Стратотипы расположены на Абшеронскмо пол-ова (Азербайджан). Г. Шегрен (1891 г.), Н.И. Ушейкин (1916 г.), В.П. Колесников (1940 г.), А.А. Ализаде (1960 г.).
	Кайнозой	Неогеновая	Миоцен	Мессинский	Понт	Понт	1869 году в бывш. Херсонской губернии. В Азербайджане выделен и изучен Н.И.Андурсовым в 1895 году.	
Тортонский				Меотис	Диатом	Распространены в зап. части Абшеронского пол-оваи в Гобустане. (М.И. Губкин, 1914 г.)		
				Сармат				
				Конк				
				Караган				
Серравальский				Чокрак	Спиралисовые слои	Выделен Н.И.Андурсовым в 1886 году на Керченском пол-ове.		
				Тархан				
Лангский				Коцахур	Майкопская свита	Выделена И.М. Губкиным в 1912 году на С. Кавказе (гор. Майкоп).		
Бурдигальский				Сакараул				
Аквитанский				Сакараул				
		Кавказский						
Олигоцен		Хатский	Хатский	Коунская свита	Впервые была выделена И.М Губкиным в 1914 году.. В 1916 году свита была названа коунской, т.к. данные отложения почти целиком слагают гору Коун на Абшеронском пол-ове.			
		Рюпельский	Рюпельский					
Эоцен		Приабонский	Сумгаитская свита	Выделена на Ю.-В. Кавказе (по р. Сумгаит в с.-з. части Абшеронского пол-ова). Х.Шегрен, 18914 г. И.М.Губкин 1914 г.				
		Бартонский						
		Лютетский						
		Ипрский						
Палеоэоцен	Танетский	Ильхидагская свита	Стратотип находится на горе Ильхидаг (ю.-в. окончание Б. Кавказа) И.М.Губкин, 1916 г.					
	Зеландский							
	Датский							
Верхний	Маастрихтский		Выделен в 1846 г. Дюмоном (Голландия).					
	Кампанский		Выделен в 1857 г. Коканом (Франция).					
	Сантонский		Выделен в 1857 г. Коканом (Франция).					
	Коньякский		Выделен в 1857 г. Коканом (Франция).					
	Туронский		Выделен в 1847г. д'Орбиньи (Франция).					

Как отмечалось выше, для расчленения Шамахи-Гобустанского НГР на подзоны в работе использовался принцип нефтегазогеологического районирования и перспектив. Однако стоит отметить, что исходя из особенностей стратиграфического разреза и характера тектоники его еще подразделяют на 4 сегмента: Шамахинский, Сюнди-Маразинский, Центрально-Гобустанский и Восточно-Гобустанский, а исходя из анализа геолого-геофизических данных и аэрокосмических снимков делят на Тоурагайский и Баянатинский микроблоки [5, 8].

Северно-Гобустанская зона соответствует области южного крыла центрального поднятия Большого Кавказа и формирует северное крыло Шамахи-Гобустанского синклинория, граничащего с Прикаспийско-Губинским НГР на севере.

Исходя из своего расположения, отложения мела, палеогена и неогена погружаются в южном направлении, кроме того, с запада (ЗСЗ) на восток (ВЮВ) наблюдается замена древних отложений более молодыми, что обуславливается погружением мегантиклинория Большого Кавказа в сторону Каспийской впадины. На южной границе Северного Гобустана тектоника становится близкой к тектонике центрального Гобустана, с его различно ориентированными складками. Это связано, с высокой пластичностью пород палеогена и миоцена, и наличием многочисленных разрывов, а местами – небольших надвиговых перекрытий. На территории Северного Гобустана складчатость имеет общекавказское простирание, но, тем не менее, нередко отклоняется от него в виде заворотов, изгибов и т.д.

Шамахинская зона – располагается между долинами рек Гирдыманчай и Пирсаат. Южной границей зоны является северный борт Куринской впадины. В тектоническом отношении представляет собой довольно сложно построенный участок южного крыла мегантиклинория Большого Кавказа, переходящий в северный борт Среднекуриснской впадины и осложнена наличием трех структурных этажей – мезозойским, палеоген-миоценовым и плиоценовым. Зона сложена отложениями верхнего мела и неогена. В разрезе

отложений рассматриваемой зоны обращает на себя внимание сокращенный разрез или даже полное отсутствие средне- и верхнемиоценовых отложений.

Джейранкечмезская зона охватывает одноименную наложенную мульдугу третьего порядка с локально развитыми куполовидными и брахиантиклинальными складками, сложенными миоценовыми отложениями. Эта мульда широко раскрывается в юго-восточном направлении в сторону моря. Все складки ее осложнены сбросами, с которыми связаны крупные грязевые вулканы, такие как Торагай, Б. Кянизадаг, Отман-Боздаг, Дашгиль и др. Складки ориентированы в различных направлениях, а своды их не совпадают со структурными, сложенными палеоген-миоценовыми отложениями. В центральной части Джейранкечмазской депрессии палеоген-миоценовый комплекс находится на глубинах более 3-4 км, а мезозой - на глубинах порядка 8-10 км [33].

Центрально-Гобустанская зона – в тектоническом отношении более спокойная с более широко распределенными складками, что связано с постепенным затуханием дислокации по мере удаления от оси Главного Кавказского хребта, сменой более плотных мезозойских отложений менее плотными палеогеновыми, что приводит к сглаженному рельефу.

Южно-Гобустанская зона – отличается дальнейшим ослаблением складчатости и преимущественным развитием более молодых образований неогена. Складчатые линии не имеют общекавказского направления, простираются во всевозможных направлениях от меридионального до широтного.

В работе были исследованы, опробованы 48 грязевых вулканов четырех НГР Азербайджана, из которых 25 расположены в Шамахи-Гобустанском, 14 - в Нижнекурисском, 8 - в Абшеронском и 1 - в Прикаспийско-Губинском районах.

Грязевулканические флюиды Абшеронского и Прикаспийско-Губинского НГР изначально в план исследований не входили, но в процессе проведения научно-исследовательских экспедиционных работ были включены в список

интересующих нас грязевых вулканов и грязевулканических проявлений и таким образом, нашли отражение в данной работе, что позволило провести сравнительную оценку полученных результатов для более обширной территории. На рисунке 1.1.3 представлена карта распространения грязевых вулканов по территории Азербайджана, а красным цветом выделены основные РИ, результаты которых легли в основу данной работы.

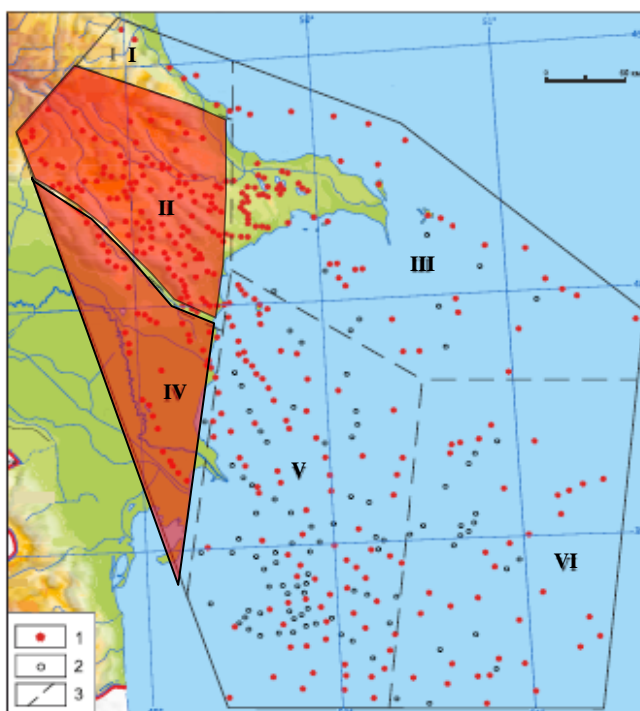


Рис. 1.1.3. Ареал распространения грязевых вулканов Азербайджана. Грязевые вулканы: 1 – установленные, 2 – предполагаемые, 3 – границы нефтегазоносных районов и перспективных зон складчатости: I – Прикаспийско-Губинский, II – Шемахи-Гобустанский, III – Абшеронский, IV – Нижнекуруинский, V – Бакинский архипелаг, VI – зоны складчатости глубоководной части Южного Каспия. [11].

Куринская межгорная впадина относится к системе внутренних прогибов Кавказского сегмента альпийского складчатого пояса Евразии, протяженностью 450 км, по простиранию с запада на восток распадается на три сегмента или мегазоны – Верхне-Куринскую (Карталинский прогиб), Средне- и Нижне-Куринскую.

В рамках работы рассматривается ее Нижнекуруинская зона.

Нижнекуруинский НГР (33 грязевых вулкана) - являясь частью Куринской межгорной впадин и располагаясь между складчатыми сооружениями

Большого и Малого Кавказа, имеет форму треугольника размерами 100x50x80 км, характеризуется мощным осадочным чехлом порядка 18 – 20 км [50], причем большая его часть относится к плиоцену – четвертичному этапу развития. Следует отметить, что по плиоцен - четвертичному структурному этажу прогиб имеет достаточно сложное строение. Нижне - Куринский прогиб делится на две тектонические зоны: Ширванскую и Муганскую [33].

Ширванская тектоническая зона охватывает северо-восточную часть прогиба, характеризуясь резко выраженными, удлинненными брахиантиклинальными складками, которые, кулисообразно располагаясь, образуют две антиклинальные полосы: Каламадын - Мишовдаг - Бяндованскую и Кюровдаг - Нефтчалинскую. Эти антиклинальные зоны разобщены широким и очень пологим Южно - Ширванским прогибом более высокого порядка, в северо-западной части которого располагается Кюрсангинское погребенное поднятие. В современном тектоническом плане в пределах Ширванской части Нижне-Куринского прогиба выделяются с северо-востока на юго-запад следующие антиклинальные зоны: 1) Пирсаат-Хамамдагская, 2) Каламадын – Мишовдаг - Бяндованская, 3) Кюровдаг - Нефтчалинская.

Муганская тектоническая зона охватывает Верхне-Ширванский и Муган-Сальянский прогибы. Юго-западной границей зоны является Западно-Каспийский разлом, а на северо-востоке она ограничена юго-западными крыльями поднятий Каламадын, Кичик Харамы и Кюровдаг-Нефтчалинской антиклинальной зоной.

В геологическом строении территория сложена мощной толщей более 8 км преимущественно морских плиоценовых и четвертичных отложений. Большая часть территории Нижнекуринского района покрыта современными и древнекаспийскими отложениями.

Продуктивная толща представлена в основном чередованием мощных пластов глин с песками, песчаниками, а также алевролитами

(преимущественно серого и бурого цвета), мощность которых местами доходит до 4000 м [46].

Акчагыльские отложения – чередование разноцветных глин, тонких пластов песчано-алевролитовых отложений с прослойками вулканического пепла, мощностью до 500 м.

Абшеронские отложения характеризуются терригенными породами, где в верхней части встречаются пласты известняка, мощностью до 2000 м.

Мощность четвертичных отложений достигает 1300 м и представлена полным разрезом.

В стратиграфическом разрезе, стоит отметить тот факт, что для Нижнекуринского района разбивка отложений продуктивной толщи дается по карадагской разбивке (Таблица 1.1.2).

Таблица 1.1.2. Схема расчленения продуктивной толщи для Нижнекуринского НГР (по М. Эфендиевой, 2013 г.)

Эон	Эра	Система	Отдел	Горизонт	Ярусы/ региоярусы	Местные стратиграфические подразделения		
						по Абшеронско й разбивке	Нижнекуринский тип отложений	
Фанеразой	Кайнозой	Неогеновая	Плиоцен	Занкльский	Балаханы	Сураханск.	ПТ	I – XII
						Сабунчинск.		XIII – XV
						Балаханск.		XVI-XIX
						Свита «перерыва»		XX
						НКГ*		-
						НКП**		-
						КС***		-
						ПК****		-
						КаС*****		-

*НКГ – надкирмакинская глинистая свита, **НКП – надкирмакинская песчаная свита, ***КС – кирмакинская свита, ****ПК - Подкирмакинская свита, *****КаС – калинская свита (в пределах Нижнекуруинской впадины отсутствуют).

1.2 Методика исследований.

В ходе полевых работ уточнялись координаты грязевых вулканов, составлялись геоморфологические карты, схематическая визуализация грязевулканического потока, выбрасываемого на дневную поверхность во время извержений. На 14 грязевых вулканах работы проводились после извержений, зафиксированных телеметрическими станциями Республиканского Центра Сейсмологической Службы (РЦСС) различной интенсивности.

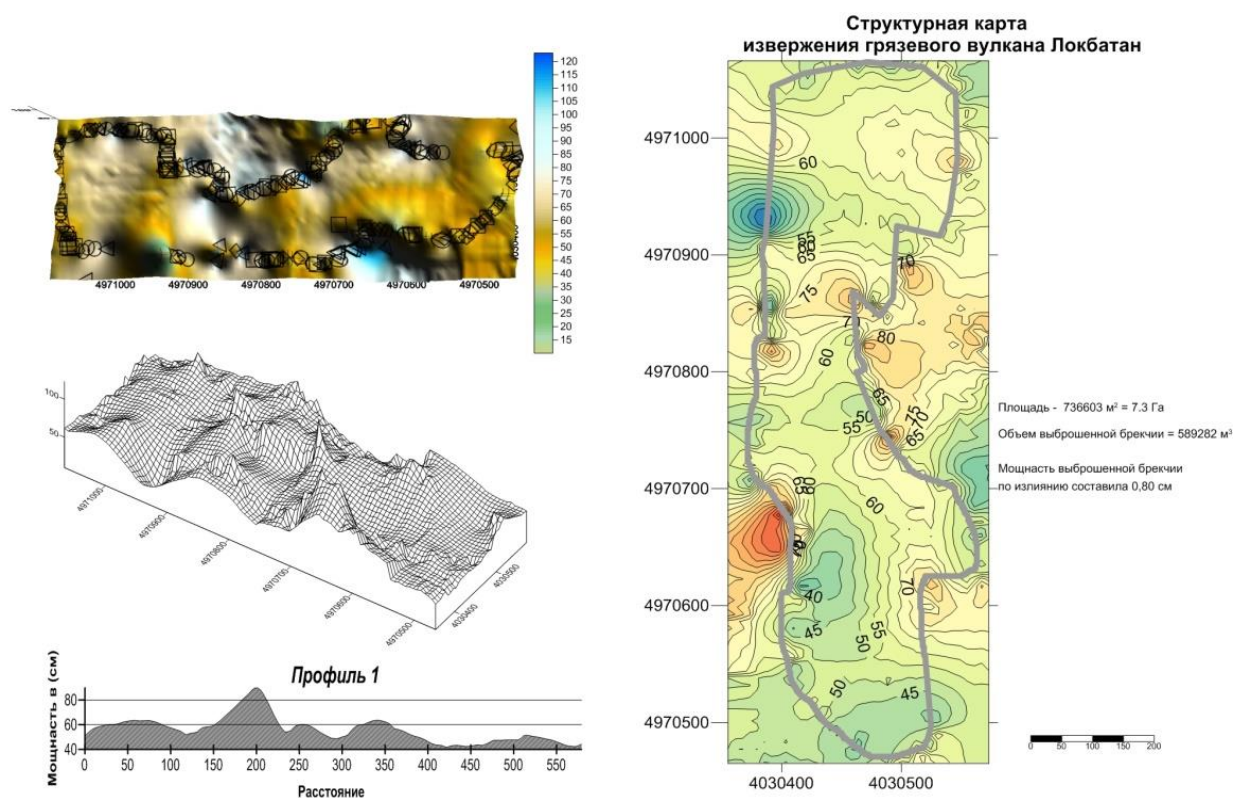


Рис.1.2.1. Схема грязевулканического потока после извержения грязевого вулкана Локбатан 20 сентября 2012 года [115].

На рисунке 1.2.1. представлена схема грязевулканического потока, выброшенного грязевым вулканом Локбатан во время извержения 20 сентября 2012 года, построенная при помощи программного пакета Golden Software Surfer 12. Грязевой вулкан Локбатан, расположенный юго-восточнее города Баку, является самым активным не только в пределах Азербайджана, но и в

мире. С момента начала фиксации активности грязевых вулканов было зарегистрировано порядка 25 его извержений. В 1888 году Яльмер Шегрен опубликовал первое сведение об извержении грязевого вулкана Локбатан. По данным [7, 12, 11] практически все его извержения сопровождаются выбросом на дневную поверхность большого количества грязевулканической брекчии объемом порядка 250 тыс. м³ [11], мощным столбом газа с последующим его воспламенением. Высота пламени оценивается от 100 до 300 м. Извержение 20 сентября 2012 года для вулкана не стало исключением, и, несмотря на то, что с момента его предыдущего извержения прошло всего 2 года (4 февраля 2010 года), оно превзошло его и по силе и по мощности. По данным РЦСС извержение характеризовалось 4-мя фазами активизации, которые были зафиксированы сейсмическими станциями, первая из которых была зафиксирована в 9:30 утра, затем в 13:10, 16:30 и 20:05 [6]. Объем выброшенной брекчии покрыл площадь в 7,5 га, мощность которой в центральной части превышала 3 м. Стоит отметить, что в силу особенностей излившейся на дневную поверхность свежей брекчии, измерения проводились через 3 дня после извержения 20 сентября 2012 года. Для построения схематического потока грязевулканической брекчии, вычисления площади покрова и ее объема проводились замеры мощности грязевулканического покрова по периметру через каждые 10 м., со снятием GPS координат. С целью определения закономерности распределения мощности грязевого потока по площади в центральной части было проведено бурение ручным мотобуром. Таким образом было определено, что в центральной части мощность потока превышала 3 метровую отметку, в то время как на краях ее мощность колебалась в порядке нескольких десятков сантиметров. Исходя из этого подсчитать точный объем излившегося на поверхность грязевулканического потока не представляется возможным и любые цифра являются приблизительными.

Согласно [12] в год в Азербайджане происходит от 3 до 5 извержений грязевых вулканов. За период написания работы, на территории республики произошло порядка 14 извержений (Локбатан, Ахтарма-Пашалы, Шихзагирли,

Кейреки, Ахтарма-Арды, Отман-Боздаг, Шекихан, Локбатан, Кейреки, Торагай (2 раза), Гушчу (2 раза), Меликчобанлы), для которых были проведены описанные выше работы.

На рисунке 1.2.2. представлена карта отбора образцов в РИ - Шамахи-Гобустанском (24), Нижнекуруинском (15) и Абшеронском (8). Все данные, которые были получены в ходе полевых работ и опубликованные ранее материалы, были обобщены и представлены в виде паспортов грязевых вулканов. В таблице № 1.1.3, представлены в качестве примера паспорта грязевых вулканов Мадраса, Ахтарма-Пашалы и Демирчи, а полный перечень представлен в Приложение 4.



Рис.1.2.2. Грязевые вулканы, опробованные автором с коллегами: Шамахи-Гобустанского района(1-24) – (1) Перекишкюль северная группа, (2) Перекишкюль южная группа, (3) Дашгиль (озеро), (4) Дашгиль (сопочнополе), (5) Бахар (мыс Алят), (6) Бахар (северная группа), (7) Сарыбога (западная группа), (8) Айрантекен, (9) Гелендарахтарма, (10) Демирчи (серая пульпа), (11) Демирчи (коричневая пульпа), (12) Малый Мезезе, (13) Чеилдаг северная группа, (14) Чеилдаг северная группа, (15) Чеилдаг западная группа,

(16) Чеилдаг южная группа, (17) Гузмейдан, (18) Мадраса, (19) Дашмардан (верхняя соль), (20) Дашмардан (нижняя группа), (21) Шихзагирли, (22) Чараган, (23) Вейс), (24) Баскал (северная группа соль); Нижнекуринского района (25-39) – (25) Хыдырлы, (26) Дуровдаг, (27) Дуздаг (малая соль), (28) Дуздаг (центральная соль), (29) Нефтечала южная, (30) Большой Мишовдаг, (31) Яндере, (32) Ахтарма-Пашалы, (33) Бяндован, (34) Заахтарма, (35) Гырылых Харамы, (36) Большой Харамы (центральная часть вулкана); (37) Большой Харамы (восточная группа соль), (38) Кичик Харамы, (39) Инчабель северный; Абшеронский район(40 – 47) – (40) Учтепе, (41) Пельпеля-Гарадаг, (42) Давайбойну, (43) Отман-Боздаг, (44) Кейреки, (45) Локбатан, (46) Боздаг-Гюздег, (47) Боздаг-Гобу; Прикаспийско – Губинский район (48) – (48) Гайнарджа. Римские цифры соответствуют графе 1 в Приложении 1.

1.2.1. Процесс отбора образцов.

Перед тем как образцы отбирались, проводился замер температуры поверхностного слоя воды электронным термометром, погрешность которого не превышала $\pm 0,1^{\circ}\text{C}$. На крупных вулканах забор образцов проводился из нескольких солей, но перед этим проводилась относительная оценка ее минерализации при помощи солемера «Эксперт-002», который был откалиброван по NaCl (рис. 1.2.1.1.). Полученные в полевых условиях результаты использовались в качестве оценки предварительной минерализации водной фазы, с целью выбора наиболее минерализованного водопоявления.

На некоторых грязевулканических проявлениях в процессе отбора, на месте, водной фазы деятельности грязевых вулканов проводились измерения водородного показателя (pH) и окислительно-восстановительного потенциал (Eh). Измерение значений pH выполнялось при помощи стеклянных ионно-селективных электродов, а также иономера марки «Эксперт – 001» [52].

Абсолютная погрешность величины показателя определялась с точностью не менее 0,01, а относительная порядка 0,01 – 0,02 единицы pH. Для измерения окислительно - восстановительного потенциала среды (Eh) использовался специальный платиновый электрод.

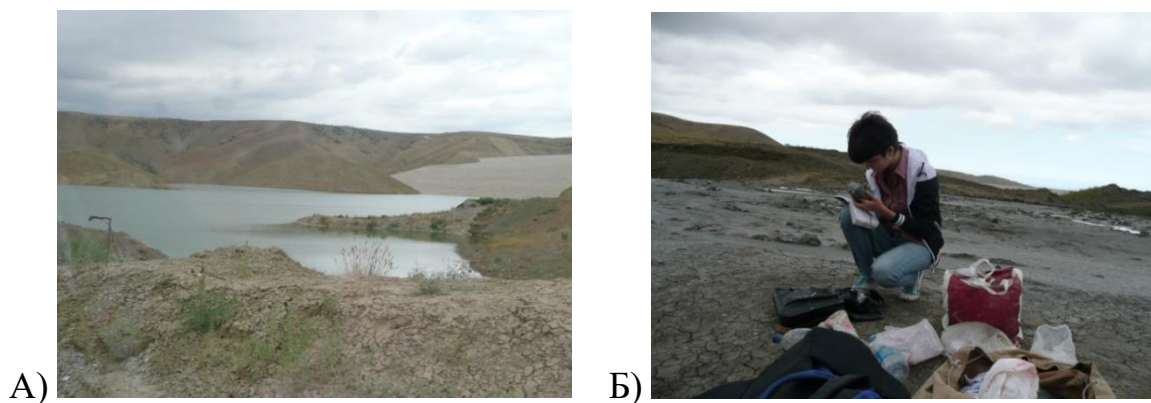


Рис. 1.2.1.1. А) Грязевой вулкан Гайнарджа и Б) процесс отбора проб.

Помимо вышеотмеченных показателей, в ходе первичного опробования вод грязевых вулканов в полевых условиях проводилось определение еще и общей щелочности. Поскольку показатели щелочности воды исследуемых сальз соответствовали нейтральным и слабощелочным, предполагалось, что это связано в основном, с концентрацией HCO_3^- - иона. Определение концентрации проводилось по стандартной методике путем титрования части воды (объемом порядка 20-25 мл) раствором соляной кислоты (HCl) (0,1Н) [69] и контролем значений рН по стеклянному электроду. В момент, когда показатели рН воды падали до отметки 4, 0 процесс титрования пробы завершался.

В процессе опробования грязевых вулканов для дальнейших лабораторных исследований отбирались пробы свободно выделяющегося природного газа. Природный газ отбирался в стеклянные емкости объемом 200-250 см^3 методом вытеснения. Предварительно емкость заполнялась концентрированным соляным раствором и запечатывалась. Во избежание загрязнения пробы атмосферным воздухом, емкость открывалась в сосуде (тазик), также наполненным концентрированным соляным раствором. В сальзу помещалась пластиковая воронка с прикрепленной к ней силиконовой трубкой, второй конец которой опускался в тазик и в течении 5 минут продувался природным газом (прочищался) из сальзы. Затем, после процедуры прочистки, трубка помещалась в сосуд, предназначенный для сбора пробы объемом 200-250 см^3 , который заполнялся на 1/3 его объема свободно выделяющимся природным газом из грязевулканического проявления. Отобранная проба

герметично запечатывалась в сосуде под водой, и хранилась в перевернутом вверх дном виде до момента ее исследования в лабораторных условиях. Оставленный в пробе соляной раствор в объеме 1/3 от общего объема выступал в роли дополнительного затвора. В тех случаях, когда выделение природного газа в пределах исследуемой сальзы было сильным, отбор пробы проводился без использования воронки.

Стоит отметить, что в период опробования, грязевые вулканы районов исследований находились в относительно спокойном состоянии, на некоторых из которых была зафиксирована в большей или меньшей степени активная грифонно-сальзовая деятельность.

1.2.2. Лабораторные исследования.

В химико-аналитической лаборатории Геологического Института Российской Академии Наук (РАН) был определен общий химический состав воды (Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , SO_4^{2-} , Cl , F , сухой остаток) по стандартным методикам, которые были описаны в работе Резникова А.А., Муликовской Е.П., и Соколова И.Ю. «Методы анализа природных вод» [69]. Анализ содержания микрокомпонентов в исследуемых образцах воды проводился в Институте проблем технологии микроэлектроники и особо чистых материалов РАН на таких приборах как ICAP-61 (Thermo Jarrel Ash, США) и X-7 ICP-MS (Thermo Elemental, США). Погрешность определения концентраций для отдельных компонентов выше отмеченными методами составляла порядка 10–15%, однако следует отметить, что вблизи границы обнаружения могла достигать и до 50%.

В лабораторных условиях ГИН РАН также определялся и химический состав природного газа на хроматографе “Кристалл 2000 М” производства Chromatec с использованием стандартных газовых смесей и аргона как газа носителя методом абсолютной калибровки по каждому компоненту. Концентраций CH_4 определялась при помощи пламенно-ионизационного

детекторе (FID), который оснащен метанатором. CO₂, водород, кислород, азот и гелий определялись на детекторе теплопроводности (катарометре TCD).

Изотопный состав углерода метана и углекислого газа, а также гидрокарбонат-иона (растворенный неорганический углерод, TDIC) определялся, также в ГИН РАН - лаборатории изотопной геохронологии.

Для измерений величин $\delta^{13}\text{C}$ в C-содержащих компонентах флюидов грязевых вулканов, а также значений $\delta^{18}\text{O}$ и δD в H₂O использовался комплекс аппаратуры корпорации Thermo electron, включающем приборы масс-спектрометра Delta-V-Advantage, установки Gas-Bench-II для определения $\delta^{13}\text{C}_{\text{TDIC}}$, $\delta^{13}\text{C}_{\text{КАРБ}}$, $\delta^{18}\text{O}_{\text{КАРБ}}$, $\delta^{18}\text{O}$ в H₂O, газовый хроматограф Trace-GC-Ultra для определения $\delta^{13}\text{C}_{\text{CH}_4}$, $\delta^{13}\text{C}_{\text{CO}_2}$ в пробах свободного выделяющегося природного газа и термохимический элементный и анализатор Finnigan-TC/EA (δD в H₂O). Все значения $\delta^{13}\text{C}$ приводятся в промилле (‰) относительно стандарта – V-PDB, δD и $\delta^{18}\text{O}$ – промилле относительно стандарта V-SMOW. Погрешность определений $\delta^{13}\text{C}$ и $\delta^{18}\text{O}$ составляет порядка $\pm 0,2\%$, а для δD – $\pm 3\%$.

Также часть образцов была исследована в «Центре исследования океана» - Геомар, г. Киль, Германия, в лабораториях «Геохимии» и «Морской геосистемы» в рамках двух малых грантов при финансовой поддержке Фонда развития науки при Президенте Азербайджанской Республики (рис.1.2.2.1.).



Рис. 1.2.2.1. "Центр исследования океана" - Геомар, г. Киль, Германия. Лаборатории "Геохимии" и "Морской геосистемы".

Таблица 1.1.3. Паспорта грязевых вулканов. *

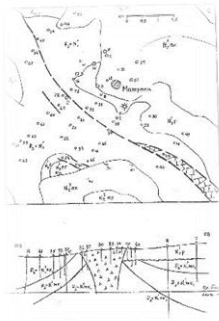
Грязевой вулкан Мадраса

Общая площадь вулкана – 200*250 м². Насчитывается около 100 грифонов и сопок, из которых выделяется нефть, вода, грязь. Причем, в некоторых из них выделяется чистая нефть без воды и грязи.

Геологические особенности района

Вулкан расположен на олигоцен-миоценовых отложениях. Мадрасинская площадь представляет собой слегка ассиметричную брахиантиклинальную складку с крутым юго-западным и сравнительно пологим северо-восточным крыльями. По своду складки проходит крупный тектонический разрыв, к которому приурочены сопки и грифоны. По своду складки проходит крупный тектонический разрыв, к которому приурочены сопки и грифоны. Центральная часть складки осложнена двумя почти параллельными нарушениями.

Корни вулкана приурочены к верхнемеловым отложениям. В образцах сопочной брекчии встречаются *Globotruncanaarca* (Cushm.).



Продолжение таблицы 1.1.

1	1982	Доломит	Эоцен	39,89	4,88	2,45	3,44	33,0 8	16,3	59,11	34,2	73,8	0,24	100, 28
2	1983	Известняк	Мел	38,98	1,16	0,61	1,47	55,9 7	1,68	99,64	3,4	7,43	-	99,8 7
3	1983	Доломит	Майкоп	39,89	4,88	2,45	3,44	33,0 8	16,3	59,11	34,2	73	0,24	100, 28
4	1983	Известняк	Мел	37,58	10,26	0,3	2,14	47,1 1	2,48	84,04	5,2	11,14	0,54	100, 41
5	1983	Известняк	Мел	42,64	3,22	0,85	0,9	51,9 3	1,59	91,4	3,3	7,21	-	100, 43
6	1983	Известняк	Миоцен	36,6	16,79	2,56	2,18	40,4 2	0,99	72,65	2,1	4,58	0,08	99,6 2

Выбросы грязевых вулканов (возраст-Эоцен)

№ образца	Название породы	Карбонатность, %	Пористость, %	Проницаемость, 10 ⁻¹⁵ м ²
1	Доломит	33,8	1,96	Не прониц.
2	Известняк	53,9	1,19	21,16
3	Доломит	38,2	3,1	1,7
4	Извест.глин	-	2,8	-

Продолжение таблицы 1.1.

5	Известняк	56,8	2,2	Не прониц.
6	Оолитовый известняк	50,2	11,9	297,4
7	Известняк облом.	58,9	2,9	3,7
8	Песчан. Известняк	89,2	4,5	Не опред.
9	Песчан. Известняк	60,1	6,3	Не опред.
10	Известк.песчаник	25,1	22,1	Не опред.

Минералогический состав грязевулканической деятельности (%)

Кол-во проб	Pb	Cr	Ti	Mn	Ca	Ni	Co	Mo	V	Cu	Zn	Ba	Sr	Se
5	0.0016	0.0049	0.047	0.13	0	0.0049	0	0	0	0.0022	0.0017	0.028	0.01	0

Нефтепродуцирующие параметры отложений

№ образца	1	2
Порода	Алевролит	Алевролит
Возраст	Эоцен	Майкоп
Карбонатность	80,7	59,8
Сорг %	0,3	0,6
S1-содержание свободных УВ (мг/г пор.)	0,26	0,06
S2-содержание пиролитических УВ	0,26	0,56

Продолжение таблицы 1.1.

И _л -индекс продуктивности (мг/г Сорг)				-	0,1								
Ив-водородный индекс (мг/г Сорг)				87	97								
Ик-кислородный индекс (мг/г Сорг)				140	868								
Т max °С				433	454								
Химический состав газа, %													
Год/ № обр	O ₂	H ₂	CH ₄	C ₂ H ₆	C ₃ H ₈	ΣТУ	CO ₂	N ₂	CO	iC ₄ H ₁₀	nC ₄ H ₁₀	He	Ne
2012	0,01 61		86,734				9,53	1,01	0,0000 31			0,0004 6	0,3
1981/1		0	99,13	0,12		0,12	0,68	0,07				0,0004	
-/ 2		-	99,3			-	0,7	-				-	
-/ 3		0,0 2	97			0	2,6	0,4				0,002	
Изотопная характеристика													
Воды						Газ				Нефть (δC ¹³ , ‰)			
Год/ № обр	δ ¹⁸ O, ‰	δD, ‰	pH	Eh	Тип	Год/ № обр	δ ¹³ C _{CO2} , ‰	δ ¹³ C _{CH4} , ‰	D _{CH4} , ‰	I	II		
2012					-	2012				-25,663	-		

Продолжение таблицы 1.1.

	-	-	-	-	-	1981/ 1	-7,2	-47,9	-159	-25,38	-25,20
	-	-	-	-	-						
Характеристики Пальмера											
S ₁	S ₂	A ₁	A ₂								
89,6	-	5,58	4,62								
76,7 8	-	14,1	9,12								
Генетические коэффициенты Сулина											
rNa/r Cl	r(Na-Cl)/ rSO ₄		r(Cl-Na)/rMg								
Минерализация, мг-экв/л											
Год / №	Na	Ca	Mg	Cl	SO ₄	HCO ₃	CO ₃	Σ mine г.			
-/ 1	183,3	2,9	6	168,5	4,1	11,8	3,6	364,1			
1962/ 2	255,3	4,6	21	215,4	0,3	62,9	0	561,8			

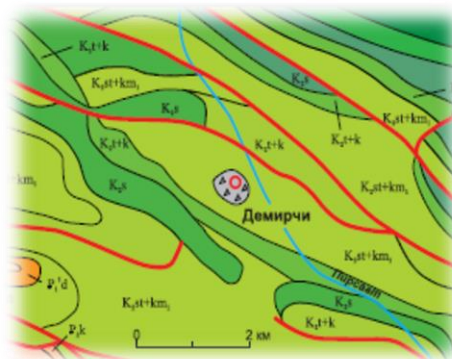
Грязевой вулкан Демирчи

- расположен в 120 км к северо-западу от г.Баку, на правом берегу р. Пирсаат. Расположен вблизи селения Демирчи (Шамахи). Относительная высота 20 м. Абсолютная высота 1350 м.

Грязевулканический покров занимает площадь размером 120*80 м.

Вулкан приурочен к крутому юго-западному крылу Демирчинской складки, сложенной породами юнусдагской свиты.

Палеоген – миоценовые отложения перекрыты пластиной верхнемелового тектонического покрова.



Год извержения

1958, 1969, 1971

3

Химический состав газа, %

O ₂	H ₂	CH ₄	C ₂ H ₆	C ₃ H ₈	iC ₄ H ₁₀	nC ₄ H ₁₀	CO ₂	ΣТУ	N ₂	CO	He
0,016	-	92,81	0,04	0,04	-	-	3,62	-	1,35	0,000157	0,015
7	-	92,4	0,04	0	-	-	3,51	-	1,56	0,000620	0,011

Продолжение таблицы 1.1.

		92,50	0,04	0,04	-	-	6,01	-	1,45		-
		95,62	0,04	-	-	-	0,25	-	3,68		4,5x10 ⁶
Изотопная характеристика											
Воды						Газ				Нефть (δC^{13} , ‰)	
$\delta^{18}O$, ‰	δD , ‰	pH	Eh	Тип		$\delta^{13}C_{CO_2}$, ‰	$\delta^{13}C_{CH_4}$, ‰	I	II		
10,4	-23	8,02	-45			-1	-41,6	-	-		
10,3	-23	7,6	-95			2,2	-43,7	-	-		
6	-14			ГКН		-1,8	-36,6	-	-		
17	-15			ГКН		-	-37,1	-	-		
Характеристика Пальмера											
S ₁	S ₂	A ₁		A ₂							
39.44	-	58.76		1.8							
44.22	-	53.92		1.86							
40.52	-	57		2.48							
55.7	-	21.6		2.56							
43.6	-	53		3.28							
Генетические коэффициенты Сулина											

Продолжение таблицы 1.1.

rNa/rCl	r(Na-Cl)/ rSO ₄		r(Cl-Na)/rMg							
2.51	176		-							
2.33	26.2		-							
2.42	191		-							
Содержание микроэлементов в водах										
№ обр.	В, мг/л	Br, мг/л	J, мг/л	Sr, мкг/л	Fe, мкг/л	Co, мкг/л	Ni, мкг/л	Cr, мкг/л	Cu, мкг/л	Mn, мкг/л
1	310	18,1	25,4	3,3	335	17,5	16,5	24	12,5	12,5
	Zn, мкг/л	Mo, мкг/л	Li, мкг/л							
	50	17	2000							
Твердые выбросы.										
$\approx V_{\text{брекчия}} \text{ (млн. м}^3\text{)}$	В сопочном шламе установлены концентрации									
	C _{орг} , кг/т	Cu, г/т	Zn г/т	Pb г/т	Cr г/т	Mn г/т	Co г/т	Ni г/т		
0,12	2,6	73	41	6	17	200	5	17		

* паспорта 48 грязевых вулканов представленные в Приложении 4 составлены на основании исследований в рамках предоставленной диссертационной работы и дополнены данными ранее опубликованных работ – [7, 11, 21, 40, 45, 53, 73, 12]

ВЫВОДЫ.

В результате комплексного исследования флюидов грязевых вулканов Шамахи-Гобустанского и Нижнекуруинского районов можно сделать следующие выводы:

1. Комплексные данные изотопно-геохимических исследований флюидов (газа и воды), выделяющихся на поверхность грязевыми вулканами, показали, что их источники находятся на глубине, не превышающей 6 км.
2. На основании изотопного состава углерода метана, видно, что генерация его соответствует ранней стадии катагенеза.
3. Изотопный состав азота грязевых вулканов характеризуется значениями $\delta^{15}\text{N}$ в диапазоне от -6 до +1 ‰, но для большинства вулканов характерен диапазон от -4 до -2 ‰. И скорее всего, приурочен к терригенным осадочным отложениям, в которых преобладает органическое вещество сапропелевого типа.
4. Масштабы метана, доставляемого в атмосферу грязевыми вулканами, в пересчете на эквивалент углекислого газа, составляют порядка $3738 \cdot 10^9 \text{ т/год}$.
5. В плане перспективности в Шамахи-Гобустанском районе до проведения поисково-разведочного бурения необходимо проведения современных геофизических работ с целью уточнения строения мезозойского структурного этажа. Следует, более детально исследовать антиклинальные складки Шамахинской части НГР, а также – Северо-Гобустанскую часть НГР. В Нижнекуруинском районе перспективы связаны с разведкой и доразведкой нижней части продуктивной толщи.

ЛИТЕРАТУРА.

1. Алекин О. Основы Гидрохимии / О. Алекин. – г. Ленинград: Гидрометеорологическое издательство. – 1970. – 443 с.
2. Алиев Ад. А. Изотопы гелия в газах грязевых вулканов Азербайджана / Ад.А.Алиев, А.Я.Кабулова // ДАН Азербайджанской ССР, - г. Баку: - 1980. № 3, - с.52–56.
3. Алиев Ад.А. Грязевой вулканизм Южно-Каспийского нефтегазоносного бассейна // - г. Киев: Геология и полезные ископаемые Мирового океана, - 2006. №3, - с. 35-51.
4. Алиев Ад.А. Грязевые вулканы Прикуринской нефтегазоносной области / Ад.А.Алиев, З.А.Буниат-Заде // - г. Баку: изд-во Элм, - 1969. – с.142.
5. Алиев Ад.А. Закономерности пространственно-временного распределения грязевых вулканов и грязевулканических проявлений Азербайджана в свете новой тектонической концепции/ Ад.А.Алиев, Байрамов А.А. // Труды ИГ НАН Азербайджана, - г. Баку: - 2007. № 35, с. 25–45.
6. Алиев Ад.А. Извержение грязевого вулкана Локбатан 20 сентября 2012 г.: новые свидетельства восполняемости ресурсов углеводородов / Ад.А.Алиев, И.С.Гулиев, Г.Д.Етирмишли [и др.] // Известия НАН Азербайджана серия Наук о Земле, - г. Баку: - 2013. №2, 2013. с. 18-25.
7. Алиев Ад.А. Каталог извержений грязевых вулканов Азербайджана (1810–2007 гг.) / Ад.А.Алиев, И.С.Гулиев, Р.Р.Рахманов – г. Баку: Nafta-Press, - 2009. – с.110.
8. Алиев Ад.А. Новые данные об особенностях проявления грязевого вулканизма в Шамахи-Гобустанском регионе / Ад.А. Алиев, А.А. Байрамов // Труды ИГ НАН Азербайджана, - г. Баку, - 2000. № 28, с. 5-17.

9. Алиев Ад.А. О некоторых характерных особенностях грязевых вулканов Прикуринской нефтегазоносной области / Ад.А.Алиев, З.А.Буниат-Заде // Известия АН Азербайджанской ССР серия наук о Земле, - г. Баку: - 1967. № 2. с. 26–32.
10. Алиев Ад.А. Тектоника и перспективы нефтегазоносности грязевулканических областей Азербайджана в свете новых данных / Ад.А.Алиев, А.А.Байрамов, А.Н.Мамедова // Известия НАН Азербайджана Науки о Земле, - г. Баку: - 2004. №1, с. 32-43.
11. Алиев Ад.А., Гулиев И.С., Дадашев Ф.Г., Рахманов Р.Р. Атлас грязевых вулканов мира / - г. Баку, Nafta-Press, - 2015. - 322 с.
12. Алиев Ад.А., Каталог зафиксированных извержений грязевых вулканов (1810-2001 гг.) (на русск. и англ. языках) / Ад.А.Алиев, И.С.Гулиев, И.С.Белов - г. Баку: Nafta-Press, - 2002. – с. 94.
13. Али-заде А.А. Научная оценка перспектив нефтегазоносности Азербайджана и Южного Каспия, и направления поисково-разведочных работ / А.А.Али-заде, С.Г.Салаев, А.И. Алиев // - г. Баку: изд-во Элм, - 1985. - с.250.
14. Али-заде А.А. Геология нефтяных и газовых месторождений Азербайджана / А.А.Али-заде, Г.А.Ахмедов, А.М.Ахмедов [и др.] – г. Москва: изд-во Недрa, - 1966. 392 с.
15. Андрусов Н.И. Грязевые вулканы Шамахинского уезда // Изв. КОРГО - 1914. т.22, вып. 4, - с. 439-440.
16. Ахмедов А.Г. Геология и нефтеносность Кобыстана // - г. Баку: - Азнефтеиздат – 1957. с. 299.
17. Бабазаде Б.К. Классификация залежей и месторождений нефти и газа Азербайджана и рациональная методика их разведки // г. Москва: - Изд-во Недрa – 1964. с.304.
18. Бажин Н.М. Метан в атмосфере [интернет-источник] / Химия, Соросовский образовательный журнал, - 2000, - Том 6, №3.
URL: <http://www.pereplet.ru/obrazovanie/stsoros/958.html>

- 19.Буякайте М.И. Изотопный состав стронция в водах грязевых вулканов Азербайджана / М.И.Буякайте, В.Ю.Лаврушин, Б.Г.Покровский // Литология и полезные ископаемые, - г. Москва: - 2019. №5, с. 301 – 403.
- 20.Валяев Б.М. Проблема генезиса нефтегазовых месторождений: теоретические аспекты и практическая значимость / Б.М. Валяев Генезис углеводородных флюидов и месторождений // г. Москва.: ГЕОС, - 2006. с. 14-22.
- 21.Валяев Б.М., Гринченко Ю.И., Ерохин В.Е., Прохоров В.С., Титков Г.А. Изотопный облик газов грязевых вулканов / Б.М.Валяев, Ю.И.Гринченко, В.Е.Ерохин [и др.] // Литология и полезные ископаемые, г. Москва: - 1985. № 1, - с. 72- 87.
- 22.Вассоевич Н.Б. Теория осадочно-миграционного происхождения нефти // - г. Москва: Известия АН СССР серия “Геология” - 1967. № 11. с. 135-156.
- 23.Ветштейн В.Е. Изотопы кислорода и водорода природных вод СССР // г. Ленинград: Недрa – 1982, с. 216.
- 24.Виноградов А.П. Перспективы поисков стратиграфических и литологических залежей нефти и газа в палеоген-миоценовых отложениях Азербайджана / А.П. Виноградов, В.Ю.Керимов, Б.М.Авербух // - г. Баку: Изд-во Элм – 1988. с.140.
- 25.Войтов Г.И. О химических и изотопно-углеродных нестабильностях грифонных газов грязевых вулканов (на примере Южно-Каспийской и Таманской грязевулканической провинций) / Г.И.Войтов. - г. Москва: Геохимия, - 2001. № 4, с. 422-433.
- 26.Гаджиев А.Н. Морфогенетическая классификация грязевых вулканов Азербайджанской акватории Каспийского бассейна / А.Н.Гаджиев, У.А.Багирова // Труды ИГ НАН Азербайджана, - г. Баку: - 2010. № 37, с. 100–114.

27. Галимов Э.М. Геохимия стабильных изотопов углерода / Э.М. Галимов. – г. Москва: изд-ва Недра, - 1968. – с. 226.
28. Галимов Э.М. Изотопы углерода в нефтегазовой геологии / Э.М. Галимов. – г. Москва: изд-ва Недра, - 1973. – с. 384.
29. Гемп С.Д. Изотопный состав углерода углеродсодержащих газов (СН₄ и СО₂) грязевых вулканов Керченско-Таманской области / С.Д.Гемп, Н.В.Дуброва, З.Н.Несмелова [и др.]. – г. Москва: Геохимия, - 1970. № 2, с. 243 - 247.
30. Гемп С.Д. Особенности формирования газового состава грязевых вулканов / С.Д.Гемп, И.А.Лагунова, З.Н.Несмелова // г. Москва: Геохимия, - 1979. № 12, с. 1859–1867
31. Гемп С.Д. Связь грязевого вулканизма с эндогенными процессами / С.Д.Гемп, И.А.Лагунова // Влияние эндогенных факторов на формирование залежей нефти и газа ВНИГРИ, - г. Ленинград: – 1978 - с. 75-97.
32. Генезис углеводородных флюидов и месторождений / под ред. ак.А.Н.Дмитриевский, Б.М. Валяев. – г. Москва: изд-во ГЕОС, - 2006. – с.315.
33. Геология Азербайджана: [в 9 томах] / под ред. акад.А.А.Ализаде - г. Баку: изд-во Nafta-Press , - т. IV, - 2005. с.195-206.
34. Геология Азербайджана: [в 9 томах] / под ред. акад.А.А.Ализаде - г. Баку: изд-во Nafta-Press , - т. VII, - 2008. - с. 522-523, 672.
35. Геология Азербайджана: [в 9 томах] / под ред. акад.А.А.Ализаде – 2-ое издание. - г. Баку: изд-во Nafta-Press, - т. I часть вторая, - 2007. - с.107, 236, 322, 452.
36. Губкин И.М. Грязевые вулканы Советского Союза и их связь с генезисом нефтяных месторождений Крымско-Кавказской геологической провинции / И.М.Губкин, С.Ф. Федоров; - г. Москва: изд-во АН СССР, - 1938. – с.44.

37. Гулиев И.С. Активная тектоника Азербайджана: по геодезическим, гравиметрическим и сейсмическим данным / И.С. Гулиев, Ф.А. Кадиров, Р.Э. Рейлинджер [и др.] // Доклады РАН. - 2002. Т. 382, № 6, - с. 812–815.
38. Гулиев И.С. Геохимические особенности и источники флюидов грязевых вулканов Южно-Каспийского осадочного бассейна в свете новых данных по изотопии С, Н и О / И.С. Гулиев, А.А.Фейзуллаев, Д.А.Гусейнов // г. Москва: Геохимия, - 2004. № 7, с. 792–800.
39. Гулиев И.С. Зона регионального разуплотнения в осадочном чехле Южно-Каспийской впадины / И.С. Гулиев, Н.И. Павленкова, М.М. Раджабов // Литология и полезные ископаемые, - г. Москва: - 1988. № 5, - с.123–136.
40. Гулиев И.С. Изотопный состав углерода углеводородных флюидов Южно-Каспийской мегавпадины / И.С. Гулиев, А.А.Фейзуллаев, Д.А.Гусейнов // г. Москва: Геохимия, - 2001. № 3, с. 271-278.
41. Гулиев И.С. Физико-химическая модель грязевого вулканизма // - г. Баку: Труды ИГ НАН Азербайджана, - 2010. № 37, с.35–43.
42. Дубинина Е.О. Изотопно-кислородные эффекты при дегидратации глаукофанового сланца: экспериментальные данные при P-T условиях зоны субдукции / Е.О.Дубинина, А.Л.Перчук, О.С. Корепанова // Доклады РАН., - г. Москва: - 2012. Т. 444, № 5, с. 534–538.
43. Ерохин В.Е. Первые результаты изучения изотопного состава водорода в метане газов грязевых вулканов Азербайджана и Туркмении/ В.Е.Ерохин, Г.А.Титков // Доклады АН СССР – г. Баку: - 1982. Т. 262, № 3, с. 715-717.
44. Есиков А.Д. Генезис вод грязевых вулканов в свете изотопно-геохимических критериев. // XIV симпозиум по геохимии изотопов, - г. Москва: ГЕОХИ, - 1995. с.79 - 80.
45. Исмаил-заде А.Д. О возможно мантийном характере углеводородных флюидов Южно-Каспийской впадины / А.Д.Исмаил-заде, Ак.А.Али-

- заде, И.С. Гулиев и др // - г. Баку: Известия НАНА: Науки о Земле, - 2004. №3, с. 6–11.
- 46.Исмаилов К.А. Продуктивная толща Нижнекуриснской впадины и Бакинского архипелага (расчленение и фациально-литологическая характеристика)/ К.А.Исмаилов, В.Г. Идрисов, Э.А. Тагиев// - г. Баку: изд-во ЭЛМ, - 1972. 118 с.
- 47.Калинко М.К. Неорганическое происхождение нефти в свете современных данных / М.К.Калинко. – г. Москва: изд-во Недра. - 1968. 336 с.
- 48.Калинко М.К. Основные закономерности распределения нефти и газов в земной коре / М.К.Калинко. – г. Москва: изд-во Недра. - 1964. 207 с.
- 49.Карцев А.А. Гидрогеология нефтяных и газовых месторождений / А.А. Карцев – г. Москва: изд-во Недра. - 1972. 280 с.
- 50.Керимов В.Ю. Геофлюидодинамика нефтегазоносных подвижных поясов / В.Ю.Керимов, М.З.Рачинский - г. Москва: изд-во Недра, - 2011. 599 с.
- 51.Киквадзе О.Е. Геохимия грязевулканических флюидов Кавказского региона: диссертация на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук. / - г. Москва, 2016. – 183 с.
- 52.Киквадзе О.Е., Лаврушин В.Ю., Покровский Б.Г., Поляк Б.Г. Происхождение изотопно-тяжелой углекислоты в грязевулканических системах Тамани // Материалы Всероссийской конференции с международным участием «Дегазация Земли: геотектоника, геодинамика, геофлюиды; нефть и газ; углеводороды и жизнь» посвященной 100-летию со дня рождения академика П.Н. Кропоткина , - г. Москва: - 18-22 октября, - 2010, - с. 212-215.
- 53.Коллодий В.В. Подземные воды нефтегазоносных провинций и их роль в миграции и аккумуляции нефти / В.В.Коллодий. – г. Киев: изд-во Наукова думка, - 1983. - 246 с.

54. Коллодий В.В. Природа и условия формирования вод грязевых вулканов // - г. Киев: Происхождение нефти и газа и формирование их промышленных залежей, - 1971. с. 317-339.
55. Краснов А.Н. Материалы для знакомства с грязевыми вулканами Восточного Закавказья / А.Н.Краснов // Труды общества испытателей природы при Харьковском университете – г. Харьков: - 1905. Т.39, вып. 2, с. 31-73.
56. Лаврушин В.Ю. Воды грязевых вулканов Азербайджана: изотопно-химические особенности и условия формирования / В.Ю.Лаврушин, И.С.Гулиев, О.Е. Киквадзе [и др.] // Литология и полезные ископаемые, - г. Москва: - 2015. №1, с. 127 – 157.
57. Лаврушин В.Ю. Воды грязевых вулканов Кавказского региона: геохимические особенности и условия формирования / В.Ю.Лаврушин, О.Е.Киквадзе, Б.Г.Покровский [и др.] // Труды Института геологии Дагестанского научного центра РАН, - г. Махачкала: - 2011. № 57, с. 217-221.
58. Лаврушин В.Ю., Гулиев И.С., Алиев Ад. А., Поляк Б.Г., Киквадзе О.Е. Глубинные флюиды Южно-Каспийского бассейна: по данным исследования грязевых вулканов // Тезисы докладов 1-ой Международной конференции «Углеводородный потенциал больших глубин: энергетические ресурсы будущего – реальность и прогноз», - г. Баку: изд-во Nafta-Press, 10-12 июня, - 2012, - с. 122-124.
59. Лагунова И.А. Геотермические особенности областей развития грязевого вулканизма // - г. Ленинград: Труды ВНИГРИ, - 1975. Вып. 369, - с. 52–58.
60. Лагунова И.А. О генезисе CO₂ в газах грязевых вулканов Керченско-Таманской области / И.А.Лагунова - г. Москва: Геохимия, - 1974. № 11, с. 1711–1716.

61. Мехтиев Ш.Ф. Геотермические исследования нефтяных и газовых месторождений / Ш.Ф.Мехтиев, А.Х.Мирзаджанзаде, С.А.Алиев - г. Москва: изд-во Недра, - 1971. - 215 с.
62. Мухтаров А.Ш., Адигезалов Н.З. Термальный режим грязевых вулканов восточного Азербайджана [интернет-источник] / Январь, 1997. URL: https://www.researchgate.net/publication/296295431_Thermal_regime_of_mud_volcanoes_in_eastern_Azerbaijan_TERMALNYJ_REZIM_GRAZEV_YH_VULKANOV_VOSTOCNOGO_AZERBAJDZANA[accessed Feb 10 2020]
63. Назаров Н.О. Грязевые вулканы Кеймир-Чикишлярского района юго-западного Туркменистана // - г. Ашхабад: АН ТССР, - 1957. 119 с.
64. Никаноров А.М. Гидрохимия / А.М. Никаноров. – г. Санкт-Петербург: - Гидрометеиздат, - 2001, - 444 с.
65. Парниковый эффект
URL: <https://www.pveducation.org/ru/%D1%84%D0%BE%D1%82%D0%BE%D1%8D%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B5/%D0%B2%D0%B2%D0%B5%D0%B4%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B5/%D0%BF%D0%B0%D1%80%D0%BD%D0%B8%D0%BA%D0%BE%D0%B2%D1%8B%D0%B9-%D1%8D%D1%84%D1%84%D0%B5%D0%BA%D1%82>
66. Прасолов Э.М. Изотопная геохимия и происхождение природных газов / Э.М.Прасолов. - г. Ленинград: изд-во Недра, - 1990. - 283 с.
67. Рахманов Р.Р. Грязевые вулканы и их значение в прогнозировании газонефтеносности недр / Р.Р.Рахманов. – г. Москва: изд-во Недра, - 1987. - 174 с.
68. Рахманов Р.Р. Палеогрязевой вулканизм Азербайджана / Р.Р.Рахманов. // - г. Баку: Труды Института геологии НАН Азербайджана, - 2010. №37, - с. 50-69.

69. Резников А.А. Методы анализа природных вод / А.А.Резников, Е.П.Муликовская, И.Ю.Соколов; - г. Москва: Госгеолтехиздат, - 1963. - 404 с.
70. Селецкий Ю.Б. Дейтерий и кислород-18 в проблеме формирования вод грязевых вулканов // Известия АН СССР, Серия геология, - 1991, №5, - с.133-138.
71. Сулин В.А. Условия образования, основы классификации и состав природных вод, в частности вод нефтяных месторождений // г. Москва: изд-во АН СССР – 1948.
72. Сухарев Г.М. Тепловой поток из недр Азербайджана / Г.М.Сухарев, Ю.К.Тарануха, С.П.Власова // Сов. Геология – 1969. № 8, - с. 146-153.
73. Рашидов Т.М. К вопросу о внутреннем строении грязевого вулкана Локбатан /Т.М.Рашидов, А.Б.Хасаева, А.Р.Гусейнов // Azərbaycanca geofizika yenilikləri, – Баку: – 2016. №1-2, с. 41-44
74. Федоров С.Ф. Грязевые вулканы Крымско-Кавказской геологической провинции и диапиризм. – В кн.: Результаты исследования грязевых вулканов Крымско-Кавказской геологической провинции // - г. Москва - Ленинград: изд-во АН СССР. - 1939.
75. Фейзулаев А.А., Мурадов Ч.С., Дадашев А.А. Глубина очага образования газов газогидратов морских вулканов. Новые идеи в геологии и геохимии нефти и газа // Материалы III Международной конференции, посвященной 275-летию РАН, - г. Москва: Изд-во МГУ, - 1999, - с. 276–277.
76. Фейзуллаев А.А. Природа изотопно-тяжелого углерода углекислого газа и бикарбонатов вод грязевых вулканов Азербайджана / АА. Фейзуллаев, У.А. Мовсумова – г. Москва: Геохимия, - 2010. № 5, - с. 551–557.
77. Ферронский В. И. Изотопы гидросферы Земли / В.И.Ферронский, В.А. Поляков. – г. Москва: изд-во Недра, - 2009. - 632 с.

- 78.Фор Г. Методы изотопной геологии / Г. Фор. – г. Москва: изд-во Мир, - 1989. - 590 с.
- 79.Холодов В.И. О природе грязевых вулканов [интернет-источник] / г. Москва, 2001. URL: http://www.1543.su/VIVOVOCO/VV/JOURNAL/NATURE/11_02/47-58.PDF
- 80.Холодов В.Н. Геохимия осадочного процесса / В.Н. Холодов. – г. Москва: ГЕОС, - 2006. - 608 с.
- 81.Холодов В.Н. Грязевые вулканы: закономерности размещения и генезис, статья 1: Грязевулканические провинции и морфология грязевых вулканов // - г. Москва: Литология и полезные ископаемые, - 2002. № 3, - с. 227- 241.
- 82.Холодов В.Н. Грязевые вулканы: закономерности размещения и генезис, статья 2: Геолого-геохимические особенности и модель формирования // - г. Москва: Литология и полезные ископаемые, - 2002. №4, с. 339-358.
- 83.Холодов В.Н. Грязевые вулканы: распространение и генезис // - г. Москва: Литология и полезные ископаемые, - 2012. №4, с. 5-27.
- 84.Шахвердиевым А.Х. Природная и техногенная эмиссия парниковых газов: негативные последствия для экосистем и пути их предотвращения / Шахвердиевым А.Х., Ибрагимовой И.Ш., Керимовым Ф.Н. и др. // Актуальные проблемы нефти и газа – Москва – 2018. Вып. 4(23)
- 85.Шихлинский А.Ш. Геология и перспективы нефтегазоносности плиоценовых отложений Нижнекуринской впадины / А.Ш. Шихлинский. – г. Баку: Азербайджанское Государственное изд-во, 1967. – 233 с.
- 86.Шнюков Е.Ф. Газогидраты метана в Черном море // - г. Киев: Геология и полезные ископаемые Мирового океана, - 2005. №2, с. 41-52.

87. Якубов А.А. Геотермические исследования нефтегазовых месторождений Апшерона / А.А.Якубов, И.С.Атакишиев // Азернешр, - Баку: - 1973. - 88 с.
88. Якубов А.А. Грязевой вулканизм Советского Союза и его связь с нефтегазоносностью / А.А. Якубов, Б.В.Григорьянц, Ад.А.Алиев [и др.] – г. Баку: изд-во ЭЛМ, - 1980. - 167 с.
89. Якубов А.А., Ализаде А.А., Зейналов М.М. [и др.] Грязевые вулканы Азербайджанской ССР. Атлас / - г. Баку: Изд-во АН Азербайджанской ССР, - 1971. 258 с.
90. Alizadeh Ak., Guliyev I., Farzaliyev Z., Huseynova A. Investigation of mud volcanism contribution to greenhouse effect // Conference of 293rd ICNSE – Dammam, Saudi Arabia: - 25-26 October, - 2017, - p. 1-3.
91. Bernard B. B. Light hydrocarbons in recent Texas continental shelf and slope sediments / Bernard, B. B., J. M. Brooks, and W. M. Sackett // Journal of Geophysical Research, - 1978. Vol. 83, No. C8, p. 4053 – 4061.
92. Cartigny P. Nitrogen Isotopes and Mantle Geodynamics: The Emergence of Life and the Atmosphere– Crust–Mantle Connection / Cartigny P. and Marty B. // Elements, - 2013. Vol. 9, p. 359–366.
93. Cicerone R.J. Biogeochemical aspects of atmospheric methane / Cicerone R.J., Oremland R.S. // Global Biochemical Cycles, - 1988. Vol. 2, No. 4, - p. 299-327.
94. Clayton R.N. Kinetic isotope effects in oxygen in the laboratory dehydration of magnesian minerals / Clayton R.N., Mayeda T.K. // J. Phys. Chem. A., - 2009. Vol. 113, - p. 2212–2217.
95. Collins A. G. Geochemistry of oilfield waters / A. G. Collins - Elsevier scientific publishing company, - 1975. 496 p.
96. Craig H. Isotopic composition and origin of the Red Sea and Salton Sea geothermal brines // J. Science, - 1966. Vol. 154. - p. 1544-1548.
97. Craig H. Isotopic variation in meteoric waters // Science, - 1961. Vol. 233. – p.133-149.

98. Craig H. Isotopic variations in meteoric waters // *Science*, - 1961. No. 133. p. 1702–1703.
99. Craig H. Isotopic standards for carbon and correction factors for mass-spectrometric analysis of carbon dioxide // *Geochimica et Cosmochimica Acta*, - 1957. Vol. 12, No. 1–2, - p/ 133-149.
100. Craig, H. The isotopic geochemistry of water and carbon in geothermal areas // *Nuclear Geological Geothermal Areas, Spoleto Conference Proceedings*, - Pisa, Italy: - 1963, - p. 17-53.
DOI: 10.1126/science.154.3756.1544.
101. Dimitrov L.I. Mud volcanoes – the most important pathway for degassing deeply buried sediments // *Earth-Science Reviews* – 2002. No. 59, - p.49-76.
102. Etiope G. A new estimate of global methane flux from onshore and shallow submarine mud volcanoes to the atmosphere / Etiope G., Milkov A.V. // *Env. Geol.* – 2004. No. 46, - p. 997-1002.
103. Etiope G. Gas flux to the atmosphere from mud volcanoes in Eastern Azerbaijan / Etiope G., Feyzullayev F., Baciuc C.L. Milkov A.V. // *Geology*, - 2004. No. 32, - p. 465-468.
104. Etiope G. Methane seeps and mud volcanoes in Italy: gas origin, fractionation and emission to the atmosphere / Etiope G., Martinelli G., Caracausi A., Italiano F. // *Geophysical Research Letters* – 2007, Vol. 34 L14303, - p. 1-5. doi:10.1029/2008GL033623
105. Etiope G. Terrestrial methane seeps and mud volcanoes: a global perspective of gas origin / Etiope G., Feyzullayev F., Baciuc C.L., // *Mar. and Petr. Geol.*, - 2009. Vol.26, No.3, - p. 333-334.
106. Faber E., Stahl W. (1984), Geochemical surface exploration for hydrocarbon in North Sea // *AAPG Bulletin*, -1984, - Vol. 68, No. 3. - p. 363-384.
107. Higgins G. E. Mud Volcanoes: Their Nature and Origin / G. E. Higgins, John B. Saunders // - 1974, - 52 p.

108. Hoefs Jochen Stable Isotope Geochemistry - Sixth Edition, Springer-Verlag Berlin Heidelberg – 2009. - p. 285.
109. Huseynov D. Mud volcanic natural phenomena in the South Caspian Basin: geology, fluid dynamics and environmental impact / Huseynov D., Guliyev I. // Environmental Geology – 2004. Vol. 46, - p.1012–1023.
110. Huseynova A.B. Isotopic geochemistry of mud volcano fluids // Baku: Reports of ANAS, – 2019. № 1, - p. 63-68.
111. Javoy M. Carbon and nitrogen isotopes in the mantle / Javoy M., Pineau F., Delorme H. // Chemical geology - 1986. Vol. 57. № 1, - p. 41-62.
112. Judd A. Gas emissions from mud volcanoes: Significance for global change Ed. Martinelli, G., and Panahi, B. // Mud volcanoes, geodynamics and seismicity. NATO Sci. Ser. IV: Dordrecht (Springer), - 2005. - p.147-158.
113. Kazimova S.E. Definition of the mud volcanoes- eruption focuses by data of records of the digital seismic stations / S.E.Kazimova, A.B.Khasayeva, A.R.Huseynov [et al.] // Reports of ANAS – Baku: - 2015. Vol.LXXI, №3, p. 59-62.
114. Kharaka Y.K. Chemical geothermometers and their application to formation waters from sedimentary basins / Kharaka Y.K., Mariner N.R. // History of sedimentary basin – Berlin: - 1989. p. 99-117.
115. Khasayeva A.B. The volume model of solid products mud volcanoes (on the example Lokbatan, Bozdagh-Guzdek and Akhtarma-Pashaly) // Baku World Science Forum of young scientists, - Baku: 20-25 May, - 2013. - p. 313 -315.
116. Kokh S., Dekterev A., Rashidov T., Khasaeva A., Huseynov A. The numerical model of the Shikhzarli mud volcano flame eruption (13.03.2011), Azerbaijan // 6th International Scientific Conference of Young Scientists and Students «Multidisciplinary approach to solving problems of geology and geophysics», - Baku: - 12-15 October, - 2015, - p. 124 – 125.

117. Kokh S.N. Flame eruption of Shikhzarli mud volcano Azerbaijan (13.03.2011): numerical modeling of a gas fire / S.N.Kokh, A.A.Dekterev, Rashidov T.M. [et al.] // Azerbaijan Oil Industry, – Baku 2015.
118. Kopf Achim Long-term in situ monitoring at Dashgil mud volcano, Azerbaijan: A link between seismicity, pore pressure transients and methane emission / Achim Kopf, Sylvia Stegmann, Georg Delisle [et al.] // International Journal of Earth Sciences, - 2009. – p. 227 - 240
119. Lelieveld, J. Changing concentration, lifetime and climate forcing of atmospheric methane / Lelieveld, J., Crutzen, P. J., and Dentener, F. J. // Tellus B: Chemical and Physical Meteorology, - 1998. Vol. 50, No. 2, - p. 128–150. <https://doi.org/10.3402/tellusb.v50i2.16030>
120. Li Jin, Li Zhisheng, Wang Dongliang, Li Jian, Zhang Ying Nitrogen isotopic geochemical characteristics in natural gas of Tarim Basin // Beijing, China: AAPG Hedberg Research Conference, - May, 9-12, - 2011.
121. Marty B. Volatiles (He, C, N, Ar) in mid-ocean ridge basalts: Assessment of shallow-level fractionation and characterization of source composition / Marty B. and Zimmermann L. // Geochimica et Cosmochimica Acta, - 1999. Vol. 63, No. 21. - p. 3619–3633.
122. Mazzini Adriano Mud volcanism: Processes and implications // J. Mar. and Petr. Geol., - 2009. Vol. 26, No. 9, - p. 1677-1680.
123. Methane and Climate change / ed. Dave Reay, Peter Smith, Andre van Amste – 1st Edition. - 2010. - p. 272.
124. Orr W. Sulfur biogeochemistry. Handbook of Geochemistry / W. Orr. – Berlin: Springer-Verlag Publ., - 1974.- sec. 16–L.
125. Savin S.M. The oxygen and hydrogen isotope geochemistry of clay minerals / Savin S.M., Epstein B. // Geochimica et Cosmochimica Acta, - 1970. Vol. 34, - p. 25-42.
126. Schoell, M. The hydrogen and carbon isotopic composition of methane from natural gases of various origins // Geochimica et Cosmochimica Acta, - 1980. Vol. 44, - p. 649 – 661.

127. Schoell, M. Genetic characterization of natural gases // AAPG Bull., - 1983. No. 67, p. 2225 – 2238.
128. Sheppard S.M.F. Stable isotope geochemistry of clay minerals / Sheppard, S.M.F., Gilg, H.A. // Clay Minerals, - 1996. Vol. 31. - p. 1-24.
129. Stable Isotope. Hydrology. Deuterium and oxygen-18 in water cycle // International Atomic Energy Agency, STI/DOC-10/210, ERA-07-026544; EDB-82-060894, 339 p.
130. The Redwood / - 1913. Vol. 13 – 584 p.
131. Thermogenic methane with secondary alteration in gases released from terrestrial mud volcanoes by Ryoichi Nakada and Yoshio Takahashi
URL:<https://www.intechopen.com/books/hydrocarbon/thermogenic-methane-with-secondary-alteration-in-gases-released-from-terrestrial-mud-volcanoes> - DOI: [10.5772/48232](https://doi.org/10.5772/48232)
132. White D. E. Saline waters of sedimentary rocks. Fluids in Subsurface Environments / White D. E. - Tulsa, Oklahoma, American Association of Petroleum Geologists Publ. House, - 1965. - 414 p
- 133.