

БАБАЕВ Н.И.

БОР ГЕОЛОГИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ КАВКАЗА



**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ
АЗЕРБАЙДЖАНСКОЙ РЕСПУБЛИКИ**

**АЗЕРБАЙДЖАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ НЕФТИ И ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

*Посвящается 100-летию родного
Азии 1920 || Азербайджанского
Государственного Университета
Нефти и Промышленности*

БАБАЕВ Н.И.

БОР ГЕОЛОГИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ КАВКАЗА



Баку - 2019

Научный редактор:

Ад.А. Алиев – доктор геолого-минералогических наук, профессор, ~~заслуженный~~ деятель науки, лауреат Государственной премии Азербайджана

Рецензенты:

М.Н. Мамедов – доктор геолого-минералогических наук, профессор, ~~заведующий~~ кафедрой «Общая геология» Бакинского Государственного Университета

Р.Т. Исмаилов – кандидат технических наук, доцент, ~~заведующий кафедрой~~ «Геология и разработка месторождений полезных ископаемых» Азербайджанского Государственного Университета Нефти и Промышленности

Бабаев Нариман Ибадулла оглы. Бор геологических комплексов Кавказа.

Издательство “ ”-, 2019, 324 с.

В монографии, на базе большого объема фактического материала и прогрессивных лабораторных исследований, рассмотрены геолого-геохимических условия распределения бора в различных геологических образованиях Кавказа. Предложена новая генетическая классификация месторождений и рудопроявлений бора и приведены сведения о всех типах, встречаемых на территории Кавказа. Приводятся сведения о впервые обнаруженных и детально описанных минералах бора – улуксите, буре, ашарите, гидроборачите и др.

Применение метода математической статистики для обработки результатов спектрального анализа на бор более 11 тысяч геохимических проб позволило автору заявить о том, что сопочные брекчии грязевых вулканов являются экономически выгодным сырьем для извлечения борных соединений.

Составленные таблицы и графический материал позволяют читателю следить за поведением бора во всех сферах его присутствия – как в зоне гипогенеза, так и в зоне гипергенеза, включая не только мощные толщи осадочных пород, но и поверхностные, грунтовые воды, а также воды минеральных источников и нефтегазовых месторождений.

Интересны для читателя будут и впервые составленные автором “Прогнозная карта бороносности Кавказа” и карта “Средние содержания борного ангидрида” масштаба 1:500000.

Книга предназначена для геологов – производственников и научных работников геологического профиля. Она может быть полезна магистрантам и докторантам геологических факультетов ВУЗ-ов.

Автор будет признателен читателям за указания на недостатки и упущения в книге. Замечания просьба присылать по адресу: Азербайджан, Баку, AZ1010, прос. Азадлыг, 34.

Таблиц 66, иллюстраций 45, список литературы 169 названий.

Гриф...

Издательство...

ОГЛАВЛЕНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ	5
ВВЕДЕНИЕ	7

ЧАСТЬ I

ГЛАВА 1. КРАТКИЕ ЭКОНОМО-ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ	10
ГЛАВА 2. ИСТОРИЯ ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ ИЗУЧЕННОСТИ БОРОНОСНЫХ КОМПЛЕКСОВ КАВКАЗА	11
ГЛАВА 3. КРАТКАЯ ГЕОЛОГО-ТЕКТОНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КАВКАЗА	15
3.1. Стратиграфия	15
3.2. Тектоника	20
ГЛАВА 4. БОРОНОСНЫЕ ФОРМАЦИИ	24
4.1. Эндогенная группа боронакоплений	25
4.2. Экзогенная группа боронакоплений	32
ГЛАВА 5. БОР В ПРОДУКТАХ ГРЯЗЕВЫХ ВУЛКАНОВ	39
5.1. Борonosные грязепродукты Таманского района и Грузии	44
ГЛАВА 6. СОВРЕМЕННЫЕ СОЛЯНЫЕ ОЗЁРА, ИХ ДОННЫЕ ОТЛОЖЕНИЯ, А ТАКЖЕ ПЕРЕСЫХАЮЩИЕ ОЗЕРА БЕССТОЧНЫХ КОТЛОВИН	45
6.1. Борonosные минерализованные воды	46
ГЛАВА 7. МИНЕРАЛЬНЫЕ ИСТОЧНИКИ СЕРНОВОДСКА И АЧАЛУКСКА ПЕРВИЧНЫЕ ВЫВОДЫ И НАПРАВЛЕНИЕ ДАЛЬНЕЙШИХ РАБОТ	49 51

ЧАСТЬ II

ГЛАВА 1. ОСНОВНЫЕ ЧЕРТЫ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ АЗЕРБАЙДЖАНА	52
ГЛАВА 2. КРАТКИЙ ОБЗОР ИЗУЧЕННОСТИ БОРОНОСНОСТИ ТЕРРИТОРИИ АЗЕРБАЙДЖАНА	58
ГЛАВА 3. МЕТОДИКА И ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ ПРОВЕДЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ	66
ГЛАВА 4. НЕКОТОРЫЕ ВОПРОСЫ ГЕОХИМИИ БОРА	74
ГЛАВА 5. ГЕОЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ НАКОПЛЕНИЯ БОРА В РАЗЛИЧНЫХ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ФОРМАЦИЯХ АЗЕРБАЙДЖАНА	85
5.1. Юго-восточное окончание Большого Кавказа	85
5.1.1. Филзчайское полиметаллическое месторождение	85
5.1.2. Лагичская зона	88
5.2. ПРИКАСПИЙСКО-ГУБИНСКИЙ РАЙОН	96
5.3. ШАМАХЫ-ГОБУСТАНСКИЙ РАЙОН	104
5.4. АБШЕРОНСКАЯ ОБЛАСТЬ	148
5.4.1. Абшеронский полуостров	154
5.5. НИЖНЕКУРИНСКАЯ ВПАДИНА	172
5.6. ЮЖНО-КАСПИЙСКАЯ ВПАДИНА	181
5.6.1. Абшеронский архипелаг	181
5.6.2. Западная часть Абшеронского порога	183
5.6.3. Бакинский архипелаг	187

5.7. СЕВЕРО-ВОСТОЧНЫЙ СКЛОН МАЛОГО КАВКАЗА	194
5.8. НАХЧЫВАНСКИЙ РЕГИОН	218
5.8.1. Эндогенный тип боронакопления	227
5.8.2. Экзогенный тип боронакопления	228
5.8.3. Бор в галогенных отложениях миоцена Нахчыванской мульды	231
5.8.4. Бор в бокситах Нахчывана	233
5.8.5. Бор минеральных вод Нахчывана	237
5.9. ТАЛЫШСКИЙ МЕГААНТИКЛИНОРИЙ	241
ГЛАВА 6. БОР В ПРОДУКТАХ ИЗВЕРЖЕНИЙ (БРЕКЧИИ, ВОДЫ) ГРЯЗЕВЫХ ВУЛКАНОВ АЗЕРБАЙДЖАНА	258
ГЛАВА 7. БОР В ВОДАХ МИНЕРАЛЬНЫХ ИСТОЧНИКОВ, НЕФТЕГАЗОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ, КАСПИЯ, ОЗЕР И РЕК АЗЕРБАЙДЖАНА	268
ГЛАВА 8. МИНЕРАЛЬНАЯ ФОРМА НАХОЖДЕНИЯ БОРА В ГЕОЛОГИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСАХ АЗЕРБАЙДЖАНА	275
ГЛАВА 9. ЗАКОНОМЕРНОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ БОРА В ГЕОЛОГИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСАХ КАВКАЗА	289
ГЛАВА 10. ПЕРСПЕКТИВЫ ДОБЫЧИ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БОРНОГО СЫРЬЯ В АЗЕРБАЙДЖАНЕ	296
ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ И РЕКОМЕНДАЦИИ	305
КАДАСТРОВЫЙ ПЕРЕЧЕНЬ ЛИТЕРАТУРНОГО МАТЕРИАЛА ПО БОРОНОСНЫМ КОМПЛЕКСАМ КАВКАЗА	307
X Ü L A S Ə	316
S U M M A R Y	317
Л И Т Е Р А Т У Р А	318

ПРЕДИСЛОВИЕ

Все усиливающиеся потребности различных отраслей промышленности и сельского хозяйства в боре и широкие масштабы его эффективного применения привели к необходимости поиска и разведки новых месторождений этого удивительного элемента.

За последнее десятилетие на территории СНГ и за его пределами проведены значительные по объему геолого-поисковые работы, которыми достигнуты определенные успехи по выявлению новых генетических типов борных месторождений и рудопроявлений. Детализированы и уточнены запасы борного сырья по ряду месторождений и выделены перспективные площади для поисков бороносных комплексов. За это время значительно расширились исследования по разработке различных технологических схем извлечения бора в промышленные концентраты. В наши дни бор и его соединения играют большую роль в развитии многих отраслей науки и техники. Этот элемент по праву входит в число важнейших химических элементов, необходимых человеку в его практической деятельности. Известно более сотни различных производств, в которых бор и его соединения находят свое применение. Наиболее важными из них являются стекольная и керамическая промышленность, сельское хозяйство и металлургия, поглощающие примерно три четверти всего объема добываемых борных руд. Борное сырье используется в абразивной, целлюлозно-бумажной, кожевенной, пищевой промышленности, в медицине, в химических производствах и т. д. Некоторые соединения бора применяются как смазочный материал, а некоторые как заменитель алмаза. В ряде промышленно развитых стран бор находит широкое применение в авиации в качестве реактивного топлива и для производства сопел реактивных двигателей. Применяют бор в ядерной технике, как интенсивный поглотитель нейтронов, а также в регистрирующей аппаратуре нейтронных счетчиков.

Для обеспечения постоянно растущих потребностей в боре, важное место принадлежит поискам и разведке новых месторождений борных руд, что составляет одну из главных задач геологических исследований. Для повышения эффективности последних, большое значение приобретает знание условий образования и закономерностей размещения различных генетических типов проявлений бора, их связь с определенными структурно-литофаціальными зонами, иными словами, необходимо знание геолого-геохимических особенностей накопления борных соединений.

Изучение геохимии бора началось с появлением сводки В.Куница (1929), в которой впервые со всей полнотой рассматриваются особенности поведения бора в природных процессах. Исследование бора с количественной стороны и характера особенностей его распределения в различных геологических образованиях было начато В.М.Гольдшмидтом и Кл.Петерсоном (1932). Эти работы заложили основу наших знаний геохимии бора и в значительной мере определили последующее развитие научной мысли. На сегодня по геохимии бора накоплен достаточно большой фактический материал и имеется обширная литература. Тем не менее, среди ученых нет единства взглядов на историю геохимического развития бора, а отсюда и на происхождение различных типов борных месторождений. Особенно большие разногласия существуют в понимании роли магматизма в миграции и мобилизации бора в земной коре.

На наш взгляд, обобщение имеющегося фактического материала и его всесторонний научный анализ может привести к пониманию геохимической истории бора в сложных процессах развития земной коры и к пониманию условий образования и закономерностей размещения различных генетических типов борных месторождений и тем самым дать в руки геологов испытанный метод их поисков.

Книга состоит из двух частей. В первой приведены общие сведения о бороносных комплексах всего Кавказа, а во второй части работы приведены более обширные сведения о генетических типах проявлений бора на территории Азербайджана.

Для лучшего восприятия, материал преподносится по отдельным регионам как Кавказа, так и всей Азербайджанской Республики, с описанием всех известных там источников

боропроявлений. В связи с этим, немаловажное значение приобретает новая классификация месторождений бора, предложенная автором еще в 1964 и позже усовершенствованная. Особое внимание уделено экзогенным и вулканогенно-осадочным типам боронакоплений, несущих боратовые руды-- самые экономически выгодные соединения для извлечения бора. Более обстоятельно излагаются сведения о твердых продуктах деятельности грязевых вулканов, в которых определены повышенные содержания борного ангидрида в промышленных значениях. Поэтому, в первую очередь предлагается добыча борного ангидрида из этих образований, так как объем сопочных брекчий неисчерпаем, а технологическая схема извлечения борного ангидрида из них очень проста.

Следует подчеркнуть, что существующая конъюнктура экономики нуждается прежде всего в экзогенном и смешанном типах борного сырья, чем и вызвана направленность проведенных геолого-поисковых и научно-методических работ на бор. Территория Azerbaijan представляется, в этом отношении, перспективной областью для нахождения месторождений бора как экзогенного, так и смешанного типов. Многочисленные эпигерценские межгорные депрессии могут быть отнесены к выгодным объектам поисков экзогенного типа. Наряду с этим, в книге приводятся данные о наличии борной минерализации вулканогенно-осадочного происхождения. Результатом проведенных исследований явилась прогнозная карта размещения бороносных комплексов в Azerbaijanе масштаба 1:500000.

Территория Azerbaijan характеризуется сложным генетическим разнообразием боронакоплений, некоторые из которых заслуживают детальных исследований с целью выявления практически выгодных концентраций бора. В этой связи, особенно важными являются брекчии грязевых вулканов, датолитосодержащие скарны и вторичные кварциты Малого Кавказа, галогенные отложения Нахчывана, Исмаиллинского района и др.

Геолого-поисковые работы должны быть выполнены с применением современных методов поисков, в частности постановки работ с целью выявления геохимических критериев размещения бора в каждом генетическом типе его накопления. Особенно важным является определение отдельных геологических структур, контролирующих концентрации бора. На наш взгляд только на основе этих положений можно разработать геохимические методы региональных и детальных поисков на бор.

Освещению результатов проведенных исследований с целью решения указанных задач и посвящена настоящая монография, выполненная в Кавказской комплексной геологической экспедиции и в Azerbaijanском Государственном Университете Нефти и Промышленности.

Автор с глубокой признательностью вспоминает всестороннюю помощь акад. Ш.Ф.Мехтиева, проф. С.М. Сулейманова, а также геолога Московской централизованной экспедиции В.З. Шейна, руководителя лаборатории Кавказского института минерального сырья проф. Г.А. Тварчрелидзе, зав. отделом Института галлургии, доктора М.В. Горбова, давшим ценные советы в начале своей производственной и научно-исследовательской деятельности.

Автор с благодарностью помнит помощь геологов Г.Ю.Исрафилова, С.А.Бекташи, М.В.Попова во время экспедиционных работ.

Автор искренно признателен Ад.А.Алиеву, взявшему на себя большой труд редактирования, а М.Н.Мамедову и Р.Т. Исмаилову -- рецензирования книги.

Автор также благодарен академикам НАНА В.М.Бабазаде, А.Д.Исмаил-Заде, профессору Д.А.Азадалиеву за постоянное внимание и ценные советы в период подготовки книги.

Также хочется поблагодарить коллег, которые сделали ценные замечания и своей критикой помогли улучшить книгу.

ВВЕДЕНИЕ

Одной из важных задач геологической службы является расширение сырьевой базы по бору. За последние десятилетия на территории Кавказа и других регионов проведены значительные по объему геолого-поисковые работы, которыми достигнуты заметные успехи выявлению новых генетических типов борных месторождений и рудопроявлений.

Детализированы и уточнены ресурсы борного сырья по ряду грязевых вулканов, указаны перспективные площади для поисков как экзогенных, так и смешанных генетических типов бороносных комплексов, вызванных относительной дешевизной добываемого борного сырья. Значительно продвинулись исследования по разработке различных технологических схем извлечения бора в промышленные концентраты. Тем не менее, и в настоящее время продолжается поиск наиболее технико-экономически выгодной схемы извлечения бора из вмещающих пород эндогенного и метаморфогенного происхождения. В связи с тем, что конечным продуктом любой технологической схемы извлечения бора являются бура или борная кислота, то вполне понятен интерес к поискам таких месторождений, где эти соединения бора находятся в природном виде. К ним относятся месторождения экзогенного и смешанного типов, содержащие боратовые соединения. Только этим обстоятельствам можно объяснить то, что огромные запасы датолит-данбуритового борного сырья многих регионов мира, в том числе СНГ до сих пор не разрабатываются.

Как уже отметили, территория Кавказа является перспективной для поисков месторождений бора экзогенного и вулканогенно-осадочного типов, аналогичных известным месторождениям бора в Калифорнии (США) и Султан Чеир (Турция). Многочисленные эпигерценские депрессии межгорного и пригеосинклинального типов, широко развитых на Кавказе, могут быть отнесены к выгодным объектам поисков экзогенного типа боронакоплений. Наряду с этим, имеются все условия выявления на Кавказе борной минерализации вулканогенно-осадочного происхождения.

В этой связи, изучение геохимических закономерностей борной минерализации вызвали необходимость в проведении широких научно-исследовательских работ с целью разработки критериев как прогнозных, так и детальных поисков борного сырья.

Настоящая монография подготовлена по результатам работы автора в поле, а также систематизации фондовых и опубликованных материалов, включающих бороносные комплексы Кавказа. При этом были использованы данные полевых наблюдений поисково-ревизионного характера, произведенных на некоторых генетически интересных и практически важных объектах борной минерализации.

Особенно важными являются датолитсодержащие скарны и галогенные отложения Северного Кавказа и Нахчывана. С получением рациональной схемы извлечения бора из грязепродуктов грязевых вулканов с использованием, при этом, отходных сернокислотных вод нефтеочистительных заводов, представляется реальная возможность технологического испытания такой схемы в ползаводских и заводских масштабах. Указанная рациональная схема, разработанная бывшим Институтом Неорганической и Физической Химии АН Азербайджана (даже в лабораторных условиях ее разработки), помимо основного продукта, позволяет получить побочные бормагниевого концентраты, весьма пригодные для удобрения почв. Всё это в значительной мере повышает интерес к бороносным грязепродуктам в части расширения поисков бора на площадях развития грязевых вулканов, прежде всего в Азербайджане.

Отмеченные особенности бороносности в существенной мере обязывают расширение геолого-поисковых и научно-исследовательских работ на территории Кавказа.

Проведение этих работ должно быть сочтено с применением современных прогрессивных методов поисков. В частности, постановка комплекса геохимических работ с целью выявления геохимических критериев размещения концентрации бора в каждом типе его накопления. Особенно важным является определение геохимической специализации отдельных литофаций и структур, контролирующих концентрации бора. На основе этих исследований представляется возможность разработки геохимических методов региональных и детальных поисков на бор, а также критериев прогнозной оценки известных проявлений этого элемента.

Приведенные в монографии материалы довольно четко указывают на то, что Кавказ изобилует сложным генетическим разнообразием боронакоплений, многие из которых заслуживают детальных исследований для выявления практически интересных концентраций бора.

В этом контексте продукты грязевых вулканов занимают особое положение.

Еще в 1965 году вышеуказанным Институтом Академии наук Азербайджана были разработаны технологические схемы по извлечению борного ангидрида из сопочных брекчий грязевых вулканов в лабораторных масштабах, с использованием сернокислотных вод, выбрасываемых в больших количествах нефтеперегонными заводами г. Баку.

В 2001 году, при поддержке Председателя Госкомитета Азербайджана по Науке и Технике, академика А.Х. Мирзаджанзаде была разработана технологическая схема выделения бора из брекчий грязевых вулканов в виде борной кислоты с последующей экстракцией ее бутанолом.

Следует подчеркнуть, что указанные лабораторные испытания уже сегодня позволяют считать выгодным исходное содержание борного ангидрида в сопочных брекчиях грязевых вулканов в 0,4-0,8% для использования их в качестве горно-рудного сырья на бор.

Исследования в рамках настоящей работы проводились с применением современных прогрессивных методов поисков. С этой целью, был проведен целый комплекс геохимических работ по выявлению необходимых критериев учета концентраций бора в каждом генетическом типе его накопления. При этом, особое внимание уделялось тектоническим, литолого-стратиграфическим и геолого-геохимическим особенностям отдельных структур, контролирующих накопление бора. На основе проведенных исследований стала возможной разработка геохимических методов региональных и детальных поисков на бор, а также критериев прогнозной оценки известных проявлений этого элемента.

Для решения намеченных задач, за весь период работ количественному спектральному анализу на бор были подвергнуты более 11000 геохимических проб, фотометрии пламени на редкие щелочные металлы около 900 образцов, минералогическим определениям более 600 шлифов и аншлифов.

С целью исключения повторений и для лучшего восприятия, приводимые во второй части книги сведения излагаются не по генетическим типам месторождений бора, а по регионально-тектоническому принципу, т.е. по:

- Юго-восточному окончанию мегантиклинория Большого Кавказа;
- Прикаспийско-Губинскому району;
- Шамахи-Гобустанскому району;
- Абшеронской области;
- Нижнекуринской впадине;
- Южно-Каспийской впадине;
- Северо-восточного склону Малого Кавказа;
- Нахчыванскому региону;
- Талышскому мегантиклинорию.

Принимая во внимание предопределяющее значение тектонических, стратиграфо-литологических и геологических условий конкретных структур боропроявлений, в работе этим вопросам придается особое значение. Освещение этих особенностей в пределах

вышеназванных крупных геоструктурных единиц, нашли свои краткие изложения, в основном, по литературным и фондовым материалам.

ЧАСТЬ I

Изучение законов природы – называется наукой

Кант

ГЛАВА 1. КРАТКИЕ ЭКОНОМО-ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ

Кавказ представляет собою обширную горную страну, расположенную между Каспийским морем на востоке и Чёрным морем на западе. С севера Кавказ ограничивается долиной реки Маныч, а с юга -- Ираном и Турцией. По водораздельному гребню Главного хребта Кавказ делится на Северный Кавказ и Закавказье.

Административно Северный Кавказ входит в состав Российской Федерации и включает в себя Краснодарский край, Ставропольский край, Дагестанскую, Чечено-Ингушскую, Калмыцкую, Кабардино-Балкарскую, Северо-Осетинскую республики. Карачаевскую АО и юго-восточную часть Ростовской области. В пределах Закавказья расположены республики: Азербайджанская, Армянская и Грузинская. Кавказ является одной из экономически развитых областей Советского Союза. Здесь сельское хозяйство, индустриальная и горнорудная промышленность находятся на высоком уровне развития. регион хорошо обеспечен железными, автомобильными и другими дорогами. Подавляющая часть горных районов покрыта сетью хорошо оборудованных асфальтированных дорог.

В орографическом отношении Кавказ характеризуется развитием двух горных систем -- Большого Кавказа и Малого Кавказа, между которыми расположена Рионо- Куринская эпигерцинская депрессия. К таким депрессиям, представляющим обширные равнины в пределах Кавказе относятся Предкавказье и Нахчыванская мулда.

Главный хребет большого Кавказа характеризуется типичным альпийским рельефом с абсолютными высотами 4500-5000 м и несколько выше. Главный хребет составляет центральную часть водораздела большого Кавказа протяженностью около 250 км. Охватывая интервал между г. Ишиш (3788 м) на западе и горами Адат-Гох -- на востоке. Далее в обе стороны от Центрального хребта к Каспийскому и Черному морям через ряды горных систем водораздел большого Кавказа постепенно понижается.

Главный водораздел на значительном протяжении труднопроходим в летнее время через ряды перевалов он становится доступным к сообщению. Единственным перевалом, по которому поддерживается круглогодичное сообщение через водораздел большого Кавказа, является Военно-Грузинская дорога.

Малый Кавказ с Большим Кавказом соединяется поперечным Сурамским хребтом. Малый Кавказ отличается резко выраженным расчлененным рельефом с абсолютными высотами 2500- 3700 м и относительными -- 1000- 1500 м. Восточная часть Малого Кавказа состоит из ряда хребтов, вытянутых, в основном, в северо-западном направлении. К ним относятся Сомхетский, Мургузский, Муровдагский и другие. в западную часть Малого Кавказа входят Аджаро-Имеретинский и Триалетские хребты, также ориентированные в субширотном и северо-западном направлении.

Речная система Кавказа представлена главными и многочисленными водными артериями. К первым относятся р.р. Кубань, Терек, Калаус, Кума, Самур, Сулак: Кура, Рион и Аракс. в которые впадают многочисленные притоки.

Атмосферными осадками сравнительно обильны горные районы. Особенно выделяются субтропические районы г. Батуми, Черноморское и западное Южно-Каспийское побережья. Климат на Большом и Малом Кавказе имеет резко выраженную зональность распределения.

Только всесторонний анализ геохимической истории атома бора в процессах развития земной коры может привести к пониманию условий образования и закономерностей размещения борных месторождений.

В.И. Вернадский

ГЛАВА 2. ИСТОРИЯ ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ ИЗУЧЕННОСТИ БОРОНОСНЫХ КОМПЛЕКСОВ КАВКАЗА

Кавказ является одно из редких геологически сравнительно хорошо изученных территорий бывшего Советского Союза и, несмотря на это, изученность борной минерализации Кавказа находится на весьма низком уровне. Видимо это положение явилось причиной того, что в некоторой мере создалось мнение об ограниченных перспективах нахождения промышленных типов накопления бора на Кавказе.

Между тем, территория Кавказа, как показывает анализ существующих материалов, располагает рядом весьма благоприятных геолого-тектонических условий для возможного нахождения как экзогенного, так и эндогенного типов боронакопления.

Следует также отметить, что весьма сложное геолого-тектоническое строение Кавказа, уступающие по своей сложности лишь Альпам и Карпатам из всех геосинклинальных сооружений Земли, до сих пор во многом является трудно интерпретируемым в части изыскания новых перспективных площадей борной минерализации.

Между тем, как известно, долгое время металлогенистами Кавказ относился к провинции с резко выраженной халькофильной минерализацией. Ими же до последнего времени этот регион в отношении золота считался бесперспективным. Работы последних лет вывели большие перспективы нахождения промышленных месторождений золота не только в Азербайджане.

Видимо, аналогичное положение имеет место с бором. По мере детализации геологических исследований на территории Кавказа выявляются всё новые и новые площади и генетические типы борной минерализации.

Историю геологической изученности борной минерализации на территории Кавказа целесообразно разделить на три этапа.

Первый этап исследований относится к периоду до Октябрьской революции, когда В.И. Вернадским и С.И. Поповым в 1902 году продуктах грязевых вулканов Таманско-Керчинского района были обнаружены налеты и выцветы порошковидного белого цвета щелочных и щелочноземельных боратов. Несколько позже, в 1908-1910 г.г. Э.Штейером в водах грязевых вулканов указанных районов и Абшеронского полуострова химически были установлены концентрации борного ангидрида. Рядом химиков были также обнаружено повышенное содержание борного ангидрида в нефтяных водах и грязепродуктах Абшерона. Все эти исследования проводились с целью изучения, главным образом, химизма нефти и связанных с ними вод и водоносных грязепродуктов. Поэтому они лишены геологического интереса в части характеристики условий накопления промышленных концентраций бора.

Второй этап изучения борной минерализации охватывает период с 1917 по 1955 г.г. Впервые на территории Кавказа более или менее крупные геолого-поисковые и геолого-разведочные работы на бор проводились научно-исследовательским институтом удобрения и инсекто-фунгицидов им. Самойлова. Эти работы ставились в 1932 г. в районе г. Пятигорска, горы Бык и др. с целью выявления промышленного значения залежей датолитовых руд. Работы проводились под руководством И.М. Курмана, которым оконтуривались некоторые запасы борного ангидрида и впервые были разработаны технологические условия извлечения борного ангидрида из датолитового сырья в промышленные концентраты.

Наряду с этим, группа И.М. Курмана были составлены крупномасштабные геологические карты и обработано значительное количество фактических материалов. На основе всего этого

впервые были даны литологические и структурные критерии формирования и размещения датолитоносных скарнов, связанных с палеоген- неогеновыми гранитоидами. Однако, работа вскоре была прервана в связи с открытием дешевого сырья -- боратовых месторождений.

В 1940-х годах некоторыми химиками (Тагеева Н.В., Цейтлин С.Г., Морозовой А.И., Гуляевой Л.А. и др.) проводились специализированные исследования концентрации бора в нефти и нефтеносных водах в Бакинских нефтяных месторождениях. Особенно, Н.В. Тагеевой проводилось тщательное многолетнее изучение данной тематики. Ею установлено, что в нефтяных водах бора больше, чем в морской воде.

В водах грязевых вулканов, по ее данным, содержание бора колеблется от нескольких сотых долей процента. Любопытно, что Тагеевой впервые были установлены относительно высокие концентрации бора в щелочных и хлоркальциевых нефтяных водах.

Значительно позже, спустя почти 20 лет, специальными технологическими исследованиями доказана высокая растворимость борного ангидрида в кислых (рН -- 2,5-3) или в щелочных (рН -- 12-14) средах. Не менее интересны исследования Л.А. Гуляевой (1942 г.), выявившие корреляционную роль различных концентраций бора в пластовых водах при расчленении нефтеносных свит. Этим автором выявлены некоторые закономерности в миграции бора в нефтеносных свитах ряда месторождений Абшеронского полуострова. В частности, установлено, что с глубиной содержание этого элемента возрастает и, особенно, достигает высоких показателей в щелочных водах. при этом замечены обратные соотношения концентраций бора и хлора. Так, для сураханской свиты соотношение составляет $n:10^{-4}$; соответственно сабунчинской -- $n:10^{-3}$ и балаханской -- $n:10^{-2}$.

Этим же автором высказывается соображение относительно того, что содержание бора в водах грязевых вулканов равно или не превышает таковое в пластовых водах нефтяных месторождений соответствующего возраста и района.

Известно, что впоследствии, анализ материалов, сделанный нами, совершенно не подтвердил это мнение.

В Грузии, изучение борной минерализации началось с 1954 г., когда грузинским геологическим управлением под руководством М.Г. Вашадзе проводились исследования бора в минеральных, нефтеносных в водах и сопочных брекчиях, а также, частично, в галопелитовых отложениях Чарминской депрессии. В этих образованиях были установлены почти кларковые содержание борного ангидрида, не превышающие первых сотых долей процента. Тем не менее, данными исследованиями были выделены некоторые площади, на которых впоследствии проводились более детальные работы и разработаны первые стратиграфо-литологические критерии накопления этого элемента.

Новый этап относительно планомерных и крупномасштабных геолого-поисковых, геолого-разведочных и специализированных комплексных геохимических, гидрогеохимических и биогеохимических работ на бор начинаются примерно с 1955- 1956 г.г.

Объектами таких исследований вновь становятся сопочные брекчии и продукты грязевых вулканов Тамани, Абшеронского полуострова, Гобустана, датолитоносные скарны Северного Кавказа, Нахчыванской Автономной Республики, галогенные отложения последней и др. районов Азербайджана, Армении, Грузии и, наконец, турмалиноносные пневмато-гидротермальные новообразования Азербайджана, Армении и, частично, Северного Кавказа.

Так, начиная с 1957 г. на территории Ереванской эпигерцинской мульды Армянское геологическое управление, совместно с поисковым отрядом бывшего Геологоразведочного треста Министерства геологии бывшего СССР, исследовало галогенные отложения. Этими работами выявлены повышенные содержания борного ангидрида в галопелитах, достигающие от нескольких сотых до первых десятых долей процента.

Кроме того, на территории Армении впервые по бывшему Союзу начались (1957 г.) поисково-разведочные работы по отысканию вулканогенно-осадочного типа боронакопления. Эти работы ставились по предложению ведущих специалистов И.М. Курмана, А.Ф. Горбова, В.У. Шейн и других, считавших западные и юго-западные части Мисхано- Зангезурского

поднятия как наиболее перспективную область для нахождения указанного типа борной минерализации. Такое обнадеживающее мнение этих исследователей базировалось на том, что указанная территория отличается развитием четвертичного и неогенового вулканизма, перекрывающего или ассоциирующего с галопелитовыми отложениями миоцена и, отчасти, олигоцена. Иными словами, здесь предполагается нахождение калифорнийского типа вулканогенно-осадочных месторождений бора.

Работы велись отрядами борной партии централизованной экспедиции Геологоразведочного треста под руководством В.У. Шейн. Полевые материалы собирались Буренковым Э.К., Кузиной К.И., Шейниным И.С. и др.

Всеми этими работами опробовались неогеновые гипсоносно-соленосные фации Джрванского ущелья приереванских участков и бондевакских горючих сланцев олигоцена. В этих отношениях были обнаружены незначительные проявления борного ангидрида. Работами Даралагёзской партии в период с 1959 по 1960 г.г. выявлены в Ортобахе и Двине проборносные источники с содержанием борного ангидрида до 1,5--2 г/л.

Следует отметить, что вышеуказанными работами централизованной экспедиции впервые на Кавказе применялись и разрабатывались геоботанические методы поисков бора. Этим вопросом занималась Кузина К.И.

Таким образом, поисково-ревизионными исследованиями на территории Армении были охвачены все наиболее перспективные участки на бор. К ним относятся Ереванская мульда, ряд участков Даралагёза, бассейн р. Раздан и озеро Севан.

В результате, Армгеолуправлением, совместно с упомянутой экспедицией бывшего геологоразведочного треста, была составлена карта размещения боросной минерализации масштаба 1/ 500000.

В этот же период вновь начались исследования распределения концентрации бора в нефти, нефтеносных водах и продуктах грязевых вулканов Абшерона, Дагестана, Чечено-Ингушской и Кабардино-Балкарской Республик, Ставропольского края и других. Наиболее повышенная концентрация борного ангидрида в нефтяных водах отмечена: в Абшеронском -- 878 мг/л, Старогрозненском -- 700 мг/л, Гудермесском, Карабулакском, Озек-Сустинском месторождениях -- 368- 538 мг/л.

В пределах Кабардино-Балкарии, Шандском, Бильбичанском, Тиндинском источниках отмечены содержания борного ангидрида, соответственно, 154 мг/л, 409 мг/л и 253 мг/л.

В Грузии группой геолога Вашадзе в некоторых природных водах, начиная с 1958 г., были исследованы концентрации борного ангидрида 411 мг/л -- 189,7 мг/л (источник -- Млашисхови-в соляном источнике) и в термальных водах -- 189,6 -- 125 мг/л.

По данным бывшего Азгеолуправления по состоянию на 1958 г. содержание борного ангидрида в нефтеносных водах в усредненных величинах горизонтом стратиграфическим горизонтом Абшерона таково:

1. Подкирмакинская песчано-глинистая свита -- 391,24 мг/л
2. Подкирмакинская песчаная свита -- 425,10 мг/л
3. Кирмакинская песчаная свита -- 392,12 мг/л
4. Подкирмакинская песчаная свита -- 392,12 мг/л
5. Калинская песчаная свита -- 392,12 мг/л

При этом установлено, что с уменьшением минерализации увеличивается содержание борного ангидрида и щелочность вод. А в верхних горизонтах нижнего отдела продуктивной толщи содержание бора уменьшается.

Работами бывшего Азгеолуправления на 1960-1963 г.г. подсчитаны запасы борного ангидрида в нефтяных водах ряда месторождений Абшерона. В 1960 г. М.С. Агаларовым издана монография "Гидрогеохимия основных нефтяных месторождений Азербайджана", где автором весьма обстоятельно дана химическая природа этих вод.

В 1959 г. и частично в 1960 г. Северо-Кавказским геологическим управлением и партиями Геолого-разведочного треста исследовались боропоявления в современных лагунах, озерах,

солончаках некоторых районов Западного Прикаспия. Маныча и др. Содержание борного ангидрида в них колеблется от нескольких сотых до десятых долей процента. Однако, эти данные оказались недостаточными для решения вопроса промышленной перспективы указанного типа боронакоплений. На территории Дагестана, в Тарумовском районе, в озерных, аллювиальных и морских четвертичных отложениях были обнаружены повышенные концентрации борного ангидрида, колеблющиеся от тысячных до нескольких десятков долей процента. В рассолах озер отмечен борный ангидрид в количестве 187- 300 мг/л и иногда 800-900 мг/л.

На территории Azerbaijan в 1959-1960 г.г. работами Азгеолуправления в ряде озер обнаружено содержание борного ангидрида от нескольких единиц до сотен мг/л. В те же годы Кавказской комплексной геологической экспедицией в современных отложениях озер Бекюшор, Масазыр и др. отмечены повышенные концентрации борного ангидрида (до 0,1-0,2%).

Изучение эндогенной борной минерализации помимо вышеуказанных работ в районе г.г. Пятигорска, Бык и др. проводилось также и на Малом Кавказе. Здесь работы велись бывшим Азгеолуправлением на дацолитосодержащих скарнах района г. Иландаг. содержание борного ангидрида в этих скарнах достигает 6-7% (при количествах дацолита от 15 до 40- 50% и изредка до 70-80%). Дацолитовые сплошные зернистые агрегаты в виде маломощных неправильных тел (3х4 м) с извилистыми метасоматическими контурами облекают экзо- и эндоконтакты андезито-дацитово-экструзии г. Иландаг. В виду небольших запасов поисково-разведочные работы на этом объекте были остановлены в 1962 г.

Далее, небольшие исследования в 1958-1959 г.г. проводились бывшим Азгеолуправлением на г. Айридаг (г. Косагорбугор) Кедабекского района. Здесь, в турмалиноносных вторичных кварцитах, образованных по порфирирам и кварцевым порфирам байоса, под действием гидротермов, прорывающих эти породы плагиогранитов Славянки, имело место значительное накопление шерлового турмалина. Турмалин образует прожилково-вкрапленные агрегаты, в которых содержание борного ангидрида колеблется от сотых долей до 5-6%. Работами даны прогнозные запасы борного ангидрида, определяемые несколькими сотнями тысяч тонн. Работы остановлены в связи с невыгодностью технологического раздела данного сырья.

Поисково-ревизионные работы в 1960-1961 г.г. на турмалин проводились также Геолого-разведочным трестом в Ходжавендском районе Azerbaijan, давшие отрицательные результаты.

Кавказской комплексной геологической экспедицией, с 1959 по 1962 г.г. проводились планомерные поисково-ревизионные работы на бор в галогенных отложениях миоцена и миоплиоценов Нахчыванской мульде и краевых частях Куринской депрессии в Тертерском и Исмаиллинском районах. Были выявлены повышенные концентрации борного ангидрида от сотых до нескольких десятков долей процентов. По Нахчыванской мульде дана отрицательная оценка, а по другим указанным районам работы были прерваны.

Таким образом, из краткого перечня прошлых работ на бор по Кавказу видно, что:

1. Кавказ характеризуется развитием почти всех генетических типов боронакопления, куда входят-- нефтяные воды, продукты грязевых вулканов, современные озерные отложения, галогенные формации, источники пресных вод, дацолитосодержащие скарны и, наконец, турмалиноносные вторичные кварциты. Имеются все геолого-геохимические предпосылки нахождения в скором времени вулканогенно-осадочного типа боронакопления.
2. Ни по одному типу боронакоплений не дано однозначное решение вопроса о промышленной перспективности.
3. Отсутствует единая систематизация данных исследований борной минерализации на территории Кавказа. В связи с этим не представляется выявления закономерностей формирования и размещение концентрации бора во взаимообусловленной связи с существующим геолого-тектоническим районированием Кавказа.

*По мере того, как сложность возрастает,
точные утверждения теряют значимость, а
значимые утверждения теряют точность.*

Лотфи Заде

ГЛАВА 3. КРАТКАЯ ГЕОЛОГО-ТЕКТОНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КАВКАЗА

Территория Кавказа характеризуется весьма сложным геолого-тектоническим строением, представленным отложениями почти всех стратиграфических элементов.

Первая схема геотектонического районирования Кавказа была разработана В.И. Рентгартеном в 1926 году, которая впоследствии, в 1928 и 1939 г.г. с небольшими изменениями им же была перестроена.

Были предложены и другие схемы В.В. Белоусовым, Л.А. Варданянцем, М.В. Муратовым, К.Н. Паффенгольцем, В.Е. Хаиным и другими. Наиболее популярной является схема геотектонического районирования Кавказа, разработанная К.Н. Паффенгольцем и И.Д. Гамкralидзе (1953 г.). Согласно данной схеме территория Кавказа расчленяется на шесть крупных структурно-формационных комплексов. К ним относятся (с севера на юг):

1. Ергенинское плато: платформа на верхнепалеозойском основании.
2. Предкавказье или передовой прогиб эпигерцинского периода.
3. Большой Кавказ (антиклинорий).
4. Рионо-Куринская депрессия или межгорная эпигерцинская депрессия.
5. Малый Кавказ (антиклинорий).
6. Депрессия вдоль среднего течения р. Аракс -- межгорная депрессия.

Каждый из этих крупных структурных комплексов расчленяется на более мелкие зоны и подзоны, отличающиеся специфическими чертами геолого-тектонического развития.

3.1. Стратиграфия

Отложения докембрия в пределах исследуемой территории наиболее развиты в центральной части Главного хребта. Относительно полный разрез метаморфических толщ докембрия изучен в наиболее приподнятой восточной части Лабино-Малекинской зоны. В них выделяют Чегемскую (нижнюю), Хасаутскую (верхнюю) свиты, сложенные различными кварц-хлорит-серицитовыми, мусковитовыми сланцами с прослоями парагнейсов. Верхняя свита представлена чередованием зеленых сланцев, образованных по порфирирам и другим эффузива. Сланцы, в основном, состоят из различных амфибол, содержащих хлоритовые, альбитовые и другие сланцы. Местами последние прорваны маломощными штоками и дайками мелкозернистых плагио-гранит-порфирами. Суммарная мощность всей метаморфической толщи достигается 5,5 км.

В пределах Дзирульского массива в виде отдельных островков и мощных ксенолитов в палеозойских гранитоидах встречаются биотитовые, мусковитовые и другие сланцы, плагиоклазо-биотитовые, двуслюдяные и гранитовые гнейсы докембрия.

На Малом Кавказе докембрийские отложения (возможно нижнепалеозойские) встречаются в Локском массиве. Среди палеозойских гранитов залегают различные метаморфические породы -- слюдяные и мусковитохлоритовые сланцы, а также андалузитовые, амфиболовые и другие гнейсы.

В Арзаканском массиве метаморфическая толща сложена слюдяными, биотитоплагиоклазовыми, амфиболовыми и другими сланцами видимой мощностью порядка 2,5 км.

В системе Зангезурского антиклинория встречаются метаморфические сланцы аналогичные Арзаканским с видимой мощностью 1,7 км.

Палеозой. Отложения палеозоя в виде северо-западной полосы протягиваются вдоль северного склона центральной части большого Кавказа от р. Белой на западе до р. Чегем на востоке. Суммарная мощность отложений от кембрия до перми около 17 км.

Кембрийские отложения встречаются в бассейне р. Маяки, сложенные кварцитами, филлитами, слюдистокварцитовыми сланцами и среднекембрийскими известняками. В.Н. Робинсоном в горном массиве Дженту выделяется толща метаморфических сланцев мощностью 2,0 км. Кембрий Дзирульского массива представлен филлитами и различными слюдисто-кварцевыми сланцами с пропластками мраморов. Такие же, примерно, отложения кембрия отмечены в районе Арзаканского массива и Зангезурского антиклинория, мощностью порядка 800 м.

Силурийская система фаунистически охарактеризована на северном склоне Центрального Кавказа в долине р. Маяки -- А.П. Герасимовым. Отложения силура описаны как относительно слабо метаморфизированные породы. Они представлены кварцитовидными песчаниками, известковистыми филлитами с прослоями мраморов, которые в ряде мест прорываются серпентинитами. Суммарная мощность всей толщи составляет около 1,5 км.

Девонские отложения пользуются относительно широким развитием на северном склоне Большого Кавказа и на юге Малого Кавказа. Небольшие выходы их отмечаются и на южном склоне Большого Кавказа.

Девонские отложения на Кавказе представлены тремя основными типами. К ним относятся:

а) Мощные вулканогенные толщи, состоящие из лав основного, среднего и кислого состава и их пирокластолитов. Они обычно залегают в основании литологического разреза девона;

б) Мощные терригенно-карбонатные толщи (конгломераты, песчаники, глинистые сланцы и филлиты, пачки известняков). Известняки с прослоями песчано-глинистых пород.

Отложения девона описаны в области Предкавказья в Лабино-Малкинской и Тырнаузской зонах и на Малом Кавказе -- Армении и Нахчыване. Мощность девонских отложений колеблется от 600 м до 3-4 км.

Каменноугольная система. Отложения карбона встречаются во многих структурных зонах Кавказа. Согласно данным Е.Е. Милановского и В.Е. Хаина отложения карбона представлены следующими основными типами:

1. Относительно мощными толщами кварцитовидных песчаников, филлитизированных глинистых сланцев с прослоями и линзами мраморизованных известняков (карбон Предкавказского миогеосинклинального прогиба и прогиба южного склона);

2. Весьма мощными толщами вулканогенно-осадочных пород (нижний карбон Тырнаузской, т.е. Северо-Кавказской эвгеосинклинали);

3. Относительно маломощными толщами зоогенных известняков с подчинёнными сланцами и песчаниками (нижний карбон Даралагёза, т.е. Приараксинского миогеосинклинального с прогиба);

4. Мощными угленосными молассовыми толщами парфирового типа (средний и верхний карбон Лабино-Малкинской и Тырнаузской зон);

5. Осадочно-вулканогенными толщами парфирового типа (средний и верхний карбон Грузинской Глыбы). Нижнекарбоновые отложения представлены сильно дислоцированными глинистыми сланцами или филлитами, алевролитами, кварцитовидными песчаниками с редкими прослоями углистых сланцев и известняков. Наряду с ними в ряде мест нижний карбон складывается также из вулканических пород. Мощность всей толщи колеблется от 600 м до 3 км.

Средний и верхний карбон представлен преимущественно глинисто-серицитовыми сланцами, алевролитами и песчаниками с редкими прослоями известняков. Они, по сравнению

с отложениями нижнего карбона, менее метаморфизованы. В некоторых районах удаётся фиксировать угловое несогласие (5-7°) между отложениями среднего и верхнего карбона с породами нижнего карбона. Мощность отложений среднего и верхнего карбона в отдельных случаях (Дзиркульский массив и Малый Кавказ) достигает 800-900 м.

Пермские отложения встречаются в Предкавказье, Лабино-Малкинской и Тырнауз-Ишевинской зонах и в других районах Главного хребта. На Малом Кавказе пермские отложения фиксированы в Даралагёзском и Джульфинском поднятиях.

Пермские отложения представлены континентально-лагунными фациями в виде красноцветных толщ конгломератов, песчаников, аргиллитов и др. Встречаются также биогенные известняки и глинистые сланцы мелководной фации. Наибольшее развитие в пермских отложениях получили глубоководные известняки, образующие миогеосинклинальную формацию юга Малого Кавказа, а также песчано-сланцевые и карбонатные толщи Большого Кавказа и Предкавказья. Мощность пермских отложений достигает 500-700 м.

Триасовые отложения встречаются в бассейнах Лаби, Белой, Аракса, Акеры и др. районах Кавказа. По сравнению с пермским, они слабо развиты. Выделены нижний, средний и верхний триас. Все эти отделы преимущественно сложены песчано-карбонатными фациями нередко чередующиеся глинистыми сланцами, мощностью до 500-700 м.

Юрские отложения на Кавказе пользуются широким развитием и представлены весьма сложными по составу породами. Среди них главными являются песчано-глинистые сланцы и вулканогенно-осадочные образования, слагающие обширные поля Северного и Южного склонов Большого Кавказа, а также северо-восточную часть Малого Кавказа.

Стратиграфически вполне обоснованно выделяются нижний, средний и верхний отделы юры. При этом для большинства районов нижняя и средняя юра представлена в одних случаях песчано-глинистыми динамометаморфизованными сланцами (Б. Кавказ) и в других - вулканогенными фациями (Малый Кавказ и отчасти северные склоны Б. Кавказа). В состав вулканогенной фации входят различные порфириды, кварцевые порфиры, кератофиры, альбитофиры, их пирокласты, изредка переслаивающиеся с туфогенными песчаниками, мощностью порядка 3000 м.

Верхнеюрские отложения представлена в основном песчано-карбонатными породами. В отдельных случаях преобладают, особенно, в келловее, широко развиты терригенные фации. Мощность верхнеюрских отложений колеблется от 700 до 2000 м.

Меловая система на Кавказе пользуется также широким распространением. Ее отложения в виде, в основном, карбонатной, вулканогенно-осадочной и глинистой фаций выдерживаются на довольно больших площадях в пределах определенного стратиграфического горизонта.

Меловые отложения непрерывной полосой протягиваются вдоль северного склона Большого Кавказа. На южных склонах Главного хребта, а также и на Малом Кавказе они пользуются широким развитием. Мощность меловых отложений включая нижний и верхний мел колеблется от 500 до 3000 м.

Палеоген-неогеновые отложения на территории Кавказа, обычно, развиты в передовых и межгорных прогибах. Среди них выделяется палеоцен-эоценовый, олигоцен-нижнемиоценовый и средне-верхнемиоценовый и плиоценовый комплекс.

Палеоцен-эоценовый комплекс представлен мергелями и глинисто-мергельными фациями ("фораминиферовые слои"); кварцевыми песками и песчаниками; биогенными известняками; гальками с прослоями песчаников и мергелей, терригенно-карбонатными флишами: толщами лав и пирокластов среднего и кислого состава, имеющими большое развитие в Нахчыване, Талыше и др. районах Кавказа. Суммарная мощность указанных фациальных комплексов достигает 4,5 км.

Олигоцен-низы нижнего миоцена (возможно и среднего миоцена) литологически разделяются на два основных типа образования. К первому, наиболее распространенному типу

относятся труднорасчленимые и фаунистически слабо охарактеризованные тёмные глинистые и песчано-глинистые осадки майкопской свиты.

К другому типу отложений олигоцена-нижнего миоцена, развитых на Малом Кавказе относятся: гипсоносные песчано-глинистые формации с прослоями мелководных известняков и бурых углей, накапливающиеся в лагунных водоемах; красноцветные лагунно-континентальные обломочные породы иногда со значительным развитием в них туфогенных материалов и, наконец, вулканогенные среднекислотные породы. Переход от верхнего эоцена к олигоцену в одних случаях постепенный, в других имеет трансгрессивный характер. Мощность рассматриваемых отложений колеблется от 200 до 1500 м. Майкопская свита характеризуется некоторой изменчивостью мощности отложений, определяющую от 300 до 1300 м.

Средний и верхний миоцен и плиоцен на Кавказе имеет весьма широкое развитие. Отложения неогена слагают межгорные и передовые прогибы.

Согласно данным Е.Е. Милановского (1977) неогеновые отложения литологически разделяются на:

а) морские толщи межгорных и передовых прогибов, состоящий из глин с прослоями мергелей, иногда диатомит, песчанистых глин с прослоями песков и ракушечников, конгломератов, раковинных песков, оолитовый известняков и др., в основном, мелководных фаций;

б) лагунно-озерные отложения, представленные пестроцветными глинисто-алевритовыми с прослоями песчаников и мергелей, а также глинисто-песчано-конгломератовыми фациями;

в) континентальные толщи песчано-конгломератовых отложения с прослоями суглинков аллювиально-пролювиальной и делювиогляциальной формаций;

г) наземные вулканогенные толщи из лав, туфов и туфобрекчий с фациальными переходами в туфогенно-осадочные породы аллювиально-озерного происхождения. Мощность отложений среднего и верхнего миоцена колеблется от нескольких сот до 1000-1200 м.

Миоценовые отложения в ряде районов (Нахчыванская мульда, Ереванская впадина, Куринская депрессия и др.) обогащены галогенными фациями. В них отмечены повышенные концентрации бора и редких щелочей, что относят миоценовые отложения к интересным объектом поисков на бор. Кроме того, верхнемиоценовые отложения с мощными толщами хорошо отсортированных кварцевых песков (Ставропольская возвышенность) несут промышленные скопления редкометальных титановых россыпей.

Плиоценовые отложения также широко распространены на Кавказе. Наряду с миоценовыми отложениями, плиоценовые осадки развиты в передовых и межгорных депрессиях. Представлены глинами, песчано-глинистыми, песчанистыми фациями и песками. Кроме того, плиоцен состоит из вулканогенных (липаритов, андезито-дацитов и др.) и вулканогенно-осадочных фаций. Они развиты на Малом Кавказе, в ряде областей Большого Кавказа. Мощность осадочной формации плиоцена в пределах Куринской низменности измеряется 3-5 км. Мощность вулканической толщи плиоцена в ряде районов Малого Кавказа и большого Кавказа измеряется 0,5-2 км.

Четвертичные отложения распространены всюду. Наибольшее развитие они имеют на депрессионных площадях. По Е.Е. Милановскому, генетически, четвертичные отложения разделяются на:

1) ледниковые отложения -- морены (грубообломочные несортированные неслоистые накопления);

2) флювиогляциальные, аллювиальные и пролювиальные отложения, пески, суглинки;

3) озерные отложения (глины, суглинки и пр.);

4) склоновые отложения (делювиальные обвально-осыпные, оползневые, солифлюкционные накопления);

5) вулканические образования различного состава (лавовые потоки, покровы и вулканические конусы, игнимбриты, туфы, пепло-пемзовые накопления).

В предгорных и межгорных депрессиях развиты пролювиальные, аллювиально-пролювиальные и аллювиальные отложения (галечники, суглинки, пески), а также лессовидные, суглинки и морские отложения-конгломераты, галечники, пески, ракушечники, суглинки и глины. Мощность четвертичных отложений достигает 200-300 м. Наименьшие мощности пород, обычно, приурочены к высокогорным областям, составляющие 5-25 м.

Интрузивный магматизм, по существующим данным, представлен палеозойским и альпийскими циклами, которые, в свою очередь, разделяется на отдельные этапы. Эффузивные магматические проявления описаны в вышеприведённых данных по стратиграфии Кавказа.

Палеозойский магматизм на Кавказе выражен, в основном, в древнепалеозойской или догерцинской, среднепалеозойской-раннегерцинской и позднепалеозойской или тоже позднегерцинской стадиях.

Древнепалеозойский магматизм в своём начальном проявлении фиксируется в восточной части Лабино-Малкинской зоны в виде диабазов, порфиринов, альбитофитов, туфов, туфобрекчий и др., несущих мелкие гранитоидные интрузивы. К этой же эпохе магматизма предположительно относятся сильно метаморфизованные амфиболиты, ортогнетивы, мигматиты и др., описанные в Тырнаузской зоне и Главном хребте Кавказа.

В пределах Малого Кавказа на раннепалеозойские магмопроявления указывают амфиболиты, габбро-амфиболиты, серпентиниты и габброиды Мисхановского и Зангезурского поднятий, а также Дзирульского массива. Среднепалеозойская эпоха магматизма характеризуется мощными извержениями основных и кислых лав, а также их пирокластов в Лабино-Малкинской и Тырнаузской зонах. В другую стадию магматизма Г.Д. Афанасьевым в бассейнах Большой и Малой Лабы выделен Уруштанский интрузивный комплекс, обусловивший глубокий метаморфизм вмещающих пород. В составе Уруштанского комплекса в порядке внедрения от ранних к поздним фациям отмечают: серпентиниты, габброамфиболиты, диорито-гнейсы, плагио-гранито-гнейсы и гранодиорито-гнейсы, альбитовые гранито-гнейсы и натровые гнейсо-граниты, натровые аллекиты и, наконец, жильная серия пород, представленных аплитами и аплит-пегматитами.

На Малом Кавказе среднепалеозойские магматические образования почти нефиксированы за исключением вулканического материала в ряде горизонтов девона Зангезурского поднятия.

Позднепалеозойские вулканогенные и интрузивные фации развиты в Лабино-Малкинской зоне и в геоантиклинальном поднятии Главного хребта. Интрузивные породы в них представлены различными сериями так называемых "красных" и "серых" гранитов, абсолютный возраст которых определяется 275-285 млн. лет. В пределах Закавказья позднепалеозойские интрузивы развиты в Дзирульском, Храмском и Локском массивах, стоящих, главным образом, из гранитоидов. На Малом Кавказе к этому же возрасту относятся гранитные интрузии Мисханского массива, абсолютный возраст которых составляет 215-235 млн. лет.

Альпийский магматизм на Кавказе пользуется весьма повышенным развитием. Магматическая деятельность, начиная от низов юры и до антропогена, почти не прекращалась. Она, как это свойственно для тектонически активных зон, протекала в обычной последовательности извержения эффузивных и интрузивных фаций. Среди них выделяются раннеальпийский, среднеальпийский и позднеальпийский магматические циклы.

Раннеальпийский цикл характеризуется типичными вулканогенными фациями, соответствующими доскладчатой стадии развития области. Они представлены диабазами, различными порфиритами среднего состава, кислыми и щелочными эффузивами, получившими широкое развитие в осевой зоне Большого Кавказа, а также на северных и южных склонах последнего. Эти же вулканические проявления широко развиты и на Малом Кавказе, включая почти все структурные его зоны. Наряду с эффузивами, отмечаются и их

субвулканические фации в виде кварцевых плагипорфиров, кварцевых плагигранитов, кварцевых альбитофиров и др.

В среднеальпийском магматическом цикле отмечаются основные, средние и кислые вулканогенные породы. Наряду с ними большую активность приобретают интрузивные фации в виде габброидов южного склона Большого Кавказа, тешенитовых интрузий Закавказья и ультраосновных фаций активных прогибов Малого Кавказа, а также мощных гранитоидных сложнофациальных и многофазных массивов Большого и Малого Кавказа.

Позднеальпийский магматизм, проявленный в неогеновое время, характеризуется гипоабиссальными интрузиями и экструзиями, приуроченными к поднятиям Большого и Малого Кавказа. На Большом Кавказе, преимущественно в плиоцене и четвертичное время, изливаются эффузивы по составу от базальтов до липаритов. На Малом Кавказе в это же время имеют место интенсивные излияния базальтов, субщелочных базальтов, трахитов и пирокластических образований.

Экструзивные внедрения типа андезито-дацитов, липаритов для некоторых областей (Нахчыван и район Минеральных Вод) в миоплиоценовое время оказались заметно обогащенными борной минерализацией. Последняя выразилась в заметном накоплении бора в контакт-метасоматических новообразованиях в виде датолитсодержащих скарнов.

Помимо того, ряд гранитоидных интрузий альпийского и, частично, палеозойского магматизма вызывали явления интенсивной турмалинизации, охватывающей их эндо- и экзоконтакты.

3.2. Тектоника

Кавказ, в тектоническом отношении, представляет собой весьма сложную систему разновозрастных складок, простирающийся, в общем, в северо-западном близширотном направлении. Складки, в свою очередь, осложненные продольными региональными и локальными разрывными структурами, ориентированными в том же северо-западном направлении. Наряду с продольными, по данным некоторых авторов, отмечаются и поперечные к осям складок разрывные структуры в виде региональных и местных зон разломов. Согласно общепринятой схеме геотектонического районирования в пределах Кавказа выделяют следующие структурно-формационные (Е.Е. Милановский) или структурно-тектонические (К.Н. Паффенгольц) комплексы: Ерганинское плато, Предкавказье, Большой Кавказ, Закавказская или Рионо-Курунская депрессия, Малый Кавказ и Араксинская депрессия.

Ниже даётся краткая характеристика перечисленных структурных единиц Кавказа. Ерганинская возвышенность, в своём фундаменте представленная Верхнепалеозойским тектоническим строением, покрыта кайнозойским песчано-глинистым отложением. Эти палеозойские погребенные структуры в направлении с юго-запада на северо-восток характеризуется чередованием:

- второй южной антиклинали
- первой южной синклинали
- первой южной антиклинали
- Шахринской синклинали
- главной Донецкой антиклинали

Садкинской синклинали и, наконец, северной полосы мелкой складчатости. Эти структуры на юго-восток прослеживаются в северо-западную часть Каспийской низменности. В последней фиксировано юго-восточное продолжение лишь главной Донецкой антиклинали, которая на востоке соответствует главной Мангышлакской антиклинали.

Предкавказье на юге ограничено южными контурами Азово-Кубанской и Терско-Кумской депрессий и на севере -- бассейном Маныч. Предкавказье представляет собой кривой прогиб, разделяющий Русскую платформу от сложно-складчатой зоны Кавказа.

Предкавказье, в свою очередь, подразделяется на подзоны:

-- Ставропольская возвышенность антиклинального поднятия и группа передовых прогибов - западно-кубанский, восточно-кубанский, терский и кусаро-дивичинский. Далее в Предкавказье выделяются:

-- Таманская слабоскладчатая зона, расположенная между Азово-Кубанской группы прогибов и складчатым комплексом большого Кавказа, протягивается вдоль предгорий к западу. Таманский и Керченский полуостровы;

-- Северо-Кавказская моноклинали проходит через южные края Ставропольской возвышенности от верховьев бассейна Белой на западе до р. Ардон на востоке.

Вдоль южной границы моноклинали протягивается зона крупных региональных разломов глубинного заложения, отделяющая палеозойский комплекс от мезозойской моноклинали;

-- Терско-Сунтенская зона складок проходит юго-восточнее Северо-Кавказской моноклинали и является переходной структурной единицей между Терско-Кумской впадиной и Большим Кавказом.

Перечисленные структурные подзоны Предкавказья являются переходными между Северо-Кавказской платформенной областью и складчатой зоной Большого Кавказа.

Таким образом, область Предкавказья, с учетом самых последних данных геофизических исследований и опорных скважин, представляет собою весьма сложную, по своей конструкции, тектоническую единицу. Но, в целом, она относится к типично молодой платформенной области, сложенной интенсивно дислоцированным герцинским фундаментом и спокойно залегающим мезо-кайнозойским чехлом, осложненным во многом пологими брахискладками. Эпигерцинские структурные элементы данного чехла начали формироваться в преаптское время и дошли до своего максимального развития от миоцена до среднего плиоцена.

Большой Кавказ представляет собой сложное складчато-горстовое поднятие, местами с веерообразным строением, протягиваясь от Таманского полуострова на северо-западе и до Абшеронского полуострова на юго-востоке. Большой Кавказ разделяется на ряд структурных подзон:

-- Западная часть центрального поднятия Главного хребта сложена доверхнепалеозойскими сильно метаморфизованными кристаллическими сланцами и Юрскими аспидными сланцами. Данная зона с юга оконтуривается надвигом, которым кристаллические сланцы ядра Главного хребта оказались над глинистыми аспидными сланцами лейаса. Надвиг является региональным и прослеживается по простиранию на несколько сот километров. Им перемещены огромные массы с севера на юг и возник этот надвиг еще в верхнем палеозое, после чего он неоднократно возобновлялся. С севера западная часть центрального поднятия Главного хребта также ограничена региональной зоной разлома глубинного заложения, которой отделены породы северо-кавказской моноклинали.

-- Восточная часть центрального поднятия Главного хребта, являясь продолжением только что указанной западной зоны, прослежена на 350 км при ширине 40-50 м. Зона сложена, в основном, глинистой тощей лейаса мощностью 1500 м и песчаниковой свитой байоса мощностью 900 м. Простирание складок зоны -- общекавказское, но в южной ее части оно приближается к широтному.

-- Глыбово-складчатая зона или зона передового хребта, и расположена между центральной зоной и северо-кавказской моноклиной. Зона протягивается в общекавказском направлении до 200-250 км и шириной 25-30 км. Слагающие зону палеозойские породы разорваны рядом продольных и поперечных сбросо-сдвигов, обусловивших типично глыбовое строение.

Зона восточной части северного склона Главного хребта начинается с восточного конца глыбо-складчатой зоны, с которой она граничит разломом. Зона простирается в общекавказском направлении, достигая юго-восточных частей Дагестана. Протяженность зоны составляет порядка 50 км и ширина -- 15-20 км. Литологически зона сложена разнообразными песчано-глинистыми и песчано-карбонатными фациями юры, мела и палеогена.

Зона северного Дагестана с клиновидным контуром протягивается на 250 км шириной до 60 км. Она также сложена песчано-карбонатными и карбонатными породами юры и мела. Эти отложения собраны в антиклинальные складки, разделенные относительно широкими синклиналями, осложнены продольными и частично поперечными разрывными структурами местного значения.

Рачино-Тианетская зона определена от соседних зон крупными надвигами, заканчиваясь на северо-западе и на юго-востоке тектоническими клиньями. При этом зона протягивается в близкавказском направлении длиной на 500 км, шириной 15-20 км. Восточное продолжение данной зоны представлено Закатало-Ковдагским синклинорием, на территории Азербайджана. Зона сложена мощными юрскими глинисто-песчанистыми отложениями и верхнеюрскими нижнемеловыми флишевыми фациями. Эти два литологические различных комплекса разделены региональным надвигом.

Западная часть складчатой системы южного склона разделяется на Абхазскую, Сванетскую и Сухумо-Душетскую подзоны. В состав этих подзон входят палеозойские метаморфические сланцы, лейасские глинистые сланцы, верхнеюрские карбонатные флиши и др. породы. Все эти подзоны осложнены многочисленными разрывными структурами, обусловившими, в отдельных случаях, перемещение значительных масс вдоль разрывных плоскостей с образованием в ряде мест надвигов.

Кахетинско-Шекинско-Вандамская подзона простирается также в близкавказском, субширотном направлении, прослеживались вдоль южных склонов Главного хребта. Протяженность её достигает порядка 400-450 км при ширине 20-40 км. Северная и Южная границы ее являются тектоническими. зона сложена, в основном, меловыми карбонатными, песчано-карбонатными, верхнеюрскими песчано-карбонатными и нижнепалеогеновыми песчано-глинистыми и частично карбонатными отложениями. По мнению некоторых авторов Кахетинскую подзону предположительно считают юго-восточным ответвлением Рачино-Тианетской зоны. Зона погружения западной части Главного хребта расположена к западу от крайнего выхода гранитов Главного хребта. Структуры данной зоны находятся в сложном сопряжении со всеми тремя зонами Большого Кавказа.

Зона погружения западной части сложена породами всех стратиграфических горизонтов мезозоя, которые в северо-западном направлении погружаются под палеогеновые отложения. Складки, в своей значительной части, опрокинуты на юг или имеют вертикальное падение, осложненные многочисленными разрывными структурами нередко надвигового типа. В северо-западной части описываемой зоны складки иногда приобретают диапировое строение. Сама зона погружения восточной части Главного хребта отличается развитием в ней вытянутых пологих брахисинклиналей. При этом антиклинальные складки значительно узки и в ядрах сложены глинистыми отложениями нижнего мела.

Погружение складок протекает довольно постепенно в сторону на восток, юго-восток. Антиклинальные складки северного склона описываемой зоны погружения осложнены разрывными крутопадающими на север структурами. Далее к востоку, в пределах Абшерона, наблюдаются пологие антиклинальные складки, сложенные верхнеплиоценовыми песчано-глинистыми отложениями с простираением на север, северо-запад.

Рионо-Куринская депрессия, разделяя собою мегаантиклинории Большого и Малого Кавказа, представляет собою сложно-построенный межгорный прогиб. Она, в районе Дзирульского массива разделяется на Куринскую низменность, расположенную к востоку от последнего и Рионскую, удаленную на запад. Фундамент обеих депрессией представлен древними палеозойскими породами, покрытыми мощными мезокайнозойскими отложениями. И.Д. Гамкрелидзе Рионскую депрессию расчленяет на Колхидскую, Молассовую и Сагареджо-Ниракскую зоны. Каждая из этих зон, в свою очередь, подразделяется на ряд мелких подзон, подробное описание которых дается в работах И.Д. Гамкрелидзе.

Малый Кавказ представляет собою сложный антиклинорий, сложенный рядом структурно- формационных зон и подзон. К ним относятся:

1. Аджаро-Триалетская зона, протягивающаяся в широтном направлении от среднего течения р.Куры до восточного побережья Чёрного моря. В состав зоны входят меловые и олигоценовые карбонатные, песчано-глинистые, песчаные фации мощностью порядка 7-8 км. Зона отличается интенсивной складчатостью и близширотным простираем сильно зажатых складок. В ней выделяются северная, центральная и южная подзоны. Первая сложена вулканогенно-осадочной фацией среднего эоцена и, частично, меловыми верхнеэоценовыми, олигоценовыми песчано-карбонатными, песчано-глинистыми отложениями. Южная подзона отличается развитием верхнемеловых вулканогенных и нижнетретичных флишевых песчано-карбонатных и других отложений. Центральная подзона сложена мощными вулканогенными и карбонатными, палеогеновыми песчано-карбонатными вулканогенными образованиями. Складки Аджаро-Триалетской зоны к северу в районе Чонатаур-Годордзского перевала претерпевают общий изгиб на юго-запад, обусловленным внедрением здесь сиенитовых интрузий.

2. Сомхето-Карабахская или Сомхето-Гянджинско-Карабахская зона протягивается вдоль правобережья р.Куры на интервале от Локского массива до г.Гянджа. Далее она прослеживается на юго-восток. С южной стороны зона ограничивается региональным надвигом, развивающимся вдоль северо-восточного побережья озера Севан. Данная зона сложена, в основном, юрскими и верхнемеловыми вулканогенно-осадочными и песчано-карбонатными фациями, прорванными во многих местах гранитоидными интрузиями.

Вышеуказанным надвигом общекавказского направления юрские отложения по линии Муровдаг-Калакенд на северо-запад надвинуты на меловые. Надвиг прослеживается на юго-восток вплоть до бассейна Аракса и на северо-запад до северных склонов Анатолийского хребта. Складки в пределах зоны характеризуются относительно узкими антиклиналями и широкими синклиналями с преобладающим субширотным простираем.

С юго-запада к юго-восточной части Сомхето-Карабахского антиклинория примыкает Севано-Акеринский синклиний, сложенный мощными юрскими и меловыми вулканогенно-осадочными и карбонатными отложениями. Данная синклинальная зона осложнена продольными и частично поперечными зонами разломов и дробления, по которым интродировали эоценовые гранитоиды. По продольным разломам также внедрялись верхнемеловые гипербазитовые интрузии.

3. Далее на юг с охватом территории Армении и Нахчывана отмечается Кафанский антиклинорий. Мисхето-Зангезурская геоантиклинальная зона, Даралагёзский синклиний и Еревано-Ордубадская геосинклинальная зона. Перечисленные структурные зоны в своём большинстве сложены мезокайнозойскими вулканогенными, песчано-глинистыми и песчано-карбонатными фациями, прорванными во многих местах гранитоидными сложно-фациальными интрузиями. Указанные складки в значительной степени осложнены продольными и поперечными зонами разломов и дроблений. Некоторые из них приобретают надвиговой (Дарридагский надвиг в Нахчыване) характер, в котором меловые породы оказались надвинутыми на палеоген-неогеновые отложения. Складки и региональные зоны разлома в системе Еревано-Ордубадской зоны нередко носят антикавказское простираем, которое с приближением к северо-западным частям вновь приобретает обычное общекавказское направление.

4. Талышская геоантиклинальная зона расчленяется на ряд складок второго порядка. Она является переходной структурной единицей между Эльбурской горной системой и Малым Кавказом. Зона сложена песчано-глинистыми, глинистыми, карбонатными и вулканогенными породами палеогенового возраста. В этой зоне весьма интересны анальцимовые габбро, обусловившие в ряде случаев слабое кварцевание вмещающих пород.

Наряду с этим, не лишены интереса продукты натриевого метасоматоза, связанного с магмой, давшей анальцимовые габбро. Видимо, эти новообразования щелочного метасоматоза представляют некоторое значение для возможного отыскания в них редкоземельных и редких элементов.

ГЛАВА 4. БОРОНОСНЫЕ ФОРМАЦИИ

Применение понятия «бороносные формации», возможно, до некоторой степени является условным. Эта условность связывается с тем, что не все генетические типы боронакопления имеют широкое развитие и, соответственно, составляют постоянный член, характеризующий ту или иную группу пород, парагенетически связанных между собою. Не менее вероятно и то, что слабая изученность вещественного состава солеродных формаций Кавказа, явилась причиной кажущейся ограниченности в них миграции бора. Однако, анализ фактических материалов показывает, что в формациях, подверженных детальным исследованиям, концентрации бора почти во всех случаях обнаруживаются в повышенных величинах. Более того, оказывается, что величины этих концентраций находятся заметной зависимости от структурно-фациальной и геохимической природы данного комплекса, несущего тот или иной генетический тип боронакопления. Так, в эпигерцинских межгорных и краевых депрессиях неогеновые соленосные отложения всюду на Кавказе оказались бороносными. В тех же депрессиях палеогеновые отложения вплоть до верхнего олигоцена лишены борной минерализации. Для эндогенных комплексов на Малом Кавказе бороносными оказались предбатские гранитоиды и миоплиоценовые экструзии от среднего до кислого составов.

Такие, резко выделяемые закономерности размещения борной минерализации, о чём более подробно будет идти речь ниже, находятся в тесной связи с геолого-тектоническим развитием структурно-фациальных зон. Последние в своем формировании обнаруживают специфические осадконакопления, природу магматизма, металлогении и тектогенеза. В соответствии с этим и генетические типы борной минерализации в общем случае распределяются в парагенетической связи с существующими тектоно-структурными (по К.Н. Паффенгольцу) или структурно-фациальными зонами Кавказа.

Предварительная, далеко не полная систематизация фондовых и опубликованных материалов показывает, что на территории Кавказа может быть выделен ряд генетических типов борной минерализации, укладываемых по следующей схеме:

I. Эндогенный класс, в свою очередь разделяющийся на:

1. Гранитоидные и пегматоидные образования;
2. Скарны -- датолитоносные скарны;
3. Пневмато-гидротермальные -- турмалиноносные образования;
4. Турмалиноносные вторичные кварциты.

II. Экзогенный класс, включающий:

1. Лагунно-морские -- солеродные бороносные отложения;
2. Современные солёные озёра, их донные отложения, а также пересыхающие озера бессточных котловин;
3. Сопочные брекчии и воды грязевых вулканов;
4. Минерализованные воды;
5. Нефтяные воды.

Разумеется, данная схема может быть рассмотрена как первая попытка по разработке генетической классификации типов боронакопления на Кавказе.

Следует также отметить, что данная схема ни в какой мере не исчерпывает всю ту полноту сложного разнообразия борной минерализации, которая развита на территории Кавказа. Неслучайно автор, спустя многие годы, представил новую генетическую классификацию борной минерализации.

В соответствии с приведенной классификационной схемой ниже приводятся краткие сведения о геологических условиях залегания, характере и масштабах месторождений и проявлений бора на Кавказе. Более подробные данные по этим объектам имеются в соответствующих фондовых источниках, приводимых в списке литературы.

4.1. Эндогенная группа боронакоплений

Эндогенный тип концентрации бора в промышленных масштабах на Кавказе, пока что, известен для подкласса скарновых датолитонесущих образований.

В виде незначительных проявлений бор, в форме шерлового турмалина, отмечается в пегматитовых жилах в бассейне р. Баксан и связан с верхнепалеозойскими гранитами. Пегматитовые жилы мощностью от нескольких десятков сантиметров до 1-1,5 м близширотного и северо-западного простирания с падением на северо-восток и север с крутыми углами распространены, в основном, в скарнированном контакте гранитов с известняками. Сами граниты в апикальных частях и эндоконтактах подвержены заметной турмалинизации, площади которой не определены. Единичные химические анализы проб из таких гранитов показали присутствие борного ангидрида до 2-3%. Данная минерализация бора не представляет практического значения в виду экономически невыгодно параметров технологии извлечения турмалина. Некоторые гранитоидные интрузии Малого Кавказа в Кедабекском, Ходжавендском и других районах несут слабые проявления турмалинизации, также лишенной практического интереса.

Бороносные скарны, как отмечалось выше, на территории Кавказа в ряде мест имеют промышленное значение. К ним прежде всего относятся датолитонесущие скарны Северного Кавказа. Здесь, в окрестностях г.г. Минеральных Вод, Железноводска и др. в 1931 г. А.А. Герасимовым в скарнах из г.г. Золотой Курган и Бык впервые были отмечены заметные количества датолита. На основании этих материалов Институтом удобрения и инсекто-фунгицидов в 1932г. в указанном районе проводились геолого-поисковые и поисково-разведочные работы, которыми был обнаружен ряд новых бороносных участков. К ним относится г.г. Змейка, Верблюд, Шелудивая и др.

Разведочные работы проводились на г. Бык, результаты которых (с учетом данных поисков) позволили И.М. Курману отнести эти районы бороносных скарнов к промышленно перспективным объектам. В том же 1932г. упомянутым институтом работы были прекращены и лишь, начиная с 1955г., они были возобновлены Северо-Кавказским геологическим управлением.

Указанная группа месторождений бора расположена в полосе развития мезокайнозойских отложений, прорванных во многих местах разноразмерными, в целом маломощными, лакколитами и лакколитоподобными телами трахитов и трахилипаритов верхнетретичного возраста.

Наиболее древними отложениями района являются бурые и буровато-рыжие песчаники с известковистым цементом альба, трансгрессивно перекрываемые известняками и мергелями верхнего мела (турон и сенон). Над последними залегают глинисто-песчано- мергелистые породы стратиграфически нерасчлененного сенон-эоцена.

Вышеуказанные кислые трахитоидные эффузивы и интрузии по своему составу разделяются на авгит-рогообманковые, биотитовые с амфиболом и лейкократовые (лишенные цветных минералов) разновидности.

Экзоконтакты этих интрузий, особенно с известняками и мергелями, характеризуются интенсивным скарнообразованием. В них и обособлены значительные по размеру датолитовые залежи. Площади общей зараженности датолитом достигают нескольких сот квадратных метров, разбросанных по 17-и лакколитах указанных кислых и эффузивов. Поисками, проводимыми за последнее время, выявлены еще несколько пунктов боропроявлений и аналогичных с вышеуказанными участками геологических условиях, что свидетельствует о перспективности минераловодческого района на бор.

Анализ существующих фондовых и опубликованных материалов показывает, что повышенная борная минерализация в данной области находится в закономерной связи с природой геолого-тектонического развития Минераловодческого поднятия, в пределах которого и фиксируются месторождения и проявления бора. По существующим определениям ряда исследователей (В.Е. Хаин, Е.Е. Милановский и др.) упомянутое поднятие с востока и северо-востока огибается поперечным Колеусским глубинным швом, сочленяющим, соответственно, Терский и Восточно-Кубанский прогибы. Это же Минераловодческое поднятие к северу и северо-западу в виде относительно седловинного понижения соединяется со Ставропольской возвышенностью. Таким образом, Минераловодческое поднятие, составляя один из блоков эпигерцинской платформенной предкавказской депрессии, оказалось в зоне интенсивного развития разрывных поперечных и продольных структур глубинного заложения. Это обстоятельство, в свою очередь, обусловило заметную активизацию неогенового вулканизма кислого и щелочного состава, контролируемого глубинными тектоническими зонами.

Щелочной состав экструзивного вулканизма, в свою очередь, явился благоприятным фактором, резко повышающим растворимость борных соединений. Известно, что при сугубо амфотерных наклонностях бора, его соединения предельно растворимы при показателях потенциалов водородных ионов от 2-2.5 (кислая среда). В связи с этим, соответственно, что в экструзивных вулканических образованиях в виде трахитоидов и трахилипаритов, слагающих лакколиты Минераловодческого поднятия, имело место промышленное накопление бора. Вероятно, такая петрохимическая связь борной минерализации с неогеновым вулканизмом в краевых зонах эпигерцинских депрессий, сочленяющихся с альпийскими геосинклиналями, может быть принята как один из надежных поисковых критериев на бор. Известно, что в почти аналогичных с Минераловодческим поднятием геолого-тектонических условиях оказались датолитосодержащие скарны Нахчыванской области Азербайджана.

Все эти соображения позволяют считать, что площади с неогеновым вулканизмом щелочного состава, развитые вдоль поперечных (антикавказских) и продольных (общекавказских) глубинных зон разломов, или места пересечения и сближения последних представляют большой интерес в части нахождения в них повышенной борной минерализации.

Датолитосодержащие скарны Нахчыванской Автономной Республики Азербайджана, развиты в северо-восточных и северных краевых частях Нахчыванской эпигерцинской мульды. Впервые геолого-поисковые работы на бор здесь были начаты в 1959-60 г.г., в экзоконтактах миоплиоценовых экструзий андезито-дацитового состава с песчано-глинистыми, известково-песчанистыми и мергелистыми отложениями верхнего эоцена. Сами экструзивы г.г. Иландаг, Норашен, Алинджа и др. морфологически представляют несогласно залегающие столбообразные, куполовидные тела размером 2 x 3 км и меньше.

Указанные вмещающие экструзии андезито-дацитов осадочные породы верхнего эоцена и, частично, олигоцена заметно уплотнены, ороговикованы, местами скарнированы. Последние преимущественно гранат-диопсид-эпидотового состава. В них крайне неравномерно распределены зерна датолита в количестве, колеблющемся от нескольких до 50-60%.

Содержание борного ангидрида соответственно колеблется от первых десятых долей процента до 4-6%. Месторождение, по состоянию на 1962 г., находилось в стадии поисковой разведки, которой и были выявлены ряд интервалов с относительно повышенным содержанием датолита.

Из имеющихся, далеко не полностью собранных материалов, видно, что датолитосодержащие скарны г. Иландаг, генетические могут быть связаны с магмой, давший андезито-дациты в нижнеплиоценовое время.

Излияние её, по данным Ш.А. Азизбекова, сопровождалось образованием секущих куполовидных маломощных экструзий и контролировалось северо-западными глубинными разломами. Они хорошо фиксируются вдоль Дарридаг-Нагаджирской зоны разлома, которой

собственно и определяются северо-восточные и юго-восточные границы Нахчыванской межгорной мульды. Здесь, краевые части названной эпигерцинской мульды оказались сильно раздробленными глубинными разломами. По ним, как указывает Ш.А. Азизбеков, в обстановке интенсивных механических напряжений выжимались магматические растворы, обособившиеся в виде куполовидных и столбоподобных маломощных тел. Явно выраженная геохимическая специализация на бор для ранних постмагматических скарнообразующих производных и на халькофильные элементы более поздних гидротермальных растворов составляет характерные черты магмы, давшей плиоценовые экструзии андезито-дацитового состава.

Указанные магматогенные и структурные особенности формирования и размещения борной минерализации вполне могут быть отнесены к рациональным поисковым критериям.

Последние должны быть учтены при постановке работ по отысканию практически интересных концентраций бора на территории Нахчыванской мульды. Кроме того, второстепенные проявления датолита, представляющие скорее минералогический интерес, на Кавказе отмечены в ряде мест.

М.А. Кашкаем и его группой сотрудников датолит был описан в районе Кельбаджар в контактах гранитоидов с песчано-карбонатными породами неогенового времени.

Впрочем, специальных поисков на датолит здесь не проводилось, хотя необходимость их упомянутым исследователем неоднократно подчеркивалась. Проявления датолита были отмечены и на Шлухорском перевале /М.Н. Швабера, 1948/ Большого Кавказа среди среднеюрских вулканогенно-осадочных отложений. В линзах известняков, залегающих в плагиоклазовых порфиритах и реже, в диабазах, отмечаются небольшие скопления датолита. Последние отмечены (Г.В. Гвахария) также в осыпях андезито-базальтов окрестности г. Тбилиси.

Перечисленные проявления датолита изучены весьма слабо и они, представляя собой практически выгодное сырье на бор, заслуживают дальнейших исследований.

Борная минерализация в пневмато-гидротермальных образованиях в виде грейзена и грейзенизированных гранитов и вмещающих последние пород на Кавказе отмечаются в ряде мест. Все они представлены шерловым турмалином. На современной стадии разработки, экономически невыгодно извлечение бора из турмалина.

Это обстоятельство послужило основной причиной низкого уровня исследований турмалиноносных магматических комплексов.

Незначительные проявления турмалиноносных грейзенизированных плагиогранитов были отмечены автором в подножьях г. Айридаг Кедабекского района Азербайджана.

Турмалин с мелкочешуйчатыми агрегатами мусковитоподобного серицита при резко преобладающем вторичном кварце в виде мелких бесформенных пятен обнаружен в глубоком северо-западном эндоконтакте плагиогранитовой интрузии Славянки. Еще более незначительные проявления турмалина в мусковитизированных и серицитизированных гранитоидах были отмечены в некоторых пунктах Мегри-Ордубадского массива.

Сравнительно большим развитием пользуются на Кавказе гидротермальные проявления турмалина в виде турмалин-кварцевых жил в одних случаях и в других -- турмалиноносных вторичных кварцитов. Данные о первых приводятся в работе И.М. Курман -- согласно которой в Горной Осетии -- между Адайхонским массивом и г. Казбек в порфиритах диабазовых порфиритах, а также в их тектонически брекчированных разностях отмечаются турмалин-кварцевые маломощные жилы мощностью 0,10-0,15 м и меньше. Брекчии также сложены сплошным зернистым агрегатом турмалина. Такие же проявления турмалина, описываемые тем же исследователем, развито в юго-западной части Горной Осетии, в районе Мамисонского перевала. Какие-либо количественные определения в части содержания борного ангидрида в этих турмалиноносных комплексах или площадного развития их не приводятся. Аналогичные мелкокристаллические выделения турмалина в тонких (до 0,05 м) кварцевых жилах были отмечены нами в экзоконтактах Кедабекских кварцдиоритов.

Наиболее значительные площади турмалиноносных вторичных кварцитов были разведаны геологами Азгеоуправления в 1958-59 гг. на г. Айридаг (г. Косагор-Бугор) Кедабекского района Азербайджана. По их данным, турмалинизации подвержены сложные серии вторичных кварцитов, образованные в результате гидротермального метасоматического метаморфизма среднеюрских эффузивов. Данная площадь турмалиноносных вторичных кварцитов на Кавказе, пожалуй, является наиболее изученной и представляет типичные гидротермальные образования.

Количество турмалина (шерла) в этих кварцитах нередко достигает 70-80%, что позволило Азербайджанскому Геологическому Управлению в 1958-59 гг. произвести здесь поисково-разведочные работы на бор. Изучение материалов этих работ выявило ряд редко встречающихся явлений, связанных со сложной природой формирования как самих вторичных кварцитов, так и содержащегося в них шерлового турмалина.

Вторичные кварциты г. Айридаг, как отмечалось, представляют собою продукты гидротермального метасоматоза исходных вулканогенных кислых и средних по составу пород средней юры, и частично, порфировидных плагиогранитов предбатского возраста. Средняя юра представлена нижней вулканогенной (средний и нижний байос) толщей. Над ней с небольшим угловым несогласием (не более 15°) залегают покровные кварцевые порфиры верхнего байоса. Весь этот комплекс средней юры в районе г. Айридаг интродуцирован плагиогранитами.

Указанные юрские эффузивы, состоящие из различных порфиритов и их пирокластов, наряду с кварцевыми порфирами в пределах толщи г. Айридаг, в различной степени окварцованы, серицитизированы, хлоритизированы, эпидотизированы, турмалинизированы и каолинизированы с образованием сложной серии вторичных кварцитов.

Формирование последних протекало в генетической связи с эндогенной минерализацией, обусловленной предбатскими двукратными магматическими циклами. Одним из источников этих циклов явилась кислая магма, давшая многократные излияния покровов кварцевых порфиров, пользующихся широким развитием в Кедабекском районе. Завершающим этапом деятельности этой магмы явилось внедрение рудопроизводящих субвулканических кварцевых порфиров верхнего байоса, с которыми связаны промышленные медно- и серноколчеданные руды не только Кедабека, но и многих областей Малого Кавказа, что обстоятельно было доказано М.А. Кашкаем.

Эндогенной минерализацией субвулканических кварцевых порфиров вызваны гидротермальные преобразования вышеуказанных кислых и средних эффузивов байоса. Нижнемеловым магматизмом, обусловившим внедрение сложнофациального, преимущественно, кварцеводиоритового интрузива елецкого Кедабекского района, вызваны относительно небольшие по объему, но весьма широкие по физико-химическим диапазонам вещественные преобразования. Они представлены скарнами, скарнированными породами и вторичными кварцитами по верхнеюрским песчано-карбонатным отложениям и батским эффузивам.

Вторым во времени внедрения являются предбатские плагиограниты, с которыми связана бороносность некоторых разностей вторичных кварцитов, на коих Айридагские несут максимальную турмалинизацию.

Среди рассматриваемых турмалиноносных вторичных кварцитов удастся выделить турмалино-кварцевые, серицито-кварцевые, биотито-хлорито-кварцевые и актинолитохлорито-кварцевые разности. Вторичные кварциты, богатые турмалином, образуют маломощные, неправильной формы выходы размером порядка 10 x 18 м. На глубине не более 20-30 м, как показали буровые скважины, количество турмалина в них убывает. Содержание борного ангидрида в этих породах достигает 5-7%. Турмалин представлен отдельными кристаллами, сгруппированными в мелкие агрегаты размером 2 x 3 см. Местами отмечаются его радиально-лучистые агрегаты (турмалиновое солнце размером до 10 x 7 см).

Состав мономинеральной турмалиновой фракции, определенный химическим анализом лаборатории профессора И.С. Берлина Московского Института удобрения и инсекто-фунгицидов таков:

SiO_2 – 34,56 %

Fe -- 8,87 %

K_2O_3 – 39,0 %

B_2O_3 – 9,57 %

MgO -- 8,00 %

Спектроскопией в наиболее богатых турмалином вторичных кварцитах установлены: ванадий, олово, литий, никель, медь, свинец от первых сотых до тысячных и меньших долей процента.

Серицито-кварцевые вторичные кварциты, пользующиеся преобладающим развитием, несут наибольшую турмалинизацию.

В состав вторичных кварцитов в разных количествах входят: кварц, серицит, мусковитоподобные слюды, каолин, биотит, актинолит, турмалин, апатит, пирит, магнетит, рутил, андалузит и лимонит. Среди них основными минералами, определяющими выделенные выше фации гидротермального новообразования, являются кварц, серицит, хлорит и, отчасти, турмалин. В зависимости от относительного количества этих компонентов, в целом контролируемого физико-химическими факторами, и возникли типы парагенезисов Айридагских вторичных кварцитов. К таким статическим термодинамическим системам относятся турмалино-кварцевые, серицито-кварцевые и хлорито-кварцевые фации. Все они, как показали исследования, безусловно являются продуктом гидротермального метасоматического метаморфизма, вызванного предбатским и, впоследствии, осложненными верхнемеловыми магматическими циклами.

Весьма интересны черты поведения турмалина во вторичных кварцитах, свидетельствующие о метасоматическом и, частично, коллоидном характере его образований.

Одним из важных критериев отнесения турмалина к метакристаллам являются резко выраженные кристаллографические ограничения его в виде прекрасно образованных идиобластов.

Очень характерно частое развитие простых призматических форм турмалина. Присутствие многочисленных включений кварца в нём, а также сложные формы замещения первого с последним с образованием извилистых контуров коррозии, также свидетельствуют о метакристаллической природе турмалина. Нередко идиобласты турмалина в своих контурах напоминают очертания зерен кварца. Фоном таких псевдобластических выделений турмалина являются мелкозернистые агрегаты его и кварца.

Турмалин в мелкозернистых обособлениях, размером в сотые и меньшие доли миллиметра, весьма часто замещает вторичный кварц с образованием петельчатых, сложно-ветвистых и скелетовидных метакристаллических агрегатов. При этом замечено, что оптическая ориентировка турмалина в метакристаллах и его ответвлениях одинакова.

В других случаях турмалин замещает кварц длиннопризматическими шестоватыми агрегатами, радиально расходящимися от основного метакристалла с образованием обычных строений турмалинового сланца. В таких агрегатах, особенно на концах отдельных лучей, турмалин включает мелкие округлые зерна кварца, указывающие на незаконченность реакции замещения последнего турмалином.

Метакolloидные образования турмалина с типичными реликтами коломорфных строений зафиксированы в шлифах. Все они взяты из турмалино-кварцевых фаций,

заклученных в серицито-кварцевых новообразованнях. Следует отметить, что лишь в последнее время многими (А.Г. Бетехтин, В.Ф. Чухров, Т.Н. Шадлун и др.) признана возможность возникновения коллоидных систем при самых различных диапазонах температур и давлений.

Однако, всеми ими подчёркивается, сохранение метакolloидных реликтов для высокотемпературных эндогенных образований (каким является и турмалин) в силу их продолжительности и глубины существования маловероятно. В связи с этим, рассматриваемый случай нахождения метакolloидного турмалина с явно коломорфными реликтами его представляет большой интерес.

Турмалин данных образований в описываемых породах встречается в формах: 1. почковидных агрегатов, 2. кристаллически зональных и концентрически зональных строений и, наконец, 3. тонкодисперсных, скрытокристаллических масс. Помимо перечисленных явно коломорфных реликтов встречаются и слабо выраженные их разности в виде характерных трещинок усыхания кристаллических лапчатых агрегатах турмалина.

В некоторых шлифах, части метакolloида турмалина представлены относительно крупным (2,6 x 1,5 мм) почковидным агрегатом, срезанным в сечении, перпендикулярным к его кристаллической оси "С".

На этом разрезе почти в одинаковой степени четко выражены кристаллически и концентрически зональные строения. При этом, первые тяготеют к периферии метакolloида, а вторые -- к его центру. Ширина зон колеблется от еле заметных до тысячных и сотых долей миллиметра. Центр метакolloида состоит из скрыто кристаллической, совершенно неполяризующей, микроскопически аморфной тёмно-коричневой массы турмалина, также не дающей никакого эффекта в коноскопе. В этой массе отмечаются мелкие зерна и чешуи серицита, которые в некотором удалении от "аморфной" масса турмалина переходят в сплошные относительно крупнозернистые агрегаты кварца. При этом, оптическая ориентировка последнего и большинства единичных включений кварца в "аморфной" массе одинакова. В сечениях более или менее поперечных вышеуказанным концентрическим и кристаллическим зонам почковидного метакolloида турмалина отчётливо видны тоненькие, заметно извилистые трещины (шириной от сотых до тысячных долей миллиметра) в количестве порядка 16 штук. Лишь две из них наиболее широкие (0,02 - 0,1 мм) пересекают метакolloид на всю его толщину. Они в периферийной, ясно кристаллизованной части турмалина, выполнены тонкозернистым агрегатом кварца с неопределённой, микроскопически аморфной массой. Указанные трещинки, переплетаясь между собой, образуют типичную сетчатую структуру, напоминающие обычные трещины усыхания с полигональными фигурками в илистых массах.

Не менее интересно развитие подавляющего числа трещинок лишь в периферийной раскристаллизованной части метакolloида, который с приближением к его центральной аморфоподобной массе, постепенно суживаясь, исчезают. Отмечено, что с интенсивностью раскристаллизации турмалина, трещинки, расширяясь, выполняются кварцево-каолиновым веществом.

Среди вышеуказанных кристаллических и концентрических зон турмалина встречаются наиболее крупные зоны шириной до 0,3 мм микроскопически аморфного вещества, совершенно не реагирующего на поляризованный свет. Число таких зон ближе к скрытокристаллическому центру заметно увеличивается, и, с приближением к последнему, они незаметно сливаются в эту аморфную массу.

Такое поведение зон, нарастающих вокруг центра микроскопически аморфного турмалина в смеси с зернами кварца, свидетельствует о росте метакolloида в направлении к его периферии.

В других случаях коломорфное строение турмалина представлено недоразвитыми почковидными агрегатами. В них относительно хорошо образованные кристаллы турмалина образуются часто ломанные, зигзагообразные треугольной формы каемки шириной 0,05 мм с

его скрытокристаллической разностью. Трещинки усыхания в них также развиты в большом количестве, местами образуя многоугольные сетчатые формы.

Таким образом, основными признаками участия коллоидных систем в образовании турмалина служат:

1. Наличие почковидных агрегатов турмалина с концентрически и кристаллически зональным строением.

2. Исключительное развитие в таких металлоколлоидных почковидных агрегатах турмалина трещинок усыхания, часть которых выполнена кварцево-пелитовым веществом. Возникновение подобных трещинок является весьма характерным для колломорфных образований и связано с процессом удаления дисперсной среды при раскристаллизации геля. Эти явления, в данном случае, обусловлены постепенным исчезновением водно-кремнеземистых растворов, из которых в образовавшихся трещинках отложились кварц и пелитовое вещество в метаколлоидах турмалина.

3. Присутствие в центрах почковидных метаколлоидов скрытокристаллического (микроскопически-аморфного) турмалина совместно с зернами кварца, вокруг которых имело место наращивание тончайших зон турмалина. Видимо, зерна кварца сыграли роль затравки, способствующей выделению турмалинового коагулята. Концентрически и кристаллически зональное развитие турмалина обусловлено медленным, но ритмичным поступлением его гидрогелей, которые в силу слабо развитой в них диффузии в свою очередь вызвали прерывистость и во многом недоконченность формирования отдельных слоев турмалина. Неравномерное и слабое развитие диффузионного процесса, по всей вероятности, связано с градиентами температуры, давления и концентрации коллоидных систем.

Не менее интересны взаимоотношения турмалина с кварцем и слюдястыми минералами, свидетельствующие о специфических чертах формирования описываемых вторичных кварцитов. Всюду, как показывают исследования, с повышением содержания турмалина количество серицита и относительно маловстречающихся тонколистчатых агрегатов мусковита резко убывает. Замечено, что турмалин кроме кварца не менее интенсивно замещает серицит и мусковит. Это обстоятельство свидетельствует о раннем выделении слюд, на которые уже в более позднюю стадию предбатского времени с внедрением плагиогранитов накладываются явления турмалинизации.

В соответствии с этим, количество турмалина в серицито-кварцевых фациях не превышает 3-5 %, в то время как в турмалино-кварцевых новообразованиях он достигает 70-80 %. Наибольшее количество турмалина обособливается в породах, содержащих вторичный кварц. При этом мусковит появляется лишь в тех вторичных кварцитах, где серицит составляет более 15-20 %. В таких случаях мусковит, образуя листоватые выделения размером 0,1 x 0,5 мм, находится в близкой связи с чешуйчатыми агрегатами серицита. Самые замечательные наблюдения показывают, что между этими минералами отсутствуют признаки взаимного растворения. Они, по всей вероятности, образованы в одну фазу минерализации. Возможно, мусковит является продуктом перекристаллизации серицита, обусловленной наложенной минерализацией нижнемеловых палеогранитов. На этот процесс перехода серицита в мусковит не имела влияния турмалинизация. Самостоятельная фаза мусковитообразования, а также генетическая связь его с турмалинизацией в описываемых вторичных кварцитах исключается следующими обстоятельствами:

1. Крайне слабое и неравномерное развитие мусковита. Количество его в породах не превышает 10%, что является обычной величиной для вторичных кварцитов, образованных по кварцевым порфирам многих областей Малого Кавказа.

2. Отсутствие обособленных участков развития мусковита. Всюду этот минерал сопровождается преобладающим над ним серицитом. Некоторые увеличения количества мусковита наблюдаются в породах, подверженных заметной пиритизации. Известно, что во вторичных кварцитах, несущих промышленные сульфидные руды ряда месторождений Малого Кавказа мусковит, наряду с кварцем и сульфидом, является одним из главных, сопровождающих эти руды, минералом.

3. Повсеместно отчётливо наблюдается взаимное исключение турмалина серицитом и мусковитом. В наиболее богатых турмалином фациях мусковит и серицит отсутствуют. Незначительное появление турмалина в серицито-кварцевой и хлорито-кварцевой фациях обусловлено явно наложенной фазой минерализации, находится в резком обособлении от выделений мусковита и серицита.

Приведенные данные о минеральных ассоциациях и метасоматическом характере накопления турмалина с колломорфными реликтами вполне относят рассматриваемые вторичные кварциты к гидротермальным образованиям. Площадь интенсивной турмалинизации не превышает 0,3 кв.км при среднем содержании в породах борного ангидрида 2-3%. Ввиду практически невыгодных параметров извлечения борного ангидрида из турмалина данное месторождение пока что не представляет интереса.

4.2 Экзогенная группа боронакоплений

В первую очередь к этой группе относятся лагунно-морские типы борной минерализации. В пределах Кавказа такие боропроявления изучены крайне слабо. Некоторое исключение составляют галогенные отложения Нахчыванской мульды и связанной с ней Араратской впадины, в которых залегают промышленные месторождения каменной соли.

Названные геоморфологические единицы тектонически входят в состав Араксинского межгорного прогиба, расположенного между Малым Кавказом и Ирано-Анатолийским горными сооружениями.

Возникновение Араксинского межгорного прогиба связано со специфичными условиями развития одноименной структурно-фациальной зоны. Синклинальный прогиб последней во времени начался еще с палеозоя и с незначительными перерывами продолжался вплоть до средней юры (доггер). Начиная со средней юры и почти до конца палеогена зона испытывала поднятие.

Прогиб выполнен мощными лагунно-морскими отложениями миоцена и частично вулканогенно-осадочными образованиями олигоцена.

Таким образом, олигоценое время началось опускание Араксинского прогиба. Следует отметить, что эти отрицательные движение имени повсеместное развитие. Весь прогиб, в связи с этим, сложен рядом четковидно расположенных впадин, разделенных небольшими остаточными горсто- и сводообразными понятиями. Нахчыванская мульда представляет собою как раз одну из указанных впадин с преобладающими миоценовыми лагунно-морскими отложениями.

Таким образом, Нахчыванская мульда в своём формировании, в основном, контролировалось геолого-тектонической природой палеозойского (пермь) фундамента. Она от граничащей с ней Еревано-Ордубадской геосинклинальной складки отделяется глубинной зоной разлома, также осложненной рядом боковых разрывов. Вдоль этой зоны развиты гипабиссальные интрузии и экструзии, о которых говорилось выше. Все они по возрасту датируются как нижний плиоцен (Ш.А. Азизбеков).

Специализированные геолого-поисковые и поисково-ревизионные работы на бор в пределах мульды проводились Азербайджанским геологическим управлением, а в 1959-62 г.г. Кавказской комплексной геологической экспедицией с участием автора.

Анализ материалов, собранных этими работами, с учетом предыдущих исследований, показывает, что площадь мульды в смысле её бороносности пока еще не получила своей однозначной оценки.

В геологическом строении мульды принимают участие, в основном, вулканогенно-осадочные отложения олигоцена и значительные по своим мощностям миоценовые лагунно-морские породы. Последние почти полностью слагают Нахчыванскую мульду и они несут промышленные месторождения каменной соли.

По данным Ш.А. Азизбекова соленосная толща описываемой впадины расчленяется на нижний отдел, отвечающий верхнему олигоцену -- нижнему миоцену; средний отдел, относимый к тархан-чокракскому, караганскому и конкскому ярусам; верхний отдел, представленный ниже- и среднесарматским и верхнесарматским горизонтами. При этом нижний отдел соленосной толщи в свою очередь вверх по разрезу разделяется на базальную, красноцветную и туфогенно-осадочную и верхнюю -- пёстроцветную вулканогенно-осадочную толщ, трансгрессивно залегающие на палеозойских и частично, мезокайнозойских отложениях.

Базальный горизонт представлен красновато-бурыми базальными конгломератами, гравелитами и песчаниками, мощностью 70-150 м. Следующая по разрезу красноцветная туфогенно-осадочная толща сложена красновато-бурыми туфопесчаниками, алевро-туффитами, мелкообломочными туфобрекчиями, туфоконгломератами, местами глинами, песчаниками и др., мощностью 30-250 м.

Пёстроцветная вулканогенно-осадочная толща состоит из пёстроцветных глин, песчаников, алевролитов, кремнистых известняков, покрывающихся в районе г. Каширдаг пирокластическими, вплоть до автокластических образований андезито-дацитов. Мощность толщ колеблется от 60 до 500 м.

Тархан-чокракские песчаники, алевролиты, глины, мергели, местами известняки и тонкобрекчиевидные туфы андезитов несогласно перекрывают только что отмеченные верхнеолигоценовые -- нижнемиоценовые отложения. Мощность тархан-чокракских отложений составляет от 40 до 250 м. Караганский горизонт мощностью 100-600 м, представленный красновато-бурыми глинами, песчаниками, алевролитами и в низах солеродными отложениями в виде каменной соли, гипса и ангидрида (мощностью 40-80 м) фиксирован в восточной и центральной частях Нахчыванской мульды. Далее, серые и зеленовато-серые известковистые песчаники, алевролиты, глины и гравелиты конкского горизонта, мощности 60-350 м также отмечены не всюду. Они Ш.А. Азизбековым описаны в северной и центральной частях Нахчыванской мульды.

Этот горизонт подстилает ниже- и среднесарматские слои мощностью не более 650 м. Они сложены пёстроцветными гипсо-соленосными песчаноглинистыми отложениями и распространены в центральной части Нахчыванской мульды по линии г. Нахчыван -- пос. Шахтахты.

Верхнесарматские серые, светло-серые глины, песчаники и конгломераты, мощностью 100-150 м трансгрессивно залегают на ниже- и среднесарматские и более древние породы.

Как показали поисково-ревизионные и геоботанические исследования Кавказской и Централизованной экспедиций при Геологоразведочном тресте, а также систематизация существующих материалов, наиболее повышенные концентрации борного ангидрида в пределах центральной части Нахчыванской впадины отмечаются на участке Дюзчай. Последний сложен верхними и от части ниже- среднесарматскими зеленовато-желтовато-серыми глинами с прослоями галопелитовых образований, гипса и мергелей. Мощность верхнесарматских отложений достигает около 260 м. Помимо гипса в них отмечаются прослои (до 0,1 м) каменной соли. Эти отложения на участке образуют местную антикавказского субмеридионального направления синклиналиную складку.

Породы в крыльях синклинали имеют пологое, до 5°, падение, а в осевых частях ее -- 30-35°.

В солеродных (каменная соль, гипс и ангидрид) верхнесарматских отложениях довольно четко выделяются нижняя, собственно каменносолевая свита и верхняя гипсоносная с ангидридом фациально разнородная свита. При этом, мощность нижней свиты составляет порядка 90-100 м, а верхней -- 170 м.

Из этих свит наиболее бороносной оказалась верхняя, образование которой, видимо, во времени отвечает позднесарматскому. Видимо сильно кислая среда, имевшая место в период отложения нижней соленосной свиты, впоследствии сменилась слабокислой, вплоть до нейтральной. Этому предшествовало небольшое накопление сульфатов кальция, которое

впоследствии уступило место карбонатным соединениям. В этот докарбонатный период отложений и имело место относительно большее накопление борного ангидрида. Из этого перечня видно, что цикл солеродной седиментации уже в период отложения вышеуказанных фаций верхней свиты весьма благоприятствовал накоплению борных соединений.

Однако, диапазон существования данного бороносного интервала оказался ничтожным в силу общей тектонически мобильной обстановки самого верхнесарматского бассейна. В результате всего этого, объемы и величина концентрации борного ангидрида имеют незначительные размеры.

Так, мощность пластов с повышенной бороносностью составляет от 0,15 до 0,6 м для мергелей, от 3 до 5 м -- для глин и 3 до 4 м для соленесущих илистых материалов. Содержание борного ангидрида по данным колориметрирования серно-кислородного фильтрата в этих отложениях колеблется от сотых долей до первых десятых долей процента. Пласты пород с подобными концентрациями борного ангидрида по простиранию прослеживаются порядка 2-3 км и по падению до 0,5-1 км.

Интересен стратиграфический разрез описываемой верхней свиты, которая подразделяется на более или менее фациально индивидуализированные пачки. Последние снизу вверх представляются таким образом: (текст из описания геолога Наибова О. с некоторыми поправками наших исследований).

Пачка I -- зеленовато- и желтовато-серые слегка тонкопесчанистые глины с прослоями мергелей, гипса и ангидрида. Прослой мергелей увеличиваются вниз по разрезу и, как правило, каждый из них завершается тонкими (до 0,02-0,03 м) коржиками гипса. нижняя часть пачки сложено сильно загипсованными тонкозернистыми песчаниками мощностью до 1,5-2 м. Мощность же всей пачки составляет 30 м.

Пачка II -- разномзернистые, сильно загипсованные и во многих местах гравелистые песчаники с переходами в мелкообломочные конгломераты, несущие прослой зеленовато- и желтовато-серых глин, мощностью 0,3-3 м. Мощность пачки 45 м.

Пачка III -- те же зеленовато- и желтовато-серые глины с прослойками гипса и ангидрида, мощностью 15 м. Верхние слои глин заметно запесочены и более гипсоносны (мощностью до 0,10-0,15 м).

Пачка IV -- сильно загипсованные тонкозернистые слабо глинистые песчаники, мощностью 5-6 м вверх по разрезу через 2-х метровый слой глины зеленовато-серого цвета. Песчаники переходят в грубозернистые, гравелитовые разности с меньшей загипсованностью, мощностью 8 м.

Пачка V -- жёлтые, зеленовато-серые глины с прослоями (0,5-0,6 м) загипсованных песчаников и мергелей. Мощность пачки до 20 м.

Пачка VI -- слабо или вовсе не отсортированные разномзернистые загипсованные песчаники, гравелистые песчаники, гравелиты вплоть до мелкообломочных конгломератов с прослоями (0,3-0,5 м) желтовато-серых глин с редкими включениями гипса. Мощность в пачке составляет 18 м.

Пачка VII -- глины желтовато-серые и серовато-зелёного цвета с прослоями и мелкими включениями гипса. С появлением в верхних горизонтах запесоченных участков увеличивается количество прослоев гипса. Мощность пачки -- 25 м.

Пачка VIII -- песчаники, местами переходящие в гравелиты и мелкообломочные конгломераты и слабо загипсованы. В зависимости от уровня эрозионного среза мощность пачки колеблется от 3 до 10 м.

В связи с вышеуказанной природой неоднородного развития Нахчыванской впадины, всецело регулируемого структурным строением палеозойского фундамента, распространение верхней свиты также неравномерно. Оно, наиболее развито вдоль балки р. Дузчай. Содержание борного ангидрида несколько повышается в нижних горизонтах свиты (пачки I и II), которые хорошо обнажены вдоль названной балки. Оно колеблется от 0,05 до 0,2% и в

отдельных случаях до 0,3-0,4%. Такое содержание борного ангидрида фиксируется в галопелитах, глинах и мергелях.

Минералогическая форма нахождения борного ангидрида, несмотря на ряд микроскопических исследований, пока что не определена, за исключением некоторых, и то сомнительных, случаев. Таковым является описанный У. Эфендиевым колеманит в шлифах, отобранных в районе балки р. Дузчай. Этот минерал образует мелкопризматические кристаллы, вытянутые по оси "а" размером от десятых и до сотых долей миллиметра. Он бесцветен, со слабо лавандово-серым оттенком с показателем преломления в пределах 1,58-1,59 (определение произведено иммерсионной жидкостью). Интерференционная окраска минералов имеет зеленовато-синий цвет II порядка $N_g - N_p = 0,028$. Погасание прямое и положительное в отношении второго пинакоида. Величина угла оптических осей в двух определениях не превышала 30-32°, что на 6° у типичного колеманита.

Колеманитовые выделения в общей пелито-гипсоносной массе фиксируются несколькими единицами.

В остальных случаях микроскопические соединения бора не были фиксированы. Однако, на ряде обнажений вышеописанных галопелитов, мергелей и глин нижней и верхней свиты вдоль балки Дузчай были отмечены выцветы, корки и натеки белого порошковидного агрегата борного ангидрида в массе гипса и землистого материала.

Содержание борного ангидрида в этих агрегатах по данным калориметрии достигало 0,5-0,8%.

Кроме того, в пластовых водах, омывающих бороносные глины, мергели и галопелиты, содержание борного ангидрида составляет 1,5-2,5 г/л. Видимо, такое высокое содержание борного ангидрида возникло за счет растворения указанных бороносных пород нижней и верхней свит.

Рядом поисково-ревизионных скважин, пробуренных в районе балки Дузчай глубиной от 70 до 150 м, установлено резкое убывание, почти до кларковых, значений концентрации борного ангидрида. Замечено, что с появлением прослоев каменной соли по пробуренным породам содержание борного ангидрида резко уменьшается. Помимо кернов, определение этого компонента производилось и в промывочных водах скважин. В них также, содержание борного ангидрида уменьшалось с глубиной и появлением каменной соли.

Таким образом, заканчивая этот краткий обзор данных исследований борной минерализации в верхнетретичных лагунно-морских галогенных отложениях куда Нахчыванской мульды следует отметить:

1. Наиболее бороносными породами являются верхнесарматские солеродные отложения, развитие которых в пределах гетерогенно сложенной мульды возможно в более глубоких депрессиях или тектонических провалах.

Для выявления бороносных горизонтов верхнего сармата необходимы по всей мульде детальные геолого-структурные исследования.

2. В силу того же неравномерного прогибания Нахчыванской впадины весьма возможно появление богатых бором горизонтов и в более древних лагунно-морских отложениях.

В частности, к ним можно отнести некоторые горизонты гипсоносных пород верхнего олигоцена и нижнего миоцена, тяготеющие к краевым частям мульды.

3. В качестве весьма надежного поискового метода могут быть применены геоботаническое или биогеохимическое и гидрохимическое опробования.

Опыт первых подобных исследований показал, что зональное распределение растительности и различных концентраций борного ангидрида в водах обусловлено исходным содержанием этого компонента в коренных породах верхнего сармата.

4. В качестве косвенного доказательства о накоплении промышленных концентраций бора в палеоген-неогеновых отложениях Нахчыванской мульды могут служить вышеописанные датолитсодержащие скарны г. Иландаг. Здесь, экструзия андезито-дацитов нижнеплиоценового возраста несомненно питалась концентрацией бора, накопившийся ещё в лагунно-морских отложениях олигоценового и, особенно, миоценового бассейнов.

Изложенное вполне свидетельствует, что вопрос о перспективах нахождения практически интересных концентраций бора в Нахчыванской впадине остаётся в стадии решения.

В системе Араксинского межгорного прогиба на его северо-западном продолжении, как уже отмечалось выше, отмечаются еще несколько впадин или депрессионных участков, отдаленных друг от друга горстоподобными понятиями палеозойского фундамента. В указанной северо-западной части прогиба расположена Арагатская межгорная впадина, выполненная песчано-глинистыми, частью мергелистыми образованиями миоцена (сармат). в западной части впадины приобретают большое развитие пресноводные молласки миоплиоценового возраста (меотис и понт) мощностью 2,5-8 км. Все они покрываются мощными покровами базальтов -- от 200-250 м.

С северо-востока Арагатская впадина отделяется от Ереванского прогиба погребенным Чигиджинским поднятием, сложенным в низах метаморфическим нижнепалеозойским фундаментом, а в верхних горизонтах -- олигоцен-миоценовыми отложениями. Миоплиоценовые и отчасти олигоценовые отложения как Арагатской впадины, так и Ереванского прогиба в большинстве случаев несут мощные слои лагунно-морских фаций. Они сложены гипсоносными песчаниками, мергелями, глинам и песчано-глинистыми отложениями, а также типичными галеопелитами. В них не залегают мощные промышленные залежи каменной соли. Работами Даралагезской партии Армянского геологического управления установлена повышенная бороносность в галеопелитах и гипсоносных фациях сармата и миоплиоцена. Содержание борного ангидрида в этих образованиях достигает нескольких сотых и иногда первых десятых долей процента.

Стратиграфический разрез соленосной толщи в пределах Ереванского прогиба снизу вверх представлен таким образом:

1. Свиты гипсоносных пестроцветных глин, мергелей и песчаников с прослоями галеопелитов, мощностью, колеблющейся от 300 до 800 м. С севера и северо-восточных сторон от г. Еревана в низах свиты залегает мощная линзовидная залежь каменной соли с прослоями галеопелитов. Мощность линзы составляет порядка 700 м. Возраст свиты предположительно датируется как средний миоцен или нижние горизонты сармата.

2. Следующая, вверх по разрезу, фиксируется Разданская свита, представленная зеленовато-серыми слабо известковистыми глинами с прослоями песчаников, оолитовых и ракушечных известняков, а также пропластками гипсов и пиробитуминозных сланцев. Мощность свиты колеблется от 400 до 800 м. Возраст нижних горизонтов свиты относят к нижнему-среднему сармату, а верхних -- верхнему сармату.

Суммарная мощность всей солеродной толщины определяется порядка 1000 м, а толщина каменной соли -- 700 м.

Вышеприведенные данные колориметрического определения показывают, что концентрация борного ангидрида тяготеет к гипсоносным слабопесчанистым и слабоизвестковистым глинам.

Очевидно, накопление бора совпадало с некоторой нейтрализацией кислых сульфатонесущих растворов миоценового бассейна в связи с периодическим опреснением последнего, обусловленным отложением песчанистых фаций. эта картина химической среды

накопления бора вполне напоминают условия распределения его концентрации в Нахчыванской мульде, о чём подробно говорилось выше.

Изучение боронакоплений в системе Араратской впадины и Ереванского прогиба проведено слабо и крайне недостаточно. Между тем, ряд прямых и косвенных признаков чувствует о том, что площади этих структурных единиц являются весьма потенциальными в отношении нахождения в них промышленных скоплений бора. Такими признаками являются прежде всего широкое развитие солеродных лагунно-морских отложений. Значительные концентрации (2-1,5 г/л) борного ангидрида в подземных водах, омывающих эти породы, а также минерализованные глубинные воды Ортабек (р-н Даралагёз).

Для однозначного решения вопроса перспективной оценки бороносности названных площадей необходимо проведение комплексных геолого-геохимических исследований с одновременным изучением палеогеографии миоценовых и миоплиоценовых галогенных отложений.

Исмаиллинский район. Здесь Азербайджанским геологическим управлением (1958 г.) и Кавказской комплексной геологической экспедицией (1959-60г.г.), в пределах Лагичской межгорной впадины были выявлены повышенные концентрации борного ангидрида. Бороносными оказались майкопские солеродные отложения и некоторые сероводородные источники названной мульды.

В пределах площади порядка 100 кв.км проводились поисково-ревизионные исследования, которыми всё же не был решен вопрос практического значения бороносности данного района. Последний в геологическом отношении характеризуется преобладающим развитием майкопских песчано-глинистых и частично меловых отложений. Отложения майкопа в районе представлены его нижним и верхним отделами. Нижний отдел сложен тонкослоистыми глинами, переслаивающимися маломощными (до 0,3-0,4 м) слоями песчаников и глинистых песчаников. Суммарная мощность пород этого отдела майкопа достигает порядка 400-500 м (в районе пос. Лагич). С передвижением на север данные породы постепенно сменяются верхним отделом майкопа. Последний представлен тонкослоистыми глинами с редкими маломощными слоями песчаников глинистых песчаников, мощностью порядка 600-700 м.

Для нижнемайкопских отложений характерным является почти повсеместное развитие в них глин с ярозитом и гипсом. Гипс в них представлен тонкоплитчатыми, кристаллическими и нередко тонкопрожилковыми агрегатами в количествах, колеблющихся от нескольких единиц до 30-40 %. В таких гипсоносных глинистых и песчано-глинистых фациях содержание борного ангидрида достигает от 0,1-0,2 до 0,05%. Данными исследования установлено, что помимо бора в этих гипсоносных отложениях отмечаются повышенные содержания лития до 0,02-0,03 %. Отмечено также, что боропроявления находятся в тесной лито-парагенной связи с песчанистыми фациями, непосредственно сменяющими гипсоносные песчаники. Так, вдоль левобережья среднего течения р. Гирдыманчай песчанистые глины и песчаники, переслаивающиеся с гипсоносными глинами нижнего майкопа, по сравнению с последними несут большую концентрацию борного ангидрида (0,1-0,2%). Далее, замечено, что те разности песчаников и песчанистых глин, которые по разрезу значительно удалены от гипсоносных глин обычно несут кларковые содержания борного ангидрида.

Несколько иная картина распределения борного ангидрида наблюдается в майкопских отложениях бассейнов р.р. Вашачай и Голчай, расположенных западнее р. Гирдыманчай.

В гипсоносных глинах также как и в песчаниках и песчанистых глинах указанных бассейнов р.р. Вашачай и Голчай концентрация борного ангидрида почти одинакова, колеблясь в пределах от сотых и до первых десятых долей процента. Такое поведение борного ангидрида в этих песчанистых фациях нижнего майкопа, видимо, объясняется наличием в них большого числа сероводородных, щелочных источников с дебитом 0,2-0,5 –1 л/с. Воды последних по мелким трещинам всюду просачиваясь в толщу пород нижнего майкопа, при высокой растворимости борных соединений в щелочных растворах в какой-то мере явились источником вторичного отложения этого компонента. Оно, конечно, сопровождалось

некоторым обогащением растворов бором, в результате чего почти во всех гипсоносных глинах и песчанистых фациях нижнего майкопа в отличие от вышеуказанных разностей в бассейне р. Гирдыманчай оказались с повышенной борной минерализацией.

Не менее интересны структурные условия, которыми до известной степени контролируется распределение концентрации борного ангидрида в отложениях майкопа.

Прежде всего следует отметить, что возникновение описанных галогенных отложений в майкопское время связано с формированием в районе бассейнов р.р. Гирдыманчай, Вашачай и Голчай так называемой Лагичской межгорной мульды, в которой отложения мела и майкопа имеют центриклинальное поведение в бортах впадины. Последняя оказалась ограниченной с севера, юга, запада и востока глубинными зонами разлома, вдоль которых имели место вертикальные смещения, приводящие к депрессии ещё до меловой трансгрессии. В конце плиоцена депрессия начала испытывать поднятие, обусловившее формирование лагунно-морских солеродных отложений.

Борная минерализация оказалась повышенной лишь в завершающих седиментационные глинистые циклы песчанистых фракциях, что опять-таки связано с опреснением (скорее с нейтрализацией) кислых, богатых сульфидными анионами растворов.

На территории Северного Кавказа лагунно-морские бороносные образования, как показывают имеющиеся данные, стратиграфически развиты в палеоген-неогеновых и, частично, в мезозойских глинистых и слабосолеродных отложениях. Появление последних обусловлено регрессивной тенденцией конца верхнеюрского морского бассейна.

В связи с этим, в титоне, а возможно несколько раньше -- в конце кимериджа имеет место относительно мощное накопление гипсоносно-обломочного материала, перекрывающего известняки и доломиты. Мощность гипсоносных фаций составляет порядка 100-200 м, мощность же известняков и доломитов достигает порядка 600-700 м. Гипсоносные лагунно-морские отложения верхней юры развиты в Дагестане, Кабарде, в районе Кисловодска и в бассейне Лаби. Во всех этих образованиях гипс нередко с ангидридом образует пачки, переслаивающиеся с глинами и алевролита-глинами. В районе ст. Баракаевской мощность гипсо-ангидритовой толщи достигает 650 м, разработка которой продолжалась до последнего времени. Нижние горизонты нижнего мела (валанжин) На некоторых участках Дагестана и бассейна Лаби несут маломощные пачки гипсоносных песчано-глинистых фаций. Работами партии Северо-Кавказского геологического управления (1957-58 г.г.) изучалась бороносность названных отложений в Дагестане. Борный ангидрид отмечен в сотых долях процента в гипсоносных и песчанистых глинах. Перспектива бороносности районов Дагестана этими работами не была определена. Более широкие исследования бороносности галогенных отложений титано-валанжина территории Северного Кавказа с охватом Дагестана, Краснодарский и Ставропольский края проводились в 1958 г. ВСЕГЕИ. Проводились также исследования уже в 1959 г. Северо-кавказским геологическим управлением и Северокавказской группой партий Геологоразведочная треста №1. Все эти работы, в основном, были сосредоточены в вышеуказанных гипсово-ангидритовой толще титона бассейнов Кубани, Кумы, Подкумьска и Малки. Особо ревизировались месторождения гипса Бакса, Чечема, Чанахойя, в которых содержание бора чуть выше кларкового.

Однако, изучение материалов перечисленных исследований указывает, что последние методически и по всей тщательности имели существенные недостатки, ввиду чего, едва ли на основе этих работ можно дать отрицательную оценку перспективе бороносности галогенных отложений Северного Кавказа.

ГЛАВА 5. БОР В ПРОДУКТАХ ГРЯЗЕВЫХ ВУЛКАНОВ

Эти образования с давних пор являлись объектом неоднократных исследований с целью выявления в них практически интересных концентраций борного ангидрида. Особенно тщательно и планомерно они изучались на территории Абшеронского полуострова Гобустана Кавказской экспедицией при Геологоразведочном тресте №1.

На территории Кавказа, помимо указанных площадей, грязевые вулканы имеют большое развитие и на Таманском полуострове.

НИИ Академии Наук Азербайджана получены результаты по разработке технологической схемы извлечения борного ангидрида из сопочных брекчий в промышленные концентраты с использованием отходных сернокислотных вод Бакинских нефтеочистительных заводов. Эти данные технологии в существенной мере повысили интерес к рассматриваемому типу боронакопления. Технологические исследования упомянутым институтом проводились с учетом результатов таких же работ, проведенных в 1961г. Центральной химико-аналитической лабораторией при Геологоразведочном тресте.

Все эти исследования технологии извлечения борного ангидрида из сопочных брекчий в концентраты с использованием "бесплатных" реагентов показывают следующее:

при исходном содержании борного ангидрида в продуктах (сочные брекчий) грязевых вулканов от 0,07 до 0,5%, извлечение его с помощью водного, сернокислотного и щелочного (едкий натрий) выщелачиваний экономически является нерентабельными. При водном выщелачивании переход борного ангидрида в фильтрат составляет порядка от 30-50% (по данным вышеуказанной лаборатории) и 90% по определению Института неорганической и физической химии АН Азербайджана. Столь высокий выход борного ангидрида в водный фильтрат объясняется повышенной температурой последней, доводимой до 80°. Содержание борного ангидрида в водном фильтрате соответственно колеблется от 0,007-0,022 до 0,4%. Из этих данных видно, что результаты извлечения борного ангидрида в горячие водные вытяжки, полученные Институтом химии, более благоприятные для возможного применения гидрометаллургического и передела сырья.

При сернокислотном выщелачивании расход серной кислоты на извлечение тонны борной кислоты составляет 75 т при переводе борного ангидрида 80-90%, что является невыгодным. Невыгодным оказалось также щелочное выщелачивание, при котором для выхода в фильтрат одной тонны борного ангидрида требуется расход едкого натра в количестве 30 тонн.

Наиболее экономически выгодными оказались результаты технологических исследований вышеуказанного Института химии. Этими работами определены и уточнены условия применения сернокислотных вод, выбрасываемых в больших количествах нефтеперерабатывающими заводами г. Баку. Расход таких реагентов с переводом на 80% серную кислоту составляет порядка 48 тонн на извлечение одной тонны борного ангидрида в фильтрат. Помимо того, получены магниборовые концентраты, которые могут быть применены в сельском хозяйстве как ценные удобрения.

Таким образом, приведенные данные современной изученности технологии извлечения борного ангидрида из продуктов грязевых вулканов с применением отходных сернокислотных вод, вполне позволяют отнести последние к практически интересному борному сырью.

Проведенные исследования, с учетом результатов поисково-ревизионных работ Кавказской комплексной геологической экспедиции, определили реальные условия накопления и пространственного распределения бора в продуктах грязевых вулканов.

Гобустан и Абшеронский полуостров, в которых сосредоточены самые крупные грязевые вулканы Азербайджана, в геологическом отношении характеризуются развитием, в

основном, палеоген-неогеновых отложений песчано-глинистых, глинистых и подобных им пород различных свит майкопа и сармата. Плиоценовые отложения сложены известковистыми глинами, известняками, доломитизированный известняками и другими. Четвертичные отложения представлены глинами, песками и песчаниками. Мощность этих отложений достигает порядка 3000 м.

Грязевые вулканы, генетически связанные с газонефтяными месторождениями названных районов, пространственно тяготеют к местам прогиба осей антиклинальных складок. Встречаются вулканы и на крыльях и переклиналях антиклинальных складок.

Данные бурения глубоких нефтяных скважин показывают, что корни грязевых вулканов берут свое начало от стратиграфически различных горизонтов. Наиболее древними отложениями, захваченными корнями грязевых вулканов, являются верхнемеловые, песчано-карбонатные породы. Всего грязевых вулканов на территории Гобустана и Абшеронского полуострова насчитывается порядка 220.

Наиболее активно действующие вулканы пространственно приурочены к южным частям Гобустана и, частично, центральным участкам Абшеронского полуострова. Тектонически размещение грязевых вулканов обычно контролируется зонами разломов, развитых вдоль приосевых частей антиклинальных складок. Для южной и центральной части Гобустана принято выделить три подобные указанные зоны; к ним относятся:

- а) юго-западная зона, сложенная, главным образом, песчано-глинистыми и глинистыми отложениями олигоцен-миоценового возраста;
- б) юго-восточная зона; литологически представлена верхнеплиоценовыми песчано-глинистыми, песчано-карбонатными породами;
- в) и, наконец, зона Алятской гряды, сложенная средне- и верхнеплиоценовыми отложениями.

Первая из перечисленных зон характеризуется развитием крупных брахикуполовидных поднятий антиклиналей, разделенных относительно широкими депрессиями. При этом складки направлены на северо-запад.

Другие зоны также отличаются развитием подобных складок, но несколько приближающихся к нормальному типу, где антиклинальные и синклинальные структуры имеют более или менее равномерное развитие.

На площадях развития этих зон выделяются многочисленные складки, к которым приурочены крупные грязевые вулканы. Так, гекюрахтатический антиклинальный пояс близширотного простирания вмещает в себе вулканы Аяхахтарма, Нардаранахтарма, Сулейман (действующий), Адживели и другие. Вдоль Умбакинской складки майкопские отложения повержены интенсивному дроблению в связи с имеющимся здесь надвигом. Последним северное крыло данной складки надвинуто на южное с амплитудой порядка 1000 м. К надвигу приурочены многочисленные грифоны и сальзы, а к периклинальной части складки -- крупный грязевой вулкан Календар-Ахтарма.

Несколько южнее Гирда-Каландартепинского антиклинального пояса в том же субширотном направлении протягивается Тамшардан-Клыч-Кянизадагский антиклинальный пояс, между которыми залегает относительно широкая синклинальная депрессия. Данный пояс сложен рядом антиклинальных складок, к которым относятся Арзаны-Клычская, Тоурагечайская, Большая Канизадагская и другие.

К последним приурочены грязевые вулканы Ташмардан, Клыч, Тоурагай, Большой Кянизадаг, Готырлык и другие.

Не менее интересна, в части развития грязевых вулканов, Алятская гряда, протягивающаяся от хребта Ташмардан до мыса Алят порядка 35-40 км. Алятский антиклинальный пояс состоит из ряда антиклинальных складок. К ним относятся Айрантёкянская, Батидашская, Солахайская, Котурдагская, Дашгиль-Дилянизская и другие антиклинали, отделенные друг от друга синклинальными депрессиями. Сами антиклинальные складки сложены отложениями продуктивного яруса и в перифериях обрамлены породами

акчагыльского и абшеронского ярусов. Направление Алятской гряды -- общекавказское. К ним также приурочены крупные грязевые вулканы -- Айрантёкянский, Котурдагский, Дашгильский, Дилянйский, Солахайский и другие.

В октябре 2008 грязевой вулкан Айрантёкян вновь дал мощное извержение грязепродуктов с бурным выделением углеводородных газов. По предварительным данным выбросы материалов типа сопочных брекчий этим вулканом определяются в объеме порядка 2- 2,5 млн.куб. метров.

Грязевые вулканы в пределах Абшеронского полуострова развито в его западной части, тесно примыкаемой к юго-восточному Гобустану. Здесь, известны вулканы Боздаг (Гобу), района Бинагады, Кейреки и другие, сравнительно мелкие, проявления. Грязевые вулканы, как отмечалось выше, в основном, развиты в Гобустане. Абшеронская группа вулканов также приурочена к антиклинальным складкам, развиваясь в зонах разломов, протягивающихся вдоль приосевых частей этих складок.

Морфологически грязевые вулканы представляют собой подобие усеченного конуса с относительными высотами 200-350-500 м. Кратеры вулканов расположены на вершинах высот. Диаметры кратеров наиболее крупных вулканов достигают 300-400 м, а самого основания их 2000-3000 м. Наиболее крупными вулканами Гобустана и Абшерона являются Большой и Малый Кянизадаг, Тоурагай, Готурдаг, Айрантёкян, Дашгиль и другие.

Размеры вулканов зависят от количества извержений и выбрасываемого материала.

Грязевые сопки также имеют конусовидную форму высотой до 20-25 м. Жерла, по которым поступают материалы сопочной брекчий, имеют диаметры от нескольких метров до 10-20 м. Основания грязевых сопки имеют диаметр порядка 30-500 м.

Изучение концентрации борного ангидрида в грязепродуктах приводилось на основе данных полевого в колориметрирования с частичным контролированием путем количественного анализа. Наряду с этим, учитывались результаты спектроскопического количественного анализа. Материалы подобных аналитических исследований, в основном, брались из лаборатории Кавказской комплексной геологической экспедиции.

Следует заметить, что метод колориметрирования, в силу его незначительный точности, в ходе проведения полевых опробований использовался для качественного определения борной минерализации.

Систематизацией аналитических определений удалось установить, что изменение концентрации борного ангидрида зависит прежде всего от вещественного состава самих сопочных брекчий. При большом многообразии последних исключается наличие какой-либо закономерности в изменении содержания бора с глубиной. Замечено, пелитоморфные глиноподобные материалы свежих излияний содержат сравнительно больше борного ангидрида. Оно достигает в каких породах нескольких килограммов борного ангидрида на тонну породы. Относительно древние грязепродукты меньше содержат борного ангидрида (0,06-0,09 %). Интересны данные исследований условий концентрации борного ангидрида в грязепродуктах различных вулканов в зависимости от их возраста.

№ п.п.	Наименование вулканов	Прежние извержения	Современные извержения
		Содержание борного ангидрида в %	Содержание борного ангидрида в %
1	Дашгиль	0.08	0,15
2	Дашгиль	0.15	0,2
3	Календарахтарма	0.2	0,3
4	Календарахтарма	0,1	0,25
5	Календарахтарма	0,21	0,2
6	Календарахтарма	0,12	0,4
7	Боздаг (Гобу)	0.09	0,12
8	Боздаг (Гобу)	0.06	0,1
9	Боздаг (Гобу)	0.07	0,9
10	Ташмардан	0.2	0,3
11	Ташмардан	0,15	0,2
12	Ташмардан	0,2	0,25
13	Кейреки	0.09	0,12
14	Кейреки	0.08	0,10
15	Кейреки	0,1	0,13

Приведенные в таблице данные вполне подтверждают вышеуказанное положение о прямой зависимости изменения концентрации борного ангидрида от относительного возраста грязепродуктов. Наряду с этим отмечается некоторое уменьшение содержания борного ангидрида в вулканах, находящихся в местах приближения их к прибрежным участкам Каспийского моря.

Так, например, грязепродукты вулканов Алятской гряды, расположенные на побережье, подвергаясь постоянному промыву морской водой, несут близкокларковые и меньше содержания борного ангидрида. Видимо, этими водами исходные концентрации борного ангидрида в грязепродуктах в существенной мере разбавлялись, в виду чего в них отмечаются низкие содержания бора.

По материалам полевых наблюдений, с учётом данных ручного бурения короткометражных скважин, пройденных вышеупомянутой Кавказской комплексной геологической экспедицией, приводятся краткие сведения о бороносности наиболее крупных грязевых вулканов рассматриваемой территории.

Календарахтарма -- грязевой вулкан, расположен в 100 км на юго-запад от г. Баку. Вулкан над мелкохолмистой пустыней Гобустана возвышается на 300-350 м. Площадь распространения продуктов его выбросов в виде грязебрекчиевых материалов составляет порядка 7 кв.км со средней мощностью 40-35 м. По результатам вторичного

колориметрирования проб, отобранных из брекчиевого материала в шурфах, канавах и скважинах ручного бурения, содержание борного ангидрида колеблется от нескольких сотых долей процента 0,5 %. Следует иметь в виду, что относительно высокие показатели содержания борного ангидрида приходится на брекчии более свежего выброса. Последние весьма неравномерно развиты и почти не поддаются площадному оконтуриванию, т.к. всюду перемешаны с брекчиями ранних выбросов с содержанием борного ангидрида 0,03-0,06 %.

Грязевой вулкан Боздаг (Гобу) расположен в 2 км на северо-восток от пос. Хырдалан. Площадь, занимаемая вулканическими выбросами, составляет 1,5 кв.км. Относительное превышение вулкана достигает около 300 метров. Среднее содержание борного ангидрида не превышает 0,15 %. Грязевой вулкан Айрантёкян расположен в 20 км на северо-запад от железнодорожной станции Аляты. Относительное превышение вулкана достигает 300 м, площадью порядка одного квадратного километра. Содержание борного ангидрида колеблется от сотых до первых десятых долей процента.

Грязевой вулкан Чеилахтарма расположен в 80 км к западу от города Баку. Абсолютная высота вулкана равна 270 м. Вытянут он в субширотном направлении, длиной порядка 3 км и шириной 0,6-0,7 км. Вулкан представляет собою группу грифонов, сальз и сопки, на которых действующими являются 60 (на 1/V-2010 г.). Содержание борного ангидрида, обычно, не превышает 0,15 %.

Грязевой вулкан Большой Кянизадаг расположен в 55 км к юго-западу от города Баку, вблизи железнодорожной станции Дуванный. Он возвышается над мелкохолмистой равниной на 350-400 м. Площадь развития брекчиевого материала составляет около 1,8 кв. км. Последнее, наиболее бурное выделение вулкана имело место в 1950 г., продукты которого расположены на вершине вулкана. Содержание борного ангидрида в этих продуктах выброса не превышает 0,3 %.

Грязевой вулкан Дашгиль расположен в 9 км на север от железнодорожной станции Алят и входит в Алятскую группу вулканов. Вулкан Дашгиль несколько вытянут в широтном направлении с высотой 300 м. В пределах кратерного поля отмечаются 20 действующих грифонов, выделяющих газ и грязепродукты в небольших объемах. Площадь распространения брекчий и других грязепродуктов Дашгиля составляет около 1,3 кв.км. Содержание борного ангидрида превышает 0,4%.

Другие крупные вулканы -- Гегярчин или Кирдаг, Деляниз, Котурдаг, Солохай, Давалендаг, Аязхтарма, Сулейман и Нардаранхтарма, как показали данные колориметрического определения, характеризуются содержанием борного ангидрида до 0,5% и меньше. В редких случаях отмечаются пробы с содержанием борного ангидрида 0,7-0,8 %.

По ряду грязевых вулканов производились спектральные полуколичественные анализы, показавшие присутствие в грязепродуктах кремния, алюминия, магния, кальция, железа, титана до 0,01%, марганца, никеля, кобальта, меди, свинца – 10^{-3} .

Определением пламенной фотометрией в грязепродуктах отмечены: литий--0,03-2%; рубидий--0,01- 0,03% и цезий-- 0,001-0,006%.

Таким образом, приведенные материалы относительно бороносности грязепродуктов (сопочные брекчии) грязевых вулканов, свидетельствуют о повсеместной, повышенной концентрации борного ангидрида в них. Вышеуказанные результаты технологического испытания сопочных брекчий с применением бесплатного реагента отходных сернокислотных вод позволяют считать практически выгодным такие концентрации (0,4- 0,5%) борного ангидрида. В связи с этим, дальнейшими исследованиями должны быть уточнены группы грязевых вулканов, несущих борный ангидрид в количествах от 0,4% и выше.

Разумеется, на современной стадии изученности очень трудно дать какие-либо однозначные определения литофациальным и структурным условиям распределения бора на обширных полях развития грязевых вулканов, тем более, что в настоящее время трудно определить геохимико-минералогические среды накопления этого элемента в продуктах грязевых вулканов. Однако, судя по относительно высокой извлекаемости борного ангидрида

в фильтрах горячих вод, кислот и едкого натрия можно предположить, что бор в грязепродуктах (сопочных брекчиях) обособливается в гидроборатах.

Указанные нерешенные вопросы должны быть учтены дальнейшими работами по промышленной оценке бороносности грязевых вулканов. При полученных институтом неорганической и физической химии АН Азербайджана положительных результатов исследований технологии извлечения бора из грязепродуктов с учётом весьма благоприятных технико-экономических условий, создалась реальная возможность решения задачи о промышленном использовании грязепродуктов.

5.1. Бороносные грязепродукты Таманского района и Грузии

На территории Таманской слабо-складчатой структурно-фациальной зоны получили значительное развитие грязевые вулканы и сопочные брекчии. Ими охвачены Таманский и Керчинский полуострова. на этих островах были изучены почти все грязевые вулканы, в количестве порядка 30.

Грязепродукты развиты на вулканах Горелая, Булганак, г. Гнилой, Джай-тапа, Насыр, Джарджа и др. Мощность сопочных брекчий и грязепродуктов колеблется от 10 до 40 м. Содержание борного ангидрида колеблется от нескольких сотых до первых десятых долей процента. В сопочных водах борный ангидрид достигает 0,3-0,2 г/л. Поисково-разведочные работы на этих вулканах проводились геохимразведкой (1954 г.) и позже (1959- 60 г.г.) Северо-Кавказской группой партий Геологоразведочного треста с целью промышленной оценки их бороносности. Ввиду низких содержаний борного ангидрида, работы эти были прекращены. Однако, значительные объёмы бороносных грязепродуктов Таманского и Керчинского полуостровов, с учётом положительных данных технологического испытания могут быть в дальнейшем использованы для получения борного сырья. Видимо эта задача может быть решена с получением положительных результатов, намечаемых геохимической экспедицией работ по промышленной оценке бороносности грязепродуктов Абшеронского полуострова и Гобустана.

Грязевые вулканы на территории Грузии развиты в Кахетинской области, где число их достигает порядка 35. Они изучены весьма слабо и, возможно, число вулканов и сопков грязепродуктов значительно превышает указанное число. Эпизодическим опробованием брекчиевого материала данных вулканов установлено содержание борного ангидрида от первых до сотых и меньших долей процента.

ГЛАВА 6. СОВРЕМЕННЫЕ СОЛЯНЫЕ ОЗЁРА, ИХ ДОННЫЕ ОТЛОЖЕНИЯ, А ТАКЖЕ ПЕРЕСЫХАЮЩИЕ ОЗЕРА БЕССТОЧНЫХ КОТЛОВИН

Названный тип боронакопления на территории Кавказа изучен слабо и крайне неравномерно. Сравнительно детально исследованы боропроявления современных соляных озёр и их отложения на Абшеронском полуострове.

Впервые такие исследования проводились Геологическим управлением Азербайджана (Ф.В. Мустафабеили) и затем Кавказской комплексной геологической экспедицией (1959-60г.г.).

Известно, что на территории Азербайджана различных типов озёр превышает 250. Они, по происхождению, разделяются на эрозионно-речные, абразивно-аккумулятивные и реликтовые. Соляные бороносные озера полностью включаются в группу реликтовых озёр, число которых достигает порядка 30-40. Эти озера -- бессточные, являясь отшнурованными от Каспийского моря, и располагаются от последнего на 25 км. Из этих озёр добывается поваренная соль. Наиболее крупными из них являются Бёюкь-Шор, Масазыр-гёль, Бюль-Бюля и другие. При этом, озеро Бёюкь-Шор -- бессточное, самоосадочное и солёное. Основное питание его составляют атмосферные осадки, грунтовые воды и сбросовые воды из буровых скважин. В период проведения работ размер озера составлял 0,5х2 км со средней глубиной 0,5 м. В воде озера содержится заметное количество магния и нафтенных кислот.

Химический состав соли по данным промысловой лаборатории:

NaCl – 97,61 %

MgCl₂ – 0,15 %

MgSO₄ – 0,013 %

CaSO₄ –

NaJ –

NaBr –

} тысячные доли процента

Нерастворимый остаток – 0,3

Литологический разрез донных отложений озера Бёюкь-Шор таков (сверху вниз):

1. Слой соли мощностью 5-8 см – в центральной части озера и 2-4 см – в береговой части;
2. Грязь желтая с неравномерным развитием, мощностью 5-30 см.
3. Грязь черная, состоит из 2 слоев мощностью каждого из них до 5 см и до 20 см.
4. Зелено-серая глина в виде корки.

Данными исследований с учётом поисково-ревизионного опробования вышеупомянутой экспедиции (Г.Ю. Ибрафимов-1960г.) содержание борного ангидрида в водах рассматриваемого озера колеблется от 50 до 200 мг/л. Следует заметить, что показатели концентрации борного ангидрида в самих солёных водах во времени и по участкам озера не постоянны. В осенне-зимнее время содержание борного ангидрида в водах достигает своих минимальных значений. В летнее время оно заметно повышается до 100-200 мг/л. Эта изменчивость содержания борного ангидрида объясняется повышением кислотности в летнее время, в связи с чем растворимость борных соединений заметно увеличивается. В донных илистых осадках содержание борного ангидрида не превышает 0,01-0,03 %.

Озеро Масазыр-Гёль, расположенная в 0,2 км от одноимённой деревни, имеет площадь порядка 10 кв.км. Оно по своему характеру и составу весьма аналогично вышеописанному. Состав соли озера Масазыр таков: NaCl – 95,69 %, MgCl_2 – 0,69 %, CaSO_4 -- 1,74 %, нафтеновые кислоты – 0,03 %, и сухой остаток -- 1,44 %. Бороносность соляных вод озера Масазыр по сравнению с оз. Бёюк-Шор и Бюль-Бюля заметно низка и достигает 0,10-0,05 мг/л.

Другие озера -- Бюль-Бюля, Шор-Гёль и другие второстепенные повсеместно развиты на Абшеронском нефтеносном полуострове. Все они почти питаются за счёт сбросных нефтяных вод.

Содержание борного ангидрида в них колеблется от нескольких десятков до сотых долей грамма на литр.

Ввиду того, что бороносность соляных озёр и их современных осадков крайне слабо изучена, при повсеместной их зараженности бором и наличии благоприятных экономических условий заслуживает более детальных исследований. в этой части необходимо уточнение величин концентрации борного ангидрида, увязки их с нефтеносными водами и в некоторых случаях, с грязевыми вулканами с целью определения перспективных площадей на борную минерализацию.

На западном побережье северной половины Каспийского моря, в системе Терско-Сумской эпигерцинской депрессии развиты многочисленные соляные пересыхающие отшнурованные озера и солончаковые поля.

По редким рекогносцировочным маршрутам, приведённым Кавказской комплексной геологической экспедицией в солёных водах этих озёр отмечались содержания борного ангидрида порядка 10-15 мг/л.

В Тарумском районе Дагестанской Республики также пользуются широким развитием периодически высыхающие соляные озера и солончаковые поля. в водах установлен борный ангидрид 30-40 мг/л, а в донных осадках -- 0,03-0,04 %.

Приведённые данные рекогносцировочных исследований показывают, что западное побережье Каспия на интервалах Дагестана до самых северных частей Терско-Кумской впадины представляют интерес в отношении проведения детальных исследований бороносности современных соляных озёр и солончаковых полей.

6.1. Бороносные минерализованные воды

Этот тип боропроявления на Кавказе пользуется значительным развитием, но так же как и другие бороносные фации слабо и неравномерно изучен.

Эпизодическими исследованиями были охвачены некоторые площади Северного Кавказа. Более или менее систематические поисково-ревизионные работы проводились на территории Азербайджана и Армении силами местных геологических управлений и партиями централизованной экспедиции Геологоразведочного треста № 1. В Армении бороносные минерализованные пластовые, трещинные и другие подвергались этим исследованиям, начиная с 1958-59 г.г. Работы велись комплексно -- помимо гидрогеохимического и геохимического опробований, применялись также геоботанические исследования.

Изучению бороносности подвергались природные воды Севанского бассейна, включая поверхностные, грунтовые и напорные воды. При этом установлено, что содержание борного ангидрида в речных водах колеблется от первых десятых до сотых и меньших долей процента. Воды же озера Севан содержат борного ангидрида порядка 1-1,3 мг/л и местами до 5 мг/л.

Грунтовые воды с минерализацией до 500 мг/л являются пресными и, в основном, гидрокарбонатными.

По составу катионов эти воды относятся магниевое-кальциевым и кальциевое-магниевым с незначительными проявлениями кальциевое-натриевых, натриево-кальциевых типов. Воды, в основном, гидрокарбонатные щелочного состава при низких концентрациях сульфатов и

хлоритов, что обусловлено преобладающим развитием в рассматриваемом районе магматических пород основного и ультраосновного состава. Содержание борного ангидрида в них не превышает 1-2 мг/л.

Работами вышеуказанных организаций установлена закономерная связь борной минерализации в водах с основными и ультраосновными породами. Воды первых обычно содержат борный ангидрид -- 1-1,2 мг/л, ультраосновных -- 0,3-0,4 мг/л. Видимо, такое различие в показателях концентраций борного ангидрида объясняется относительно большей щелочностью вод, омывающих основные породы, у которых потенциал водородных ионов достигает 9. Далее отмечается прямая связь относительно высоких концентраций борного ангидрида с повышением минерализации вод. Следует также отметить, что относительно повышенные концентрации бора в водах, омывающих основные и ультраосновные породы, а также их лиственитизированные и серпентинизированные новообразования по всей вероятности обусловлены значительной магниевой минерализацией. Магний, как показывают химико-технологические исследования в водно-щелочных средах, является хорошим "поглотителем" бора с образованием водно-магниевого борного растворимых соединений. Напорные воды бассейна Севан, в основном, развиты в юго-восточной периферии озера, а также в Джермуг-Кемирдагском районе. В системе названного бассейна в пределах Мазаринской депрессии выделяются два водонапорных горизонта: нижний, с водоупорным горизонтом песчано-глинистого состава миоценового возраста, дебит вод которого составляет 1,5-2,2 л/сек на один метр, второй -- водонапорный горизонт, мощностью 10-15 м с дебитом 1,2 л/сек на один метр. Воды в химическом отношении нейтральны и содержат борного ангидрида порядка 0,1-0,32 г/л.

Минеральные воды Севанского бассейна приурочены к зонам глубинного разлома, которыми, собственно, и регулировалось общее геотектоническое развитие Армянского нагорья.

В системе Севано-Курдистанской синклинальной складки минеральные источники, развиваясь вдоль этих глубинных разломов, оказались во многом бороносными. Воды умеренно минерализованы гидрокарбонатно-сульфатного или сульфатно-натриево-кальциевого состава. Главными анионами являются гидрокарбонат, хлор и сульфат, катионами -- натрий и кальций отчасти магний. Содержание борного ангидрида в минеральных водах колеблется от 3 до 50 мг/л.

Бороносность минеральных, речных и других вод района, куда входит и Джермук-Кысирдагский район, исследована партиями Геологического управления Армении и Геологоразведочным трестом №1. Иными словами район этот охватывает часть бассейна р. Арпа. В его геологическом строении принимают участие песчано-карбонатные отложения верхнего мела с видимой мощностью 300 м. Они в пределах участков исследования перекрываются вулканогенно-осадочными отложениями эоцена, мощностью до 600 м. Все эти породы в ряде мест прорываются малыми гранитными интрузиями миоплиоценового возраста. Местами, вдоль северо-западных разрывных структур экзо- и эндоконтакты этих интрузий подвержены гидротермальному метаморфизму с сульфидной минерализацией.

Наиболее высокие пункты района покрыты четвертичными лавовыми покровами базальтов и андезито-базальтов.

Поверхностные воды района несут весьма ничтожные концентрации борного ангидрида, составляют десятые и сотые доли миллиграмма на литр. Воды же, где они смешиваются с водами из минеральных источников участка Орботех, содержат борный ангидрид до 20-30 мг/л.

Пластовые воды в отношении их бороносности представляют наибольший интерес. Выходы пластовых вод в виде минеральных источников тектонически контролируются разрывными нарушениями, развитыми в системе антиклинальной складки северо-западного направления.

Источники Орботех, приуроченные к одному из таких разрывных нарушений расположены в мощном травертиновом щите. Содержание борного ангидрида в источниках

колеблется от 300 до 400 мг/л. Источники сел. Ехегис содержат борный ангидрид до 200 мг/л. Встречаются и другие источники минеральных вод, несущих борный ангидрид -- 3-15-20 л/сут. Дебит вод этих источников колеблется от 10000 до 25000 л/сут.

Приведенные далеко неполные данные о бороносности вод Армении свидетельствуют о том, что наиболее перспективными в части нахождения практически интересных концентраций борного ангидрида являются минеральные воды района сел. Ехиг, заслуживающие постановки детальных исследований. Следует полагать, что данный район, находясь на северо-западном продолжении Дебаклинской рудоконтролирующей зоны в существенной мере предопределяет геохимическую специализацию последней не только на халькофильные элементы, но и на бор. Вероятно, стратиграфически верхние горизонты Дебаклинской зоны в диапазонах миоцен-плиоцен оказались наиболее благоприятными для накопления бора в минеральных пластовых водах.

ГЛАВА 7. МИНЕРАЛЬНЫЕ ИСТОЧНИКИ СЕРНОВОДСКА И АЧАЛУКСКА

Эти источники расположены в пределах Терско-Сунженско-Дагестанской слабоскладчатой зоны.

Серноводские минеральные источники находятся в 50 км к западу от г. Грозного. Ачалуцкая группа минеральных источников расположена в 24 км на запад от г. Малгобек. Эти минеральные воды изучались Н.А. Григорьевым и А.К. Черцовым в связи с региональными гидрогеологическими исследованиями источников минеральных вод всего Северного Кавказа. Ими выделена гидрохимическая провинция щелочно-сероводородных терм второго средиземноморского яруса.

Провинция составляет полосу, охватывающую миоценовые песчано-глинистые отложения Предкавказья на интервале от р. Уруп на западе и до р. Самур на юго-востоке.

Воды исследованных источников характеризованы также с точки зрения их бальнеологических свойств.

Несколько позже, в 1957-59 г.г., Кавказской Гидрогеологической Экспедицией проводились широкие гидрогеологические исследования, охватывая также минеральные источники Серноводска, Чечено-Ингушетии и других районов. Этими работами также подтверждены бальнеологические свойства названных вод. Однако, специальных исследований этих вод на бор указанными работами не проводилось, имеются единичные определения качественных анализов, показавшие сотые и меньше долей проценты борного ангидрида.

На основании имеющихся весьма скудных материалов по данным источникам может быть отмечено нижеследующее:

Подземные минеральные воды вышеупомянутой Терско-Сунженской структурно-фациальной зоны, в основном, приурочены к районам курортов Серноводск, Ачалуки, ст. Горячейсточенской и вскрыты рядом нефтяных скважин. Водоносные горизонты развиты, в основном, в отложениях среднего миоцена. При этом в чокракских отложениях выделяются до десяти водоносных прослоев песчаников. Они представлены следующими горизонтами (сверху вниз):

- песчаник - содержат минеральные воды сульфатно-хлоридно-натриевого состава с незначительным дебитом;
- песчаник - водопроявление в этом пласте известно под названием Соловьевского источника;
- песчаник - к нему приурочен основной сероводородный источник Курорта. Минеральная вода выведена из песчаника в точке по Михайловской балке. Дебит источников в сумме составил 250484 л/сутки. Воды относятся к хлоридно-гидрокарбонатно-натриевому составу, они щелочные с потенциалом водородных ионов 7,5-8. Воды данного горизонта в виде незначительных выходов отмечаются и на северном крыле Сунженской антиклинали.

По составу они относятся к хлоридно-натриевому типу.

Песчаник - из него буровой скважиной в балке Слепцовой выведен источник "солёный", температура воды 28°C.

Источник №2 – буровой скважиной в песчанике вскрыта теплая (27-28°C) соленая минеральная вода дебитом 17280 л/сутки.

Песчаник. Почти безводный.

Песчаник. В балке Михайловской этот горизонт содержит источник "содовый", из которого производится разлив воды. Дебит источника 55000 л/сутки. вода сульфатно-гидрокарбонатно-натриевая. В балке Слепцовой скважиной выведен источник "нижний

глауберовый" с дебитом 1000л/сутки с температурой 18°C и не высокой минерализацией 3,7г/л.

В караганских отложениях в районе Курорта Серноводска из 13 пластов выделяет 5 водоносных горизонтов.

Песчаник. В Слепцовой балке скважиной выведен источник под названием "глауберово-соляно-железной" с дебитом 1000 л/сутки и температурой 16-17°C.

Песчаник. В балке Слепцовой пласту песчаника приурочен источник "западно-глауберовый" и в балке Михайловской "железный", которые выведены на поверхность скважинами. Дебит воды первого источника составляет 4000 л/сутки, температура 16-19°C; дебит воды второго источника - 2270 л/сутки и температура 18°C.

Песчаник. Эти горизонты несут сульфатно-гидрокарбонатно-хлоридно-натриевые воды.

Песчаник. В балке Слепцовой вскрыт соляно-железистый источник с дебитом 4-5 л/сутки и температурой 26°C.

Минеральные воды Курорта Серноводск обнаруживают довольно четкую вертикальную зональность распределения водоносных горизонтов по их солевому составу (сверху вниз):

1. В ачкагыльских отложениях циркулируют пресные воды;
2. Сарматские отложения несут, в основном, горько-соленые воды;
3. Для караганских пород характерны глауберово-щелочные воды, и, наконец,
4. Чокракские отложения богаты водами солево-щелочного состава. Бальнеологическим институтом г. Пятигорска в пяти пробах установлена борная кислота - 100-500 мг/л. В 10 пробах, опробованных в этих водах борный ангидрид не превышал 100-80 мг/л.

Минеральные источники нашего курорта Ачалуки, расположенные на северо-запад от курорта Серноводска приурочены к южному крылу Сунженской антиклинали. Источники приурочены к зоне разлома близширотного направления, прослеживаемой вдоль оси указанной антиклинальной складки.

Источники в подавляющем большинстве приурочены к чокракским песчаникам.

Приведённые краткие сведения о бoroносности минеральных вод района Серноводска, разумеется, весьма скудны, т.к. эти фации совершенно не изучались. Между тем геолого-структурная обстановка данной области весьма благоприятна для поисков промышленных концентраций борного ангидрида. К этим условиям прежде всего следует отнести повышенные содержания борного ангидрида, фиксированные в единичных пробах из серноводских минеральных вод. Породы верхнего миоцена в ряде мест несут покровы и куполовидные тела фиолетовых (липаритовых) излияний, сельфаторные производные которых, возможно, и вызвали общую зараженность бором подземных пластовых минеральных вод района. В связи с этим в перспективе, здесь, возможны ощутимые обособления вулканогенно-осадочного типа бoroнакопления.

С учётом этих соображений возникает реальная необходимость детальных исследований борной минерализации всей области развития минеральных источников Серноводска.

Особенно, важны исследование в части выяснения геохимической специализации олигоцен-миоценовых пород, разрывных структур и минеральных вод на бoroносность. Не менее интересны исследования геохимической природы борной минерализации, связанной с фиолетовыми комплексами.

ПЕРВИЧНЫЕ ВЫВОДЫ И НАПРАВЛЕНИЕ ДАЛЬНЕЙШИХ РАБОТ

Рассматривая данную работу как первую попытку систематизации существующих материалов по борным формациям Кавказа, нельзя не отметить и то, что она может быть использована в качестве некоторой основы для разработки будущих научных исследований и поисков на бор.

Приведенные в работе соображения и более или менее апробированные практикой положения об условиях накопления и размещения концентраций бора на рассматриваемой территории могут быть приняты как схематичные определения. Последние вызваны весьма низкой и крайне неравномерной изученностью борной минерализации Кавказа.

Однако, данные первой систематизации материалов исследования всех известных генетических типов боронакопления этой области в кратком изложении сводятся к следующему:

1. Кавказ, в силу ряда стратиграфо-литологических, магматогенных и структурных особенностей, является одной из перспективных провинций СНГ в отношении нахождения практически интересных концентраций бора как экзогенного, так и эндогенного типов.

2. Сложное разнообразие типов боронакопления в своем размещении находится в тесной парагенетической связи со структурно-формационными зонами Кавказа. Так, эндогенные, наиболее бороносные промышленные формации в виде датолитоносных скарнов Северного Кавказа и Нахчыванской Автономной Республики, генетически связаны с миоцен-плиоценовым вулканизмом умеренно кислого и щелочного составов. Этот тип боронакопления развит в местах проявления блоковых нарушений палеозойского фундамента, которые в свою очередь контролировали развитие названного вулканизма.

3. Полоса развития мезозойских гранитоидов северных склонов Б.Кавказа и М.Кавказа (Сомхето-Карабахская, Мисхано-Зангезурская и др. зоны) отличаются в ряде мест интенсивной турмалинизацией с образованием сплошных кристаллических агрегатов турмалина, которые ввиду отсутствия практически выгодных схем технологии извлечения бора не представляют интереса.

4. Из экзогенных типов боронакопления наиболее интересными являются лагунно-морские солеродные современные озерные солевые отложения. Эти бороносные формации обособливаются в эпипалеозойских пригеосинклинальных депрессиях Северного Кавказа (Азово-Кубанская и Терско-Кумская впадины) и межгорных наложенных прогибах типа Куринской, Рионской, Нахчыванской и других впадинах. Источником концентрации бора в этих формациях являются его вторичные миграционные соединения, связанные с палеоген-неогеновым эффузивным вулканизмом.

5. Особое место занимают сопочные брекчии грязевых вулканов Абшерона, Гобустана, Тамани и др. районов, несущие повышенные концентрации бора. Практическое значение этого типа боронакопления резко повысилось в связи с положительными результатами (институт неорганической и физической химии АН Азербайджана) разработки технологии извлечения бора из грязепродуктов с применением сернокислотных вод, выбрасываемых бакинскими нефтеочистительными заводами. Работы в этом направлении продолжаются.

Приведенные основные выводы о природе развития и размещения различных типов боронакопления на территории Кавказа основаны лишь на общих геолого-структурных особенностях. Безусловно, они требуют дальнейших дополнений и корректив. Это задача эффективно может быть решена с помощью применения современных геохимических методов исследования.

Выявление геохимической специализации бороносности стратиграфо-литологических и тектоно-магматических комплексов позволит установление более действенных поисковых критериев отыскания бора на территории всего Кавказа.

ЧАСТЬ II

ГЛАВА 1. ОСНОВНЫЕ ЧЕРТЫ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ АЗЕРБАЙДЖАНА

В геологическом строении Азербайджана принимают участие комплексы магматических, метаморфических и осадочных пород. Наиболее древними из них являются кварцевые слюдисто-хлоритовые сланцы и роговообманковые гнейсы, обнаруженные в некоторых местах Малого Кавказа, а также выходы кристаллических пород (гранулиты, гнейсы), на южном склоне Большого Кавказа у сел. Шин и в Фильфилинском овраге. Некоторые из этих пород считаются включениями крупных глыб в базальных конгломератах лузитана и киммериджа, а другие относятся к более молодым - меловым породам [34, 35].

Возраст метаморфических сланцев определяется условно, - доказательством нижнепалеозойского возраста указанных пород служит сходство их с кембрийскими сланцами Дзирульского массива (Северный Кавказ). Наличие отдельных выходов метаморфических сланцев на Малом Кавказе служит показателем того, что древний субстрат этого региона сложен кембрийскими метаморфическими сланцами и, что здесь он залегает относительно неглубоко.

Описание осадочной толщи территории республики, начиная от девонской системы до голоцена, дается в соответствующих главах специальной литературы. При этом, в пределах Нахчыванского региона разрез осадочной толщи начинается отложениями девонской системы, а в пределах Большого Кавказа - юрской системой.

Как известно, в пределах Азербайджана расположено юго-восточное окончание мегантиклинория Большого Кавказа, значительная часть мегантиклинориев Малого Кавказа и Талыша, Куринская межгорная впадина, а также прилегающие к территории республики участки Средне-Южно Каспийских впадин (рис. 1).

Большой Кавказ (азербайджанская часть)

В пределах юго-восточного окончания Большого Кавказа выделяются:

- Тфанский антиклинорий;
- Шахдагско-Хизинский синклинорий;
- Тенгинско-Бешбармакский антиклинорий;
- Гусаро-Девичинская наложенная мульда;
- Закатало-Ковдагский прогиб;
- Алтыагач-Куркачидагский антиклинорий;
- Дибраро-Яшминский синклинорий;
- Вандамский антиклинорий;
- Шамахи-Гобустанский синклинорий;
- Абшеронский периклинальный прогиб.

Считается, что Большой Кавказ на востоке через антиклинальные структуры Абшеронского полуострова, Абшеронского порога и Прибалханской зоны соединяются с Копет-дагом. Очень много общего во всем этом регионе, включая и грязевой вулканизм.

Наиболее древними отложениями *Тфанского антиклинория* являются породы среднего лейаса. Шарнир антиклинория погружается в юго-восточном направлении и в районе верхнего течения р. Вельвеличай уходит под покров верхнеюрских и нижнемеловых отложений.

В последних наблюдаются отдельные крупные антиклинальные складки, кулисообразно простирающиеся с северо-запада на юго-восток вплоть до ст. Ситалчай на берегу Каспийского моря. Дальнейшее погружение антиклинория происходит в сторону Орджандаг-Фатьмаинской складки, расположенной в северо-западной части Абшеронского полуострова, в ядре которой выступают палеогеновые отложения. На юге антиклинорий осложнён рядом надвигов регионального значения.

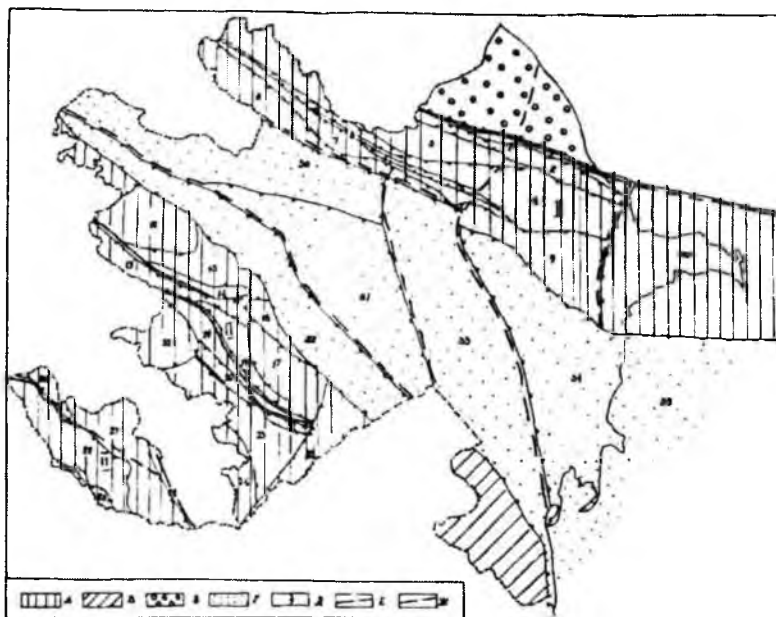


Рис. 1. Тектоническое районирование Азербайджана [37].

А – мегантиклинорий: 1 – Большого Кавказа: 1) Тенгинско-Бешбармакский антиклинорий, 2) Шахдагско-Хизинский синклиний, 3) Тфанский антиклинорий, 4) Закапто-Ковдагский синклиний, 5) Дуруджинское поднятие; 6) Лагичский прогиб, 7) Вандамский антиклинорий, 8) Алазано-Атричайский прогиб, 9) Шемахско-Кобустанский синклиний, 10) Абшеронский периклинальный прогиб; В – Малого Кавказа: 11) Казахский синклиний, 12) Шамхорский антиклинорий, 13) Дашкесано-Агдаженский синклиний, 14) Мровдагский антиклинорий, 15) Гоурагачайский синклиний, 16) Агдамский антиклинорий, 17) Мартунинский синклиний, 18) Карабахский антиклинорий, 19) Сарыбабинский синклиний, 20) Лачинский антиклинорий, 21) Замзурский антиклинорий, 22) Кельбаджарская наложенная муфта, 23) Гочасский синклиний, 24) Кафанский антиклинорий, 25) Нижнеараксинский наложенный прогиб, 26) Зангезурский антиклинорий, 27) Ордубадский синклиний, 28) Шаруро-Джульфинский антиклинорий, 29) Нахичеванская наложенная муфта; Б – Талышская складчатая зона; В – предгорный Кусаро-Дивичинский наложенный прогиб, Г – Куринская межгорная впадина, 30) складчатая зона междуречья Куры и Иори и Аджинаура, 31) Евлах-Агдабеллинский прогиб, 32) Предмалокавказский прогиб, 33) Талыш-Вандамское погруженное поднятие, 34) Нижне-Куринский прогиб, 35) складчатая зона Бакинского архипелага; Д – границы основных структурных элементов Разломы глубокого заложения Е – прослеживаемые на поверхности, Ж – погруженные.

Шахдагско-Хизинский синклиний сложен верхнеюрскими и меловыми породами, представленными, в основном, известняками и доломитами. Вся эта толща карбонатных пород собрана в широкие синклинали и узкие крутые антиклинали. На самом западе находится крупная Шахдагская складка, ядро которого сложен верхнесенонскими отложениями. На крайнем востоке Шахдагско-Хизинский синклиний заканчивается Киязинской и

Шураабадской мульдами. С севера Шахдагская зона ограничивается крупным надвигом, по которому мощная известняковая толща титон-неокома контактирует с отложениями сармата и понта Гусаро-Девечинской мульды. К юго-востоку Шахдагская синклинали зона постепенно погружается и далее переходит в Хизинскую синклиналь [8].

Тенгинско-Бешбармакский антиклинорий, имея общекавказское простирание, погружается в юго-восточном направлении и в районе Киязинской косы уходит под воды Каспия. Ядро складки сложен глинистыми породами баррема. Основной особенностью строения Тенгинско-Бешбармакского антиклинория является то, что она обрамлена узкими, крутыми антиклинальными поднятиями, осложненными крупными разломами. По северному крылу антиклинория прослеживается фронтальный надвиг, по которому отложения валанжина, неокома и верхнего мела приходят в тектонический контакт с моноклинально залегающими олигоцен-миоценовыми слоями Третичной моноклинали [35].

Гусаро-Девечинская наложенная мульда. В геологической литературе эту мульду иногда называют синклинорием. В северо-восточной части области выявлены Яламинская, Худатская, Ширванская и Хачмасская бурахантиклинальные структуры. Все эти складки определены, в основном, по условным сейсмическим горизонтам, приуроченным к мезозойским отложениям. В последнее время, бурение разведочных скважин на вышеназванных участках дало ценный материал, позволяющий расшифровать геологическое строение Прикаспийской низменности.

Так было установлено, что по правому берегу р. Самур мезозойские отложения опущены на значительную глубину, в то время как среднеюрские породы по левому берегу той же реки обнажены на дневной поверхности. Такая резкая разница в глубинах залегания мезозойских отложений на небольшом расстоянии, специалистами объясняется наличием крупного поперечного разлома, проходящего по долине р. Самур [152].

Геотектоническое строение южного склона Большого Кавказа еще недостаточно изучено. Геоструктурная схема южного крыла мегантиклинория, предложенная в 1950г. В.Е.Хаиным, до сих пор остается основной при описании строения данной зоны.

Закатало-Ковдагский прогиб протягивается вдоль всего южного склона Большого Кавказа. Как с севера, так и с юга синклинорий ограничен крупными надвигами. В её строении принимают участие отложения верхней юры и нижнего мела, а к востоку от р.Геокчай широко развиты комплексы пород верхнего мела и палеоген-миоцена.

Алтыагач-Куркачидагский антиклинорий развивается в пределах северного крыла Закатало-Ковдагского синклинория, к востоку от горы Бабадаг. В ядре складки принимают участие отложения неокома [38].

Дибраро-Яшминский синклинорий занимает промежуточную часть между Алтыагач-Куркачидагским и Тфанским антиклинориями. Он сложен меловыми и юрскими отложениями.

Вандамский антиклинорий расположен к югу от Закатало-Ковдагского синклинория и простирается до Лагичских гор. В ядре данной структуры обнажаются породы средней юры, а сама она осложнена чешуйчатыми надвигами. В районе г.Шамахи Вандамский антиклинорий перекрывается трансгрессивно залегающим олигоценным комплексом.

Шамахи-Гобустанский синклиниорий. При изучении складчатой структуры кайнозоя в пределах Шамахи-Гобустанского синклинория, обращает внимание различие в ориентировке складок. Самыми крупными структурными элементами здесь являются Маразинская мульда и Джейранкечмесская депрессия, выполненные плиоценом. Расположенная между ними часть Гобустана выделяется развитием на поверхности палеогена и миоцена.

Примечательным для данного региона является наличие Баскальского покрова, перекрывающего своими верхнемеловыми отложениями палеоген левобережья Гирдыманчая. В восточной части Шамахинского района, ограниченной на западе Баскальским покровом, а на востоке Маразинской мульдой, чешуйчатый характер складчатости проявляется во всей толще кайнозоя. Маразинская мульда характеризуется сложностью поверхностного строения. Плиоценовые отложения центральной части мульды несогласно залегают на ее западное и восточное обрамления.

Расположенный к востоку от Маразинской мульды участок Гобустана, характеризующийся развитием миоцена и олигоцена, выделяется как поперечная, относительно общего простираения Шамахи-Гобустанского синклинория, зона. Она простирается на юг от Герадильского поднятия и с юга ограничена широтной Алятской грядой. Восточной ее границей служит Яшминский флексурный изгиб, а южной - Джейранкечмесская депрессия. В полосе северного борта названной депрессии выделяется близширотная цепочка антиклиналей (Донгузлуг, Гаргабазар, Гартаран, Агзыкир), объединяемых Г.А.Ахмедовым с антиклиналями Шихикая и Анарт в один Анарт-Донгузлугский антиклинальный пояс.

В центральной части Джейранкечмесской депрессии палеоген-миоценовый комплекс находится на глубинах 3-4 км, а мезозой - на глубинах 8-10 км. Южный участок восточной части Гобустана характеризуются более высоким залеганием подошвы плиоцена. Здесь обособляются две группы близширотных брахискладок: северная - Арзани-Клыч-Торагай-Кянизадаг и южная - Арзани-Малый Кянизадаг [43].

На всех этих структурах расположены одноименные грязевые вулканы, сопочные брекчии которых содержат повышенные концентрации бора.

Еще более сложным является строение Аджичайско-Алятской антиклинальной зоны, включающей в себе три участка: западный, центральный и восточный. Первый представляет собой моноклираль, сложенную в основном олигоценом и миоценом, второй - антиклинали Дашмардан, Шокихан, Дурандаг-Баридаш, а третий - антиклинали Солохай, Айрантекан, Готурдаг, Дашгиль, Дилянлиз, также носящие на себе аппараты одноименных грязевых вулканов.

Абшеронский периклиальный прогиб.

В пределах Северо-Абшеронской акватории, где поверхность мезозоя занимает высокое гипсометрическое положение (от 1 до 4-5 км), антиклинальные структуры, повторяют близширотное простираение погребенных складок (камни Гошадаш, банки Абшеронская и Агбурун-дениз, [27]).

С запада на восток в пределах Абшеронского периклиального прогиба основные структурные зоны расположены в следующей последовательности:

- Бибизбатская антиклинальная;
- Насосненско-Бакинская синклиальная;
- Центрально-Абшеронская антиклинальная;
- Шураабадско-Гоусанская синклиальная;
- Шувелан-Зыринская антиклинальная.

Большинство из вышеназванных структур включают в себе одноименные грязевые вулканы, один из наиболее интересных объектов исследований.

Куринская межгорная впадина расположена между горными системами Большого и Малого Кавказа и представляет собой мегасинклиниорий, формирование которого началось в олигоцене. Данная межгорная впадина, с северо-запада на юго-восток, распадается на три депрессии: Западная (Верхне-Куринская), Центральная (Средне-Куринская) и Восточная (Нижне-Куринская).

Верне-Куринская впадина расположена в пределах Грузии. Здесь находится ряд грязевых вулканов, представляющий интерес как геологический объект в плане поисков бора и других редких элементов.

Средне-Куринская впадина охватывает часть территории Западного Азербайджана и представляет собой крупный синклинальный прогиб, названный Мирзаано-Арешским. С юга этот синклиниорий ограничивается Чатмино-Геокчайским антиклинорием, который входит в состав более крупной Ширакско-Аджиноурской складчатости.

Чатмино-Геокчайский антиклинорий сложен олигоцен-миоцен-плиоцен-антропогеновыми отложениями и осложнен серией надвигов, по которым происходит сопряжение его с Палантеканским синклиниорием, прослеживающимся по обоим берегам р. Куры, до г. Евлах.

В пределах Средне-Куринской впадины с севера на юг расположены: Алазано-Агричайский синклиниорий, Ширакско-Аджиноурский антиклинорий и Палантеканский синклиниорий.

Нижне-Куринская впадина с севера ограничена Ленгизско-Алятским антиклинорием, с юга Талышской горной системой, а на востоке она скрыта водами Каспия, сливаясь с Южно-Каспийской впадиной.

Нижне-Куринская впадина представляет собой типичный синклиниорий в пределах которой выделяется ряд антиклинальных поясов. Эти пояса с северо-востока на юго-запад протягиваются в следующей последовательности:

- Готурдаг-Пирсагат-Дашлы;
- Каламадын-Мишовдаг-Бяндован;
- Кюровдаг-Нефтчала-Кюрдашы;
- Джарлы-Саатлы.

Отличительной чертой вышеназванных поясов является то, что все они без исключения осложнены кулисообразно расположенными куполовидными брахиантиклиналями, сложенными средне и верхнеплиоценовыми и четвертичными отложениями.

Малый Кавказ (азербайджанская часть)

На этой территории выделяются следующие крупные структурные элементы:

- Лог-Агдамская зона;
- Гекча-Гарабахский антиклинорий;
- Гекча-Акеринский синклиниорий;
- Мисхано-Гафанский антиклинорий.

В ядре **Гекча-Гарабахского антиклинория** выступают среднеюрские вулканогенные толщи, трансгрессивно перекрытые верхнеюрскими известняками [2, 73, 74].

В зоне сопряжения северо-восточного крыла Гекча-Гарабахского антиклинория с юго-западным бортом Куринской впадины развита складчатость поперечного направления (Нафталанская группа складок).

Гекча-Акеринский синклинорий расположен к югу-западу от вышеописанного антиклинория. В сложном строении синклинория принимают участие отложения мела и эоцена, прикрытые плиоценовыми и четвертичными лавами. Тектоническое строение синклинория характеризуется развитием крутых складок, вытянутых в общекавказском направлении [153].

Мисхано-Гафанский антиклинорий входит в пределы Азербайджана юго-западным крылом юго-восточного окончания.

По данным Ш.А.Азизбекова строение нахчыванской части Мисхано-Гафанского антиклинория состоит из широкой моноклинали, представленной эоценовыми и верхнемеловыми отложениями [20]. На юго-западном крыле мегантиклинория Малого Кавказа, кроме вышеназванных структур, выделяются еще две крупные геотектонические единицы:

- Шаруро-Джультинский антиклинорий;
- Ордубадский синклинорий.

Ш.А.Азизбеков, детально изучивший и описавший структурные элементы Нахчывана считает, что тектоническое **строение Шаруро-Джультинского антиклинория** характеризуется наложением друг на друга складок разного порядка, возраста и простирания, осложненных разрывами. В строении антиклинория принимают участие отложения от девона до юры.

Ордубадский синклинорий сложен отложениями юры, мела, палеоцена, эоцена, олигоцена и плиоцена. Этот синклинорий на северо-западе граничит с Нахчыванской впадиной, которая наложена на складчатость Шаруро-Джультинского антиклинория и отчасти Ордубадского синклинория. В строении Нахчыванской впадины принимают участие миоценовые отложения, известные как соленосные толщи. Именно в последних отмечены наиболее высокие концентрации бора и некоторых других редких элементов.

Талышский мегаантиклинорий

По своим тектоническим особенностям и геологическому строению мегантиклинорий занимает особое положение.

С юго-востока к нему непосредственно примыкает северное крыло мегантиклинория Эльбурса. В северо-западном направлении Талышский мегантиклинорий погружается под Араксинскую депрессию. Северо-восточное крыло его уходит под воды Каспия и под молодые четвертичные отложения юго-западного борта Нижне-Куринской впадины. В начале палеогена в области широко был развит процесс вулканизма, который образовал наиболее распространенные отложения. Чуть реже встречаются комплексы пород эоцена, олигоцена, миоцена и агчагыла [22].

В структуру Талышского мегантиклинория входят Астаринский антиклинорий на юге, Ярдымлинский синклинорий в центральной части и Буроварский антиклинорий на севере.

Вся территория Талыша подвергнута интенсивным неотектоническим движениям. Ярким свидетельством тому является зарождающийся Джалилабадский синклинорий, расположенный на северо-восточном крыле Буроварского антиклинория. Джалилабадский

синклинорий отличается наличием крутых и узких антиклиналей, разделенных широкими и глубокими синклинальными прогибами.

Южно-Каспийская впадина входит в структуру центральной части альпийского складчатого пояса и занимает очень важное место в определении геологической природы Кавказ-Копетдагского сегмента этого, еще не сформировавшегося геосинклинального пояса.

Достоверные сведения по тектоническому строению впадины можно получать при геологической интерпретации новейших геофизических данных. Благодаря такому подходу выясняется, что разрез осадочного чехла Южно-Каспийской впадины имеет многослойное строение в виде ясно выраженной горизонтальной и вертикальной неоднородности. Если разрез мезозойского комплекса сложен плотными породами известковистого состава и продуктами магматогенного характера, то палеоген-миоценовые и неогеновые комплексы - породами, преимущественно песчано-глинистого состава.

В настоящей книге, собранный фактический материал по геохимии бора Южно-Каспийской впадины представлен как по Абшеронскому и Бакинскому архипелагам, так и по западной части Абшеронского порога.

Следует особенно подчеркнуть, что наличие на территории республики многочисленных грязевых вулканов достаточно высоких горных систем, наличие интенсивного вулканизма и засушливых, удаленных от моря участков, а также бессточных котловин создали благоприятные условия для боракопления в промышленных значениях.

На рис.2 представлен сводный стратиграфический разрез Азербайджана, взятый из ГРК ВПО "Каспморнефтегазпром" с некоторыми нашими дополнениями.

Горизонт	Время (млн. лет)	Гидра	Крус	Подъярус, свита, горизонт, свит	Мощность (средняя)	Датировка
Меловый	Меловый (0-20 млн. лет)	Белый	Гаман-Б ₁	Среднемерное меловое Б ₁ Повышенное меловое Б ₁	4000	Меловый
				Верхний Б ₁ Средний Б ₁ Нижний Б ₁	100-120 30-50 10-20	
				Хазинский Б ₁ св	10-20	
				Казарский Б ₁ св	10-20	
				Давидский Б ₁ св	10-20	
	Палеогеновый (20-65 млн. лет)	Белый	Палеогеновый Б ₂	Антропогенный Б ₂ св Палеогеновый Б ₂ св Палеогеновый Б ₂ св Палеогеновый Б ₂ св Палеогеновый Б ₂ св	2000-3000	Палеогеновый
				Палеогеновый Б ₂ св	2000-3000	
				Палеогеновый Б ₂ св	2000-3000	
				Палеогеновый Б ₂ св	2000-3000	
				Палеогеновый Б ₂ св	2000-3000	
Меловый	Меловый (0-20 млн. лет)	Белый	Гаман-Б ₁	Среднемерное меловое Б ₁ Повышенное меловое Б ₁	4000	Меловый
				Верхний Б ₁ Средний Б ₁ Нижний Б ₁	100-120 30-50 10-20	
				Хазинский Б ₁ св	10-20	
				Казарский Б ₁ св	10-20	
				Давидский Б ₁ св	10-20	
	Палеогеновый (20-65 млн. лет)	Белый	Палеогеновый Б ₂	Антропогенный Б ₂ св Палеогеновый Б ₂ св Палеогеновый Б ₂ св Палеогеновый Б ₂ св Палеогеновый Б ₂ св	2000-3000	Палеогеновый
				Палеогеновый Б ₂ св	2000-3000	
				Палеогеновый Б ₂ св	2000-3000	
				Палеогеновый Б ₂ св	2000-3000	
				Палеогеновый Б ₂ св	2000-3000	
Меловый	Меловый (0-20 млн. лет)	Белый	Гаман-Б ₁	Среднемерное меловое Б ₁ Повышенное меловое Б ₁	4000	Меловый
				Верхний Б ₁ Средний Б ₁ Нижний Б ₁	100-120 30-50 10-20	
				Хазинский Б ₁ св	10-20	
				Казарский Б ₁ св	10-20	
				Давидский Б ₁ св	10-20	
	Палеогеновый (20-65 млн. лет)	Белый	Палеогеновый Б ₂	Антропогенный Б ₂ св Палеогеновый Б ₂ св Палеогеновый Б ₂ св Палеогеновый Б ₂ св Палеогеновый Б ₂ св	2000-3000	Палеогеновый
				Палеогеновый Б ₂ св	2000-3000	
				Палеогеновый Б ₂ св	2000-3000	
				Палеогеновый Б ₂ св	2000-3000	
				Палеогеновый Б ₂ св	2000-3000	

- 1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

1-брусчатка; 2-брусчатка; 3-брусчатка; 4-брусчатка; 5-брусчатка; 6-брусчатка; 7-брусчатка; 8-брусчатка; 9-брусчатка; 10-брусчатка; 11-брусчатка; 12-брусчатка; 13-брусчатка; 14-брусчатка; 15-брусчатка; 16-брусчатка; 17-брусчатка; 18-брусчатка.

Рис.2. Сводный стратиграфический разрез Азербайджана (составлен по материалам ГРК ВПО "КАСПМОРНЕФТТАЗПРОМ")

*Природа в ее простой истине является
более великой и прекрасной, чем любое
создание человеческих рук, чем все иллюзии
сотворенного духа*

Роберт Майер

ГЛАВА 2. КРАТКИЙ ОБЗОР ИЗУЧЕННОСТИ БОРОНОСНОСТИ ТЕРРИТОРИИ АЗЕРБАЙДЖАНА

До последних лет на территории нашей республики, более или менее, была изучена бороносность продуктов грязевых вулканов и вод нефтяных месторождений. Еще в начале века, в 1902г. В.И.Вернадским в сопочной грязи вулканов Абшеронского полуострова и Гобустана впервые было обнаружено повышенное содержание бора. Затем, в 1908-1910-х годах, А.Штебер в водах грязевых вулканов Абшерона установил концентрацию борного ангидрида в пределах 200-300 мг/л [154].

Кроме грязевых вулканов и вод нефтегазовых месторождений, в Азербайджане имеются и другие виды сырья на бор, в том числе и эндогенные, которые недостаточно исследованы.

Одним из источников добычи бора считается турмалиновые комплексы г.Айридаг (г.Косагов-бугор) Кедабекского района. О турмалинизированных породах этого района сообщалось еще в 1932г. К.Н.Паффенгольцем [129], затем в работах И.Н.Ситковского [137] и др. В этих исследованиях нет сведений о выявленных запасах бора и о возможности извлечения его из турмалинизированных кварцитов, тем не менее, говорится о том, что по существующим данным все геологические предпосылки для этого имеются.

Этому вопросу посвящена и статья Д.Д.Мазанова (1958) представившего результаты полного химического анализа четырех образцов турмалинов и турмалинизированных кварцитов г.Косагов бугор Кедабекского района. Этот исследователь рекомендует провести детальную разведку с одновременным опробованием всех выходов турмалиноносных пород на бор.

Изучению геохимии редких элементов в интрузивных породах Дашкесанского рудного района, а также поведению бора в околорудных породах Филизчайского колчеданно-полиметаллического месторождения посвящены некоторые работы соискателя, опубликованные в 1960-70 годах [48, 55]. В эти же годы проводятся исследования бороносности боксидов Нахчыванского района [49] и галогенных отложений Лагичской мульды [136]. В названных работах впервые делается попытка выяснения геохимической ассоциации бора с сопутствующими ему редкими элементами; подсчитываются, в первом приближении, запасы бора и пути извлечения его из вмещающих пород.

Небезынтересны и сведения о содержаниях бора в водах нефтяных пластов отдельных месторождений республики [11].

Тем не менее, более или менее детально изучена бороносность продуктов извержения грязевых вулканов Азербайджана [51].

В 1931-1934гг. Н.В.Татеевой [142] были исследованы концентрации бора в пластовых водах нефтяных месторождений СССР, в том числе и Бакинского района. В этих водах, названным автором, установлено содержание бора в пределах от 0,1 до 0,6%. Ею же определено наличие бора в водах грязевых вулканов, в количествах 0,06-4% что позволило

Н.В.Тагеевой отнести последние, в отличие от нефтяных вод, к образованиям, несущим максимальное накопление этого элемента.

Несколько позже, в конце тридцатых годов, С.Г.Цейтлин [148] в тех же нефтяных водах Абшерона устанавливает борный ангидрид порядка 0,3-3,3% от веса сухого остатка. Определение бора в нефтяных водах Абшерона и, частично, Гобустана, производилось и другими химиками, что представляет, несомненно большой интерес в части возможных расчетов для представительных определений истинных содержаний бора в этих образованиях.

Помимо того, впервые Н.В.Тагеевой установлена относительно высокая активность бора в щелочных и хлоркальциевых нефтяных водах на опыте исследований почти всех нефтяных месторождений бывшего Советского Союза [143].

Во второй половине 1950-х годов специальными технологическими исследованиями установлена высокая растворимость борного ангидрида в кислых (pH-2,5-3) и щелочных (pH-12-14) средах.

Заслуживают большого интереса обстоятельные исследования химии бора в нефтяных водах и водах грязевых вулканов Абшерона, проведенные Л.А.Гуляевой [84]. Ею выявлены интересные параметры распределения борного ангидрида в литолого-стратиграфических единицах нефтеносных площадей Абшерона и других районов.

Л.А.Гуляевой установлены некоторые закономерности миграции бора в нефтеносных комплексах и в водах грязевых вулканов заключающиеся в том, что с глубиной содержание этого элемента возрастает и достигает особенно высоких показателей в щелочных водах. При этом замечены обратные, по отношению к бору концентрации хлора в различных литолого-фациальных комплексах.

Так, для сураханской свиты это отношение /бора к хлору/ составляет 10^{-4} , сабунчинский - 10^{-3} и балаханской - 10^{-2} . Л.А.Гуляевой высказывается мысль о приблизительно равных концентрациях бора в водах грязевых вулканов и нефтяных месторождений независимо от возраста и района.

Наши данные показывают, что на концентрацию борного ангидрида в водах грязевых вулканов влияют также омываемые ими сопочные брекчии и коренные породы на структурах, где расположены вулканы.

Здесь уместно привести данные, взaimствованные из прошлых исследований по определению борного ангидрида в водах грязевых вулканов, к которым относятся Хыдырлы-116 мг/л, Шах-Булаг-117 мг/л, выходы Набура-210 мг/л, Дашгиль-391 мг/л, Боздаг(Гобу)-649 мг/л, Ахтарма (Пуа)-830 мг/л, Пиль-Пиля-368 мг/л, Северная Астраханка-1036 мг/л, Восточный Набур-1206 мг/л, Дамирчи-1800 мг/л. Эти данные свидетельствуют о том, что в грязепродуктах, включая и сопочные брекчии содержание борного ангидрида, колеблется в весьма широких пределах от кларковых до близкондиционных величин.

Следует принять во внимание, что все перечисленные исследования бороносности грязевых вулканов в своей подавляющей части имеют общий характер. Они представляют собой первую основу для постановки детальных исследований, которыми могут быть установлены закономерности пространственного распределения и формирования борных концентраций в ходе образования грязепродуктов. Естественно, что такие закономерности могли быть использованы для разработки рациональных критериев поисков практически выгодных концентраций этого ценнейшего компонента на площадях развития грязевых вулканов не только на территории Азербайджана, но и в других регионах, где они имеют широкое развитие.

Начиная с 1959 года Кавказской комплексной геологической экспедицией геолого-разведочного треста №1 по бору и редким металлам, на территории Абшерона и Гобустана, с участием автора проводятся планомерные поисковые работы на бор. в основном, продуктах грязевых вулканов.

По результатам этих работ все грязевые вулканы Гобустана, по своей бороносности, разделяются на две группы. К первой группе относятся Большой и Малый Кянизадаг, Готурлыг, Торагай. Солохай, Готурдаг. Ахтарма (Пу́та) и другие, у которых корни вулканов находятся в отложениях продуктивной толщи и бороносность проявляется в количествах борного ангидрида 0,05-0,4%.

Вторая группа грязевых вулканов, пространственно тяготея к северо-западным частям Гобустана, представлена вулканами Северная Астраханка, Набур, Дамирчи и другие, корни излияния которых стратиграфически охватывают низы палеогена и несут борную минерализацию порядка первого десятка долей процента.

По инициативе автора и при его участии в 1961-62 годах дважды были отобраны пробы из сопочной брекчии для проведения технологических испытаний на бор с использованием сернокислых вод, выбрасываемых в больших количествах Бакинскими нефтечислительными заводами. Испытание проводилось Институтом неорганической и физической химии АН Азербайджана, под руководством проф. П.Ф.Рзаде.

В результате были получены положительные данные с разработкой практически выгодной схемы извлечения борного ангидрида в промышленные концентраты с выходом его в водный фильтрат порядка 90% от исходного среднего содержания 3 кг/т. При этом, также получены побочные продукты-магнийборовые концентраты с содержанием бора порядка 14%, что применимо в сельском хозяйстве в качестве ценного микроудобрения.

Все вышеназванные работы, к сожалению, остались незавершенными в части установления геохимико-минеральной формы нахождения бора и характера количественного распределения его в зависимости от вещественного и гранулометрического состава вмещающих пород.

Не были рассмотрены и вопросы, касающиеся элементной ассоциации, типоморфной для боронакоплений в различных геологических комплексах республики.

Все эти и другие вопросы, по возможности, находят свое решение в виде закономерностей, которые приводятся в настоящей работе.

Учитывая важное значение, в конце данного раздела рассмотрим историю геологической изученности самих грязевых вулканов, подробные сведения о чем даются в ряде монографических работ.

Такого рода обзоры сделаны рядом исследователей, из которых заслуживают упоминания: С.А.Ковалевский, Ш.Ф.Мехтиев, А.А.Ализаде, А.А.Якубов, М.М.Зейналов, Ф.Г.Дадашев, Ад.А.Алиев, Р.Р.Рахманов, З.А.Буниатзаде и другие. Согласно этим данным, изучение грязевых вулканов связано с поисками и разведкой нефтяных и газовых месторождений на территории Азербайджана. Первые исследования этих образований проводились Г.В.Абихом, считавшим формирование грязевых вулканов, связанным с магматическим процессом. В конце 19-го столетия, после значительного перерыва, грязевые вулканы исследовались Я.Шегрен, которым были отвергнуты предложения Абиха относительно магматической природы формирования грязевых вулканов. Далее, в начале 20-го века А.Н.Красновым проводятся исследования грязевых вулканов Абшерона и Гобустана, генезис которых он связывает с нефтеобразованием. Интенсивность вулканизма по ошибочному мнению этого автора ставится в тесной связи с морской водой. Поэтому, как

полагает Краснов, сила грязевого вулканизма, по мере удаления от морских берегов, постепенно ослабевает.

Начиная с 1916 года капитальные исследования грязевых вулканов проводились И.М.Губкиным. Являясь основоположником теории о генетической связи нефтяных месторождений и грязевых вулканов, этот ученый весьма обстоятельно описывал геологическое строение площадей вулканов Клыч и Торагай, а также группы грязевых сопок Агдам. В отложениях грязевых вулканов, И.М.Губкин впервые находит “куски черного нефтяного песчаника, несомненно, выброшенного вулканом и оторванного, очевидно, от нефтяного пласта”.

Образование грязевых вулканов И.М.Губкин связывал с диапировыми складками, справедливо замечал, что при исследовании генезиса грязевых вулканов необходимо одновременно изучать условия образования газов, воды и твердых продуктов выброса вулканов.

В период 1920-30-х годов грязевые вулканы изучались С.Р.Зубером, С.А.Ковалевским, В.В.Богачевым, Л.Д.Архангельским и другими. В этих исследованиях интересны высказывания А.Д.Архангельского, считавшего механизм передвижения твердых и газообразных масс не в результате действия газов, а скорее механическими усилиями при тектонических нарушениях пород, слагающих площади развития вулканов. Движения вверх твердого материала по А.Д.Архангельскому сводится к разнице давления, возникающей при диапировом складкообразовании, что едва-ли может быть приемлемо, не принимая во внимание действие газообразных образований, обладающих огромной силой давления. Им же, необоснованно, нижние границы распространения корней вулканов ограничивались отложениями не древнее коуна.

С 1927 года С.А.Ковалевским проводились исследования грязевых вулканов Азербайджана. Обстоятельно освещаются вопросы генезиса грязевых вулканов, которые, по его мнению, формировались при тесной связи с магматическим источником. Он считал, что газы являются “главным двигателем грязевых поступлений, глубина возникновения которых достигает мезозойских отложений приурочиваясь к контактам осадочных пород с внедрением изверженных, обильно распространенных в Закавказье, главным образом, в мелу и отчасти в нижнем палеогене” [108] С.А.Ковалевский проводит сравнения с итальянскими вулканами, доказывая магматическое происхождение газов, которые являются ведущим фактором извержения грязевых вулканов.

Начиная с конца 20-х годов нашего столетия грязевые вулканы изучались Н.С.Шатским, М.М.Жуковым, Е.В.Милановским, С.Ф.Федоровым и другими, проводившими геологическую съемку Гобустана и Абшеронского полуострова. Особый интерес представляет довольно детальная классификация, применявшаяся для грязевулканических образований - “сопочной брекчии”, предложенная Н.С.Шатским. Согласно данной классификации среди них выделяются брекчии: α , β , γ , δ . Из этих тектонитов, по определению названного автора и состоят “сопочные брекчии”. Всеми перечисленными авторами, включая и Н.С.Шатского, образование грязевых вулканов связывается с тектоническими нарушениями, давшими брекчированные породы, которые при их пропитанности нефтью и водой становятся подвижными, особенно в механически нарушенных областях, при действии стресса.

В 1930-33гг. в юго-восточном Гобустане проводили исследования Н.Г.Акатов, С.Н.Алексейчик [24] по геологическому картированию этой территории.

Далее, вплоть до 1941 года, велись широкие тематические исследования по вопросам геологического строения Восточного Азербайджана, ее нефтегазоносности и грязевого

вулканизма. Вопросы по грязевым вулканам очень обстоятельно освещены в работах М.Ф.Мирчинка [122], А.Л.Путкарадзе [130] и др. На основе этих тематических исследований М.Ф.Мирчинк в 1938 году опубликовал монографию “Тектонические проблемы Юго-Восточного Кавказа”, в которой дается весьма подробное описание геологического строения Гобустана и процесса грязевулканизма. Он также предлагает новую классификацию брекчий, охватывающую все типы пород, подверженных механическим разрушениям. В частности им, помимо вулканических брекчий, выделяются и тектонические в виде: межпластового скольжения, разрыва и надвига выдавливания, сопочная, пластовая. Видимо, в этой классификации исходным принципом деления автором приняты морфологические признаки, нежели генетические, которые, на наш взгляд, играют решающую роль в каждой схеме классификации природных явлений.

По инициативе И.М.Губкина в 1937 году были организованы комплексные исследования от Института горючих ископаемых АН СССР по изучению грязевых вулканов Крымско-Кавказской провинции под его и С.Ф.Федорова руководством. Результаты этих работ опубликованы в монографии “Грязевые вулканы Советского Союза и их связь с генезисом нефтяных месторождений Крымско-Кавказской геологической провинции” (1938).

Большой вклад в изучение грязевых вулканов был внесен А.А.Якубовым, который в своих исследованиях привел веские доказательства в подтверждение теории И.М.Губкина о генетической связи грязевых вулканов с нефтяными месторождениями.

Из последующих работ особенно следует отметить исследования С.М.Алиева (1952), С.Г.Салаева (1950-1955), С.М.Алиева и М.М.Зейналова (1955-1957), охватывающие вопросы геологического строения и грязевого вулканизма Южного Гобустана. Ценной работой является монография о тектонике, грязевом вулканизме и истории геологического развития Азербайджана, где систематизированы существующие до того материалы по этим вопросам и даны ценные определения по ряду спорных положений. Она была выпущена Издательством АН Азерб. ССР в 1953 году, в которой раздел посвященный грязевым вулканам, составлен В.А.Гориным и Ш.Ф.Мехтиевым.

Очень много труда приложено для выяснения многих проблем грязевого вулканизма за 1960-1990гг. А.А.Якубовым, Ш.Ф.Мехтиевым, Ф.Г.Дадашевым, Ад.А.Алиевым, З.А.Буниатзаде, Р.Р.Рахмановым, Ф.А.Матановым и др.

При проведении исследований по проблеме грязевого вулканизма, в основу методики и всего комплекса геолого-геохимических работ были положены имеющие литолого-стратиграфические и структурные критерии образования и размещения грязевых вулканов, которые нашли свое научное определение в современной литературе.

Приведенные литературные данные о геологических условиях формирования и размещения грязевых вулканов были положены в основу осуществленного нами комплекса исследований литологических, геохимических, минералогических и др. условий боронакопления в грязевулканическом процессе. Из тех же данных видно, что состояние изученности боронакопления в грязевулканических образованиях носит скорее, по удачному выражению Н.М.Страхова “характер геохимической статистики”, которая безусловно нуждается в привязке к определенным геологическим факторам, контролирующим как сам процесс грязевулканизма, так и связанного с ним боронакопления.

В этой связи изучение ассоциации химических элементов, сопутствующих бору (например, редкие щелочи), что не учитывалось прошлыми исследованиями, в существенной мере повышает реальное понимание миграции бора в этих образованиях.

Завершая обзор работ по интересующей нас проблеме, необходимо подчеркнуть, что изложенная история изученности не исчерпывает все работы, посвященные бороносности территории республики. Мы упомянули лишь об основных исследованиях, касающихся рассматриваемой нами темы.

ГЛАВА 3. МЕТОДИКА И ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ ПРОВЕДЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Методика проведенных исследований определялось комплексом задач, поставленных перед тематикой настоящей работы и, в целом соответствовала принятым правилам [111,112].

Исключения и нововозна составляли те случаи, которые были необходимы, в связи со спецификой работ проводимых в поле (отбор бороздовых, групповых и др. проб) и в лаборатории (физические методы анализа).

Маршрутные поиски проводились в масштабе 1:50000 с целью опробования естественных обнажений на редкие элементы. Например, в пределах Исмаиллинского района маршруты проходились в крест простираения майкопских отложений, по долинам рек и сухих балок. При этом на естественных разрезах обнаружены точки с повышенными содержаниями бора и сопутствующих ему редких щелочей (литий-0,03%, цезий-0,01%).

На западном побережье Каспия маршруты пройдены по руслам рек Самур, Гусарчай, Губа-чай, Девечичай, Тегчай. Этими маршрутами производились геологические наблюдения и отбирались шлиховые пробы с целью определения в них редкометальных минералов и путей переноса их с мест залегания материнских пород, питающие россыпи Каспийского побережья. В Нахчыванской мульде маршруты задавались вкрест простираения оси мульды через каждые 0,5-1,0 км, в районах соленосных месторождений. Расстояние между точками наблюдения составляло 150-200 м, а площадь, охваченная поисками, образовала узкую полосу, соединяющую участки месторождений каменной соли Нахчывана, Неграма и Сустинска.

На северо-восточных склонах Малого Кавказа проходились единичные маршруты по отдельным площадям рудопоявлений и месторождений. К ним прежде всего относятся серноколчеданные руды Тоганалинского, Чирагдересинского месторождений, Кедабекское медносерноколчеданное, Новогореловское медно-цинковое, Битти-Булахское медно-мышьяковое месторождения. Кроме того, более детальному изучению подвергнуты железорудное месторождение Дашкесана, баритовое месторождение Човдара, турмалиноносные вторичные кварциты г.Айридаг Кедабекского района.

Ручное бурение проводилось, в основном, на грязевых вулканах с целью определения мощности сопочных брекчий, а также речных и озерных отложений.

Глубина скважин до 18 м, диаметр бурения - 3".

С помощью канав и расчисток опробовались задернованные майкопские отложения в Исмаиллах, продукты грязевых вулканов на Абшероне и в Гобустане, соленосные формации Нахчыванской мульды, а также рудопоявления на Малом Кавказе.

Основной объем полевых работ заключался в опробовании. В зависимости от задач и района исследований, были использованы все виды опробования - бороздовое, точечное, керновое, групповое, шлиховое, мономинеральное и гидрохимическое.

Обработка бороздовых, точечных и керновых проб производилась ручным способом, а дробление и последующая обработка по схеме, составленной в соответствии с формулой Чечотта: $Q = kd^2$, где $k = 0,2$.

Конечный диаметр частиц обработанной пробы составлял до 1 мм, конечный вес лабораторной пробы - 100-150г [112].

Аналитические работы выполнялись в Центральной Химико-Аналитической Лаборатории (ЦХАЛ) при Геологоразведочном Тресте №1 бывшего Мингео СССР в г. Москве (Бронницы) и в Зональной лаборатории ЦХАЛ в г. Баку.

Специальная методика была разработана нами и применена при изучении основных объектов боранакопления - продуктов грязевых вулканов. Ниже приводятся основные моменты этих исследований.

В начале работ рекогносцировочными маршрутами, с учетом крайне скудных данных литературы, выявлялись грязевые вулканы, выносящие сопочные брекчии с повышенной бороносностью, определяемой уровнем содержания борного ангидрида порядка 0,5-0,1%. Затем, на таких вулканах ставились детальные геохимические исследования на уровне масштабов 1/5000, 1/10000. Эти исследования сводились к осуществлению ряда литогеохимических профилей, по наиболее представительным сечениям, охватывающим по возможности все литофациальное и временное разнообразие сопочных брекчий, слагающих данный грязевой вулкан. При этом, ориентировка таких профилей зависела от площадей и конфигураций отдельных покровов сопочных брекчий, а также формы и размера кратерного поля, подвергаемого опробованию. Расстояния между такими профилями, в зависимости от принятого масштаба, составляли от 50 до 100 м. между точками отбора проб от 20 до 50 м. Профилирование почти во всех случаях сопровождалось ручным бурением скважин глубиной до 18 м, которые также подвергались опробованию. На основе этих профильных пересечений и составлялись схематические литофациальные карты размещения сопочных брекчий на грязевых вулканах.

Кроме того, для изучения формы нахождения бора были отобраны характерные пробы, в том числе из сопочных брекчий для количественного минералогического анализа. С этой целью были изготовлены шлифы из наиболее бороносных сопочных брекчий для микроскопического изучения.

В химико-аналитической части наших исследований, прежде всего, устанавливался набор химических элементов, типоморфных для боранакопления. Для грязевулканических образований таковыми оказались редкие щелочи - литий, рубидий и цезий; а также барий и стронций.

Бор определялся количественным спектральным методом с применением сначала варианта А.К.Русанова [132, 133] - метод вдувания порошковых проб в разряд дуги, а затем А.Гусельникова - метод просыпки порошка проб в дугу между горизонтально расположенными медными электродами. Анализ редких щелочных металлов проводилось методом пламенной фотометрии. Пороги чувствительности принятых методов по каждому испытываемому элементу в процентах и кларках показаны в таблице 1.

Из данных таблицы видно, что метод пламенной фотометрии является весьма эффективным для определения значительно малых содержаний редких щелочей. Для бора порог чувствительности составляет десятую долю его кларка, что вполне обеспечивает выявление аномальных значений этого элемента.

Пороги чувствительности анализов

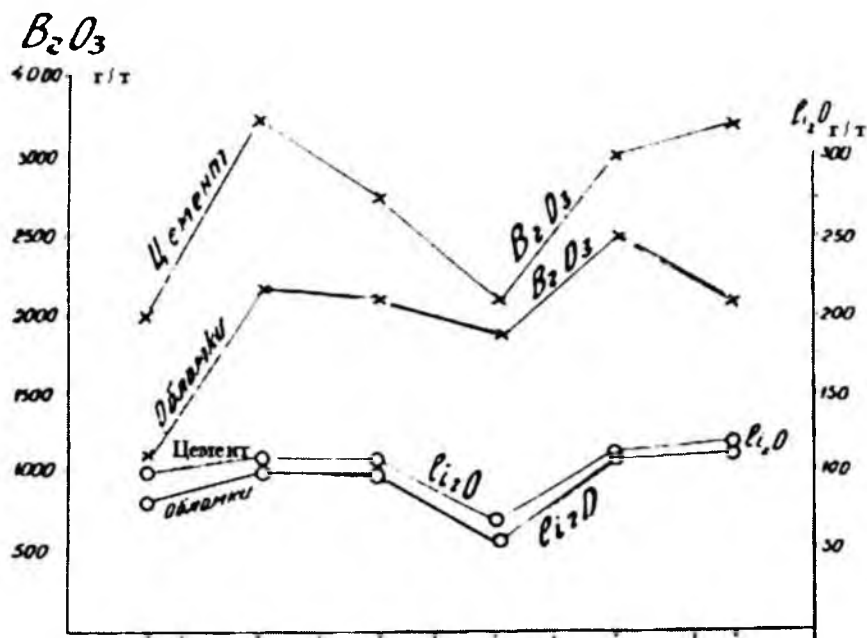
Химический элемент	Кларк элемент в глинах, % по весу	Чувствительность анализа	
		в %	в кларках
Бор	10^{-2}	10^{-3}	0,1
Литий	6×10^{-3}	10^{-4}	0,02
Рубидий	2×10^{-2}	10^{-3}	0,05
Цезий	$1,2 \times 10^{-3}$	5×10^{-4}	0,41
Кларки даны по А.П. Виноградову (1962)			

Затем устанавливались отдельные статистические параметры, характеризующие степень этой типоморфной связи выделенных элементов с бором. Проводились первые исследования геохимико-минералогической формы миграции бора в геологических комплексах. По результатам этих исследований составлены сводные вариационные кривые, иллюстрирующие характер зависимости или степень типоморфной связи бора и редких щелочей в главнейших литофациальных типах сопочных брекчий, как обломков, так и цемента. Здесь одновременно указываются основные классы гранулометрического состава. Эти факторы являются наиболее действенными на процесс накопления бора и редких щелочей. В качестве основных представителей литофаций взяты песчаники, песчаные алевриты, глины, алевритовые глины и глины песчанистые с фракциями более 0,25 мм, 0,1-0,01, меньше 0,01 мм.

На рисунках 3, 4, 5 довольно отчетливо подчеркивается взаимосоответствие кривых концентраций исследуемых элементов, что является обоснованием их типоморфности в грязевулканических образованиях. Из этих вариационных диаграмм видно, что бор (или борный ангидрид) во всех литофациях, составляющих цемент сопочных брекчий, по сравнению с обломками обнаруживает повышенные значения. В самом же цементном веществе максимальные концентрации борного ангидрида наблюдаются в песчаных алевритах, составляющих 3500 г/т, глинах алевритовых -3000 г/т, и глинах песчанистых -3500 г/т. В обломках сопочных брекчий наибольшие значения содержания борного ангидрида фиксируются в тех литофациях, которыми сложен вышеописанный цемент. Повышенные концентрации борного ангидрида отмечаются во фракциях 0,1-0,01 мм и меньше 0,01 мм, причем строгого обособления этих фракций в цементе или обломках не наблюдается. Эти черты распределения бора, выражающиеся в его большом накоплении в алевритовых и глинистых фракциях вполне укладываются в существующие представления, разработанные Г.К.Ведеполом, Г.Хардером и другими.

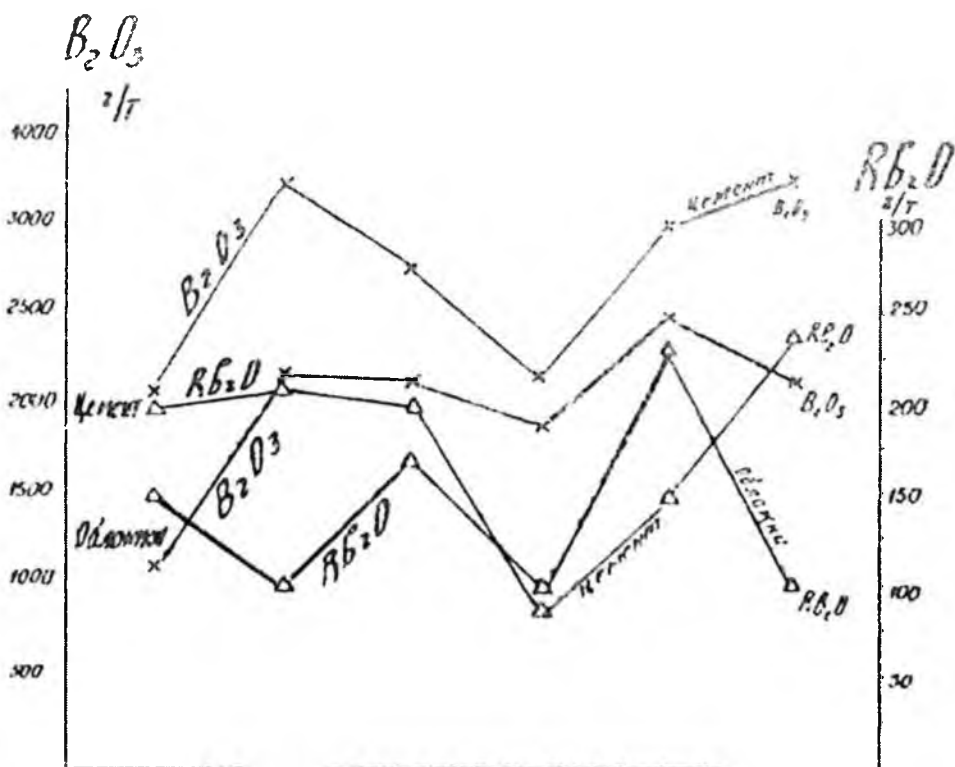
Причины большого накопления борного ангидрида в цементе сопочных брекчий не имеют своего однозначного объяснения. Однако, основываясь на выявленных нами фактах, с учетом химических свойств самого бора, видимо эти причины заключаются в механической переработке исходных пород в ходе грязевулканического извержения. Именно в этих условиях имеет место заметное обогащение шламо-глинистого материала бором, который является цементирующим обломки исходных пород сопочных брекчий. Это обогащение протекает не только за счет бора исходных глинистых пород. Оно связано и с водами грязевых вулканов. Почти во всех исследуемых грязевых вулканах нами определялось содержание борного ангидрида в водах. Оно колебалось в пределах от 300 до 740 мг/л, что с пересчетом на

элементарный бор соответственно составляет 100-250 мг/л. Эти значения содержания бора в водах грязевых вулканов возможно послужили дополнительным источником обогащения этим элементом твердых грязепродуктов в виде того же цемента. Реальность такого предположения связана с преобладающим глинистым составом цемента.



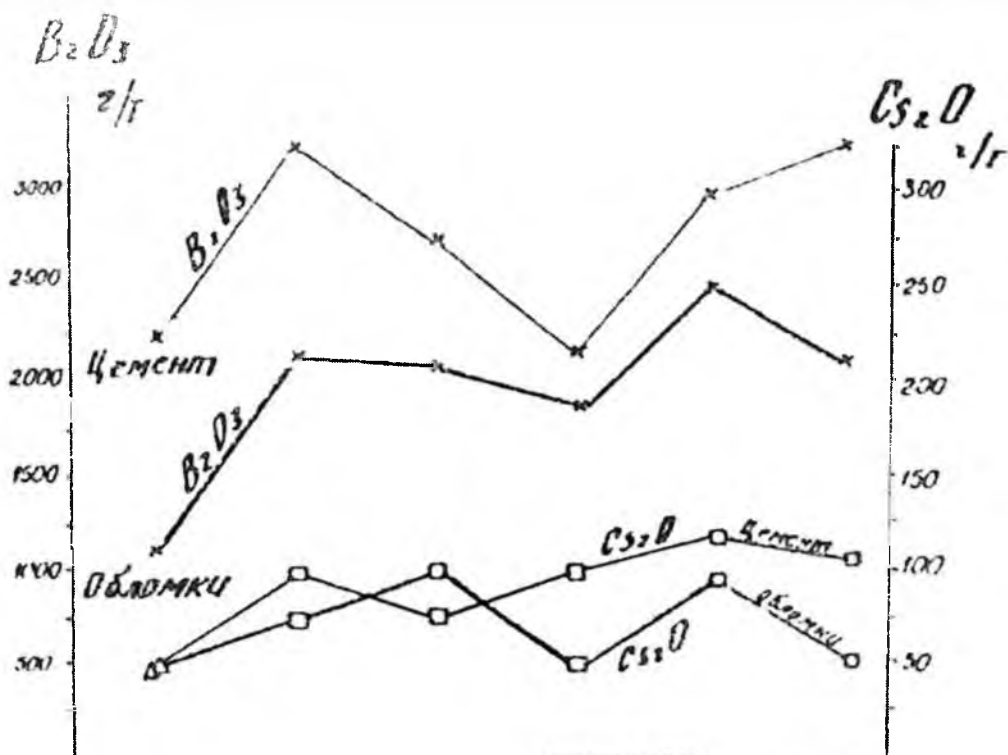
Обломки-песчаники	Песчаные алевриты	Глинисто-песчаные алевриты	глины	Глины алевритовые	Глины песчаные
Ведущая фракция	0,1-0,01	0,1-0,01	< 0,001	0,1-0,01;	< 0,01
В мм:>0,25; 0,1-0,01				< 0,01	
Цемент-глинисто-песчаные алевриты	Песчаные глины	Песчаные глины	глины	Глины алевритовые	Глины песчаные
Ведущая фракция	< 0,01	< 0,01	< 0,001	0,1-0,01;	< 0,01
В мм:>0,25; 0,1-0,01				< 0,01	

Рис. 3. Характер зависимости содержаний борного ангидрида и окиси лития в обломках и цементе сопочных брекчий с различными гранулометрическими фракциями.



Обломки-песчаники	Песчаные алевриты	Глинисто-песчаные алевриты	глины	Глины алевритовые	Глины песчаные
Ведущая фракция	0,1-0,01	0,1-0,01	< 0,001	0,1-0,01	< 0,01
В мм:>0,25; 0,1-0,01				< 0,01	
Цемент-глинисто-песчаные алевриты	Песчаные глины	Песчаные глины	глины	Глины алевритовые	Глины песчаные
Ведущая фракция	< 0,01	< 0,01	< 0,001	< 0,01	< 0,01
В мм:>0,25; 0,1-0,01					

Рис. 4. Характер зависимости содержаний борного ангидрида и окиси рубидия в обломках и цементе сопочных брекчий с различными гранулометрическими фракциями.



Обломки-песчаники	Песчаные алевриты	Глинисто-песчаные алевриты	глины	Глины алевритовые	Глины песчаные
Ведущая фракция	0,1-0,01	0,1-0,01	< 0,001	0,1-0,01; < 0,01	< 0,01
В мм: >0,25; 0,1-0,01					
Цемент-глинисто-песчаные алевриты	Песчаные глины	Песчаные глины	глины	Глины алевритовые	Глины песчаные
Ведущая фракция	< 0,01	< 0,01	< 0,001	0,1-0,01; < 0,01	< 0,01
В мм: >0,25; 0,1-0,01					

Рис. 5. Характер зависимости содержаний борного ангидрида и окиси цезия в обломках и цементе сопочных брекчий с различными гранулометрическими фракциями.

Г.Хардер [147] подчеркивает особое боро-концентрирующее значение глин, в которых, в зависимости от гранулометрического состава, бор обнаруживает различные, но повышенные уровни концентрации. В крупных иллитовых фракциях (0,1-0,01 мм и меньше 0,01 мм) отмечается повышенное значение бора, что имеет место и в рассматриваемом случае в грязепродуктах. Как предполагали многие ученые-исследователи бора, интенсивно сорбирующее бор свойство глин цемента в сопочных брекчиях и обусловило относительно низкие уровни концентратами этого элемента в водах грязевых вулканов. Но, результаты работ последних лет доказывают, что концентрация бора в глинах связано не сорбирующим свойством глин бора из водной среды, а его содержанием в исходных, коренных породах.

Относительно высокие содержание борного ангидрида в цементном веществе и илисто-водном шламе послужили основной причиной повсеместно наблюдаемого возрастания концентрации этого компонента в свежих продуктах грязевулканических излияний. Одновременно с бором, в последних увеличивается содержание лития, рубидия и цезия. Это было подтверждено проведенными нами многочисленными литогеохимическими профилями, на которых максимальные точки концентрации борного ангидрида и окисей редких щелочей соответствуют сопочным брекчиям, относительно поздних извержений и слагающих кратерное поле и близкие к нему участки.

Из построенных вариационных диаграмм следует, что в целом, наблюдается близкое геохимическое сонахождение борного ангидрида и редких щелочей, которые и могут быть приняты в качестве характерных для борной минерализации компонентов.

До описания предполагаемых источников борного сырья в Азербайджане рассмотрим вопрос о его генетических типах.

Согласно требованиям промышленности к качеству минерального сырья, все известные месторождения борных минералов делятся на две генетические группы: эндогенные и экзогенные. Самостоятельно рассматривается и третий источник бора - минерализованные воды. При более детальном рассмотрении приведенной классификации становится ясным ее несоответствие как процессам, так и к комплексам образованных пород. Так, в типе эндогенные месторождения включены все бораты магнезиальных и известковистых скарнов, а также месторождения вторичных кварцитов, бесспорно образованных в результате метаморфизма. А экзогенные месторождения, по этой классификации, состоят в основном из вулканогенно-осадочных пород, что-то же не соответствует своему названию.

Более приемлема классификация месторождений борного сырья, предложенная И.М.Курманом и В.В.Мельницким [109]. Они выделяют три генетических типа: эндогенные, экзогенные и метаморфические. Но, наличие месторождений и проявлений некоторых борных минералов не соответствует и этим трем типам. Поэтому, вырисовывается необходимость в выделении и четвертого типа - смешанного со свойственным ему подтипами. Итак, все месторождения (проявления) борного сырья можно объединить в 4 генетических группы: эндогенные, экзогенные, метаморфогенные и смешанные.

Последняя включает в себе вулканогенно-осадочные и грязевулканические комплексы а также минерализованные воды (таблица 2).

Классификация месторождений бора

(по Бабаеву Н.И.)

Группа	Подгруппа, характерные месторождения	Характерные рудопроявления
Эндогенные	Месторождения боросиликатов, связанные с гранитоидами, пегматитами и аплитами. Вулканогенно-экзгальционные.	Датолит, данбуритовые руды. Магнетитовые руды. Фумаролы, сольфатары, мофетты. Гейзеритовые руды.
Экзогенные	Галогенно-осадочные месторождения. Месторождения боратов в гипсовой шляпе над соляными куполами.	Месторождения боратов в галогенных осадках. Погребенные боратовые руды. Ашарит, гидроборатит, углекислотные руды. Рапа озер.
Метаморфогенные	Месторождения боросиликатов в грейзенах. Месторождения боратов в магнезиальных скарнах. Месторождения боросиликатов в известковых скарнах. Месторождения боросиликатов во вторичных кварцитах.	Отложения в гидротермальных жилах. Людвигитовые руды. Ашарит-магнетитовые руды. Котоитовые руды в мраморах и кальцифирах. Турмалиновые концентрации, серендибит, вирвикит, сингилит.
Смешанные	Вулканогенно-осадочные месторождения. Продукты грязевых вулканов. Минерализованные воды.	Борные руды, отложенные из продуктов вулканической деятельности. Сопочные брекчии грязевых вулканов. Воды грязевых вулканов.

Абсолютные количества элементов зависят от ядра, распределение элементов – от наружных электронов.

Академик А.Е. Ферсман

ГЛАВА 4. НЕКОТОРЫЕ ВОПРОСЫ ГЕОХИМИИ БОРА

Поведение бора в земной коре более или менее изучено в зоне гипергенеза, в осадочных фациях [77, 96, 80, 85, 86, 144]. До наших работ геохимия бора, в частности его миграция и накопление в геологических процессах почти не были изучены. В этом направлении проведенные исследования [140, 79] ограничивались характеристикой уровней концентрации бора в основных продуктах извержения грязевых вулканов, к которым относились сопочные брекчии, в целом без разделения на отдельные по составу и возрасту литофациальные образования.

Эти общие данные в дальнейшем были использованы для постановки геолого-поисковых работ по оценке перспектив отдельных геологических комплексов на бороносность, о чем будет сказано в последующих разделах настоящей работы. Геохимия борных соединений, связанных с эндогенным и метаморфическим комплексами, к сожалению были изучены еще меньше [110].

Между тем, для интенсификации результативности любых геологических исследований, в том числе, дорогостоящих поисково-разведочных работ по бору, подобно другим полезным ископаемым, важным является всесторонний учет геохимических особенностей распространения этого элемента. На этой основе представляется реальная возможность выработки геохимических критериев эффективного прогнозирования бороносности различных регионов, глубокого и всестороннего познания качественной и количественной сторон развития самого процесса боронакопления. Иными словами, на материалах изучения параметров миграции, рассеяния и накопления бора представляются благоприятные условия для решения важной задачи - установления геохимической специализации тех или других комплексов горных пород, в том числе и грязевулканических образований. Последнее, как известно, является одним из чрезвычайно интересных разделов региональной геохимии по поиску и прогнозированию помимо бора и самого грязевого вулканизма (погребенного, подводного). При существующей связи последнего с нефтегазоносностью, еще более усиливается важность геохимического способа детерминирования процесса грязевого вулканизма, как надежного признака поисков нефти и газа.

Предлагаемые исследования геохимических особенностей бора, его поведения в различных геологических процессах являлись первыми попытками и поэтому не могут претендовать на решение всех вопросов в этой области. Однако, как представляется, даже во многом схематичные по своей обоснованности выявленные закономерности и особенности, в этой связи могут быть использованы в качестве первой основы для разработки научно-программных и методических положений по применению геохимических приемов прогнозирования бороносности, отдельных регионов.

Описываемые геохимические исследования определялись прежде всего установлением наборов химических элементов, свойственных для концентрации бора в каждом типе боронакопления. Затем устанавливались отдельные статистические параметры,

характеризующие степень этой связи типоморфных элементов с бором. Сделана попытка выяснения и минеральной формы миграции самого бора. И наконец, на основе всех этих данных с учетом внутренних и внешних факторов миграции бора и сопутствующих ему компонентов давались интерпретационные определения относительно геохимической природы этих элементов в различных формациях.

Для реального понимания геохимических особенностей поведения бора уместно привести известную диаграмму В.М.Гольдшмидта с дополнением В.В.Щербины, изображающую кислотные и основные свойства химических элементов в зависимости от валентности и ионного радиуса (рис.6). Из этой диаграммы видно, что бор обнаруживает склонность к образованию комплексных анионных соединений, предопределяющих судьбу миграции, накопления и рассеяния этого элемента, особенно в зоне гипергенеза.

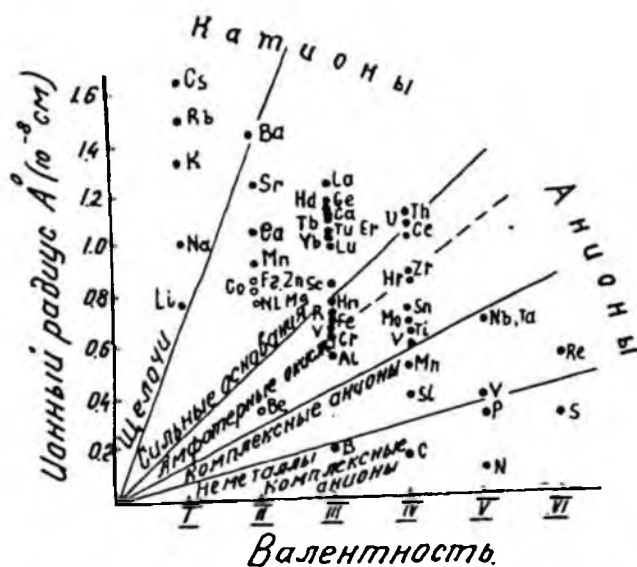


Рис.6. Диаграмма кислотных и основных свойств химических элементов в зависимости от соотношения валентности и ионного радиуса. (по В.М.Гольдшмиту с дополнениями В.В.Щербины)

Первые теоретические схемы познания геохимической природы миграции бора в различных термодинамических средах разрабатывались В.И.Вернадским [65], В.М.Гольдшмидтом [76], А.Е.Ферсманом [144], А.П.Виноградовым [66] и другими. В дальнейшем, на основе этих схем вопросы геохимии нашли свою более обстоятельную разработку, в исследованиях по бору В.В.Щербиной [149], С.М.Александрова [25], М.Г.Вал-яшко [64], А.Ф.Горбова [80] и других. По материалам перечисленных исследований, ниже, в кратких чертах характеризуются современные представления о геохимии бора.

БОР - с порядковым номером пять является элементом третьей группы периодической системы Д.И.Менделеева. Из приведенной диаграммы видно, что бор обладает кислотными свойствами, обусловленными высокой валентностью 3 и незначительным ионным радиусом,

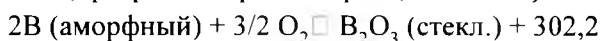
составляющим 0,20 А (В.М.Гольдшмидт. 1938) или несколько большим 0,23 А (Л.Х.Аренс. 1952). В частности, по С.М.Александрову, В.Л.Барсукову и В.В.Щербиной [166] это свойство особенно проявляется при образовании В(ОН)₃, где бор ввиду небольших размеров ионного радиуса и положительно заряженного иона с большой силой отрывает отрицательно заряженный кислород гидроокисла с образованием (ВО₃)⁻³. При этом, три «освобожденных» положительно заряженных иона водорода и вызывают кислую реакцию.

Атомный радиус бора составляет 0,89 А и обладает высоким потенциалом ионизации. По данным А.Ф.Горбова [87] энергия отрыва внешних валентных трех электронов ряда элементов составляют следующие величины в ккал/г атом:

			В	Al	Ga
I.	M ⁺	M ⁺ +e	190,3	137,4	137,7
II.	M ²⁺	M ²⁺ +e	576,1	431,8	435,9
III.	M ³⁺	M ³⁺ +e	869,7	652,4	705,3

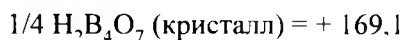
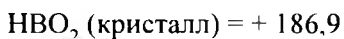
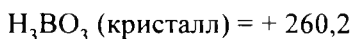
У бора преимущественно свойства - свойства неметаллического кислотообразующего элемента. Бор соединяется с металлами и металлоидами (хромом, ванадием, медью, хлором, бромом, йодом, серой и др.) Известны соединения бора и с водородом.

Интересны данные по затрачиваемой теплоте при образовании соединений бора с кислородом, фтором, хлором и серой (ккал/моль):

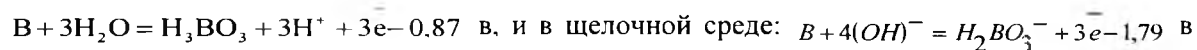


Все приведенные данные по расходу тепла при отрыве валентных электронов и образовании окисных, галогенных и серных соединений свидетельствует о том, что сфера химической миграции бора весьма ограничена. В связи с этим, он в природе встречается обычно в окисных соединениях и реже фторидных минералах.

Для понимания экзогенной миграции бора, необходимо подчеркнуть топлоту образования его кислот в ккал/моль:



В.В.Щербина отмечает, что весьма большая теплота образования борного ангидрида и окислительно-восстановительный потенциал реакции в кислой среде в виде:



исключает возможность нахождения бора в природных условиях в элементарном виде, чем и усиливаются высокие литофильные свойства этого элемента. При этом, он входит в комплексные анионы с кислотными свойствами, обнаруживая явно выраженные черты его литофильности. Бор обладает близким сродством с кислородом, при соединении с которым он выделяет большое количество тепла. Это сродство с кислородом выражается в многочисленных соединениях, образуя широко распространенный борный ангидрид (В₂О₃)

энергетическим уровнем ЭК BO_3^{3-} равен 6,0, ЭК BO_3 равен 1,68. Последний в природных условиях может образовывать сравнительно сложные полимерные соединения, входящие в конструктивную основу гипергенных боратов.

Таким образом, литофильность бора, обнаруживаемая в его близости с кислородом, изредка с фтором, полностью исключает соединения этого элемента с серой в виде сульфидов и наличие его в самородных металлах. Бор лишен халькофильности и сидерофильности. Цикл геохимической миграции бора значительно ограничен в связи с тем, что в соединениях он всегда трехвалентен, что обуславливает отсутствие у него окислительно-восстановительных реакций. Однако, этот элемент обладает высокой комплексообразующей способностью, обусловленной высокой валентностью и малым размером ионного радиуса, отношение которых равно 15 (величина ионного потенциала). Этот высокий потенциал и является благоприятным для комплексообразования, которое в свою очередь увеличивает размер иона слабой борной кислоты и кислотность гетерополиоксидной кислоты. Дегидратация борных кислот, выражается в уменьшении отношений H_2O/B_2O_3 и O/B . Например, для улексита (описанного нами в сопочной брекчии) эти отношения соответственно равны 0,6 и 1,8. У буры, также встреченной в описываемых грязепродуктах, они составляют 0,5 и 1,75.

Для понимания экзогенной геохимии бора необходимо учесть также то, что борная кислота H_3BO_3 является слабой природной кислотой. Её константы диссоциации по ряду определений таковы:

$$K_1 = 5,8 \times 10^{-10}; 6,5 \times 10^{-10} \text{ и } 7,3 \times 10^{-10}$$

$$K_2 = 1,8 \times 10^{-13}$$

$$K_3 = 1,6 \times 10^{-14}$$

Для метаборной кислоты - HBO_2 $K = 7,5 \times 10^{-10}$ и H_2BO_7 $K = 10^{-4}$

pH 1%-го раствора HBO_2 равен 4,94;

pH 0,1% раствора $Na_2B_4O_7$ = 9,18. Для сравнения следует привести константы диссоциации:

Угльной кислоты H_2CO_3

$$K_1 = 3,7 \times 10^{-7}$$

$$K_2 = 5,7 \times 10^{-11}$$

Сероводородной кислоты - H_2S - в воде

$$K_1 = 1,2 \times 10^{-7}$$

$$K_2 = 1,1 \times 10^{-15}$$

Метакремниевой кислоты - H_2SiO_3

$$K_1 = 1 \times 10^{-13}$$

$$K_2 = 2 \times 10^{-12}$$

Тем не менее в растворах со свободным углекислым газом и сероводородной кислотой борная кислота может находиться в свободном виде. Именно эти условия имеют место в процессе грязевулканизма, о чем будет идти речь несколько ниже.

Г.Шефером и А.Зивертсом (1941 г.) дан следующий экспериментальный ряд возрастания кислотных свойств хлоридов щелочных и щелочноземельных элементов: KCl , $NaCl$, $LiCl$, $BaCl_2$, $SrCl_2$, $CaCl_2$. Ими же установлена зависимость такого же возрастания кислотных свойств борной кислоты от «констант диссоциации» (диссоциирует не борная

кислота, а хлориды) в двумолярном солевом растворе хлоридов с учетом их ионных потенциалов и количества молекул воды на ион. Эта зависимость авторами дана в виде:

Катион хлоридов	$K10^9$	Ионный потенциал $\Theta = W_e/r_i$	Относительная гидротация
K	0,9	0,0361	7,4
Na	2,2	0,0490	16,2
Li	5,0	0,0616	22,4
Ba	58	0,0672	25,1
Sr	110	0,0757	29,1
Ca	295	0,907	33,4

Режим кислотности боратов в присутствии хлоридов во многом уточняет наши представления об относительном повышении кислотных свойств борной кислоты и, стало быть, ее растворяющей способности. Но в этих условиях щелочные земли, в частности кальций и магний являются активными осадителями боратов. Однако это не означает, что хлориды во всех случаях лишь выщелачивают бораты. Они, помимо того, благодаря щелочам, удерживают бораты в растворах, в рассолах которых бор, литий, наряду с хлоридами калия и натрия осаждаются.

Таковы далеко еще не полностью выявленные черты поведения бора в различных зонах литосферы.

Одним из выгодно-отличительных свойств бора, по сравнению с соседними с ними элементами углеродом и азотом, дающим CO , CO_2 , NO , NO_2 , N_2O_5 является то, что он образует лишь одно соединение с кислородом в виде B_2O_3 с температурой плавления $577^\circ C$ и кипения $1860^\circ C$. Интересно, что даже при такой высокой температуре плавления борный ангидрид с водными парами возгоняется в ковалентной связи в виде борной кислоты.

Бор имеет изотопы с атомными весами 10 (19,8%), и 11 (80,2%), на основе чего и составляется атомный вес, равный 10,811. Изотопы с нечетным порядковым номером, преобладают над изотопами с четным номером, что согласно А.Е.Ферсману [144] позволяет отнести бор к элементам, атомный вес которых составляется по формуле $4q+3$, где q -есть некоторое целое число (в данном случае будет равен 2).

Бор обнаруживает резко выраженную тенденцию к полимеризации с образованием высокомолекулярных «гигантских молекул». Удельный вес бора 2,34 с температурой плавления $2180^\circ C$ и температурой кипения $3860^\circ C$. Элементарный бор представляет собой чернубурый порошок. Бор обладает выраженной способностью к ядерным реакциям с разрушением ядра своего атома. Это свойство бора, как топлива для реактивных двигателей уже давно используется военно-стратегической промышленностью США и других стран.

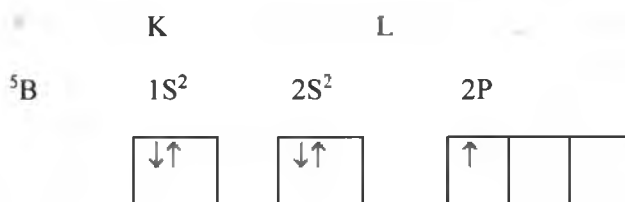
Значения планетарного кларка бора, предлагаемые разными авторами, таковы:

0,001%	-	Кларк и Вашингтон (1924),
0,005%	-	А.Е.Ферсман (1955),
0,0003%	-	А.П.Виноградов (1950),
0,013%	-	Р.Ранкама, Сахама (1950),
0,013%	-	А.П.Виноградов (1956),
0,0003%	-	Б.Мэзон (1958),
0,013%	-	Дж.Грин (1959),
0,012%	-	А.П.Виноградов (1962).

Столь многочисленные определения кларка бора на протяжении 75 лет внесли коррективу в сторону повышения его значения на один порядок. И все же, при таком малом значении кларка, бор в силу вышеуказанных его свойств, более склонен индивидуализироваться в свои собственные природные соединения. Более того, промышленные месторождения этого элемента, по данным К.К.Турекина и К.Н.Ведеполья составляют 0,007% и по А.П.Виноградову - 0,012% среди всех мировых месторождений других элементов.

Распределение бора, по только что названным источникам в различных породах земной коры таково: глины - 230 г/т, карбонаты - 55 г/т, песчаники - 35 г/т, сланцы - 100 г/т, гранитоиды - 10 г/т, базальты - 5 г/т. Примерно такие же данные приводит Г.Хардер [164]. Все эти данные свидетельствуют о том, что осадочные породы, по сравнению с изверженными, содержат несравненно большее количество бора. Это объясняется тем, что в океанских водах вообще этот элемент имеет высокую концентрацию - 6 мг/л. В качестве одного из важных источников бора в этих водах указывают на вулканические извержения, дающие в больших количествах богатые бором газообразные соединения.

Атом бора имеет довольно простое устройство электронных оболочек. Положительный заряд ядра атома бора компенсируется пятью электронами, размещающимися в соответствии с главным энергетическими уровнями в двух слоях К и L. Электронная конфигурация этого атома наглядно может быть представлена следующей схемой:



Известно, что прочность связи электронов в пределах каждого слоя понижается при переходе от одного типа электронной оболочки к другому. Известно также то, что поведение химического элемента во всевозможных связях с другими элементами зависит от его потенциала ионизации. Ниже приводятся данные сравнительного анализа изменений потенциалов ионизации элементов III группы периодической системы.

Энергия ионизации электронов, эВ
(по С.В. Кудз, 1966 г.)

Степень ионизации	${}^5\text{B}$		${}^{13}\text{Al}$		${}^{31}\text{Ga}$		${}^{49}\text{In}$		${}^{81}\text{Tl}$	
IМ $\rightarrow \text{M}^+ + e$	$2p^1$	8,28	$3p^1$	5,94	$4p^1$	5,97	$5p^1$	5,76	$6p^1$	6,08
IIМ $\rightarrow \text{M}^{2+} + e$	$2s^2$	24,99	$3s^2$	18,85	$4s^2$	20,39	$5s^2$	18,76	$6s^2$	20,29
IIIМ $\rightarrow \text{M}^{3+} + e$	$2s^1$	37,70	$3s^1$	28,35	$4s^1$	30,66	$5s^1$	27,85	$6s^1$	29,63
Сумма I+II+III	70,97		53,14		57,02		52,37		56,00	
$\text{M}^{3+} \rightarrow \text{M}^{4+} + e$	$1s^2$	258,0	$2p^6$	119,6	$3d^{10}$	64,3	$4d^{10}$	57,8	$5d^{10}$	48,5

Взаимосвязь вышеуказанных параметров можно выразить и графически.

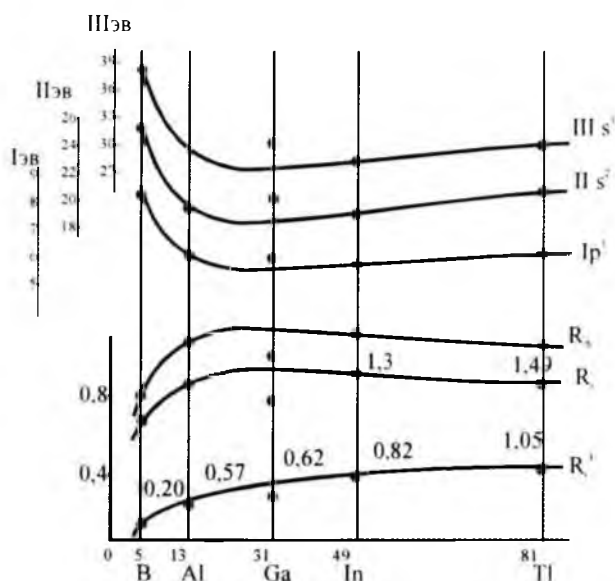


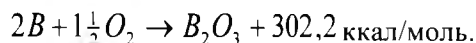
Рис. 7. График зависимости потенциалов ионизации элементов от радиуса атомов (Ra) и ионов (Ri). (по Ж.Вабер и Д.Громер (1965) с дополнениями автора).

Бор отличается рядом характерных особенностей. Самый легкий элемент III группы, он имеет наименьшие атомную массу и радиус атома, но исключительно высокие твердость, температуры плавления и кипения (табл. по данным Дж.Бобера, 1970 г.).

Основные физические свойства элементов III группы

Показатели	⁵ B	¹³ Al	³¹ Ga	⁴⁹ In	⁸¹ Tl
Атомная масса	10,811	26,981	69,72	114,82	204,37
Плотность, г/см³	2,33	2,70	5,90	7,31	11,85
Атомный объём, Å³	4,64	9,99	11,80	15,70	17,25
Радиус атома, Å	0,86	1,43	1,39	1,66	1,71
Твердость	9,3	2,90	1,50	1,20	1,20
Температура, °C					
плавления	2180,0	660,0	29,85	156,20	302,5
кипения	3660,0	2348,0	2244,0	2050,0	1472,0

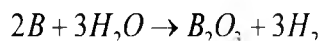
От прочности химических сил связи, т.е. от прочности атомной решетки зависит отношение элемента к химическим процессам. Поэтому, при обычных условиях бор ведет себя как устойчивый элемент, в химическом смысле как инертный элемент по отношению к воздуху и к воде. Только при нагревании 700°C бор сгорает с выделением большого количества тепла:



Отметим еще некоторые моменты из характерных свойств бора, так как они помогут разъяснению его поведения в различных геодинамических процессах. При этом нас больше всего интересовали взаимоотношения бора с кислородом, водородом, водой, серой, с P₂O₅, CO₂, SiO₂, а также с окислами металлов. Не меньший интерес вызывают всевозможные

варианты образования борного ангидрида (B_2O_3), соединения принятого нами в качестве эталона в расчетах борносности многочисленных геологических формаций республики.

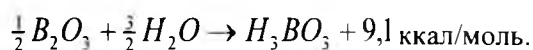
При высоких температурах, соответствующих температурам магматических очагов, бор вступает во взаимодействие с водяным паром, образуя борный ангидрид с вытеснением водорода:



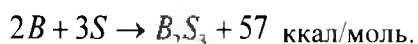
При высоких температурах бор очень активен и во взаимодействии с P_2O_5 , CO_2 , SiO_2 , а также с окислами металлов, отнимая у них кислород, образуя борный ангидрид и высвобождая соответствующий элемент.

Бор не растворяется в кислотах, не являющихся окислителями, а в последних он окисляется до образования ортоборной кислоты (H_3BO_3).

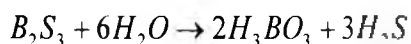
Борный ангидрид неустойчив при обычных условиях. Обладая гигроскопичностью, он активно поглощает влагу из атмосферы, а в воде он растворим и образует ортоборную кислоту с выделением определенного количества тепла:



При прокаливании бора в парах серы образуется сульфид бора с выделением значительного количества тепла:



Сульфид бора неустойчив в природных условиях и сгорает в атмосфере кислорода с образованием борного ангидрида и сернистого газа; а водой разлагается, образуя ортоборную кислоту и сероводород:

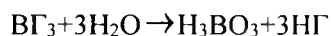


Вот почему в природных условиях сернистые соединения бора существовать не могут.

С азотом бор соединяется при очень высоких температурах (более $1200^\circ C$), образуя тугоплавкий нитрид бора (BN).

При нагревании бора с галогенами легко образуются соответствующие галогениды бора с выделением большого количества тепла.

Все галогениды бора хорошо растворимы в воде, подвергаются гидролизу с образованием ортоборной кислоты и соответствующей галогенокислоты по следующей схеме:



Следует отметить, что с водородом бор непосредственно не соединяется и в геохимии бора эти соединения никакой роли не играют. Более важно двойное соединение B_2O_3 с P_2O_5 или с PO_4 так как они встречаются в некоторых природных фосфоборатах (симанит, люнебургит), имеющих сходство с силикатами. Свойства гидратов окислов элементов III группы общего типа $R(OH)_3$ весьма различны. Гидрат окиси бора, который образуется при взаимодействии окиси бора с водой, хорошо растворим в воде и дислоцирует по кислотному типу. Кислотные свойства этого соединения обусловлены сравнительно малыми размерами атома бора, высоким зарядом и характером валентного состояния.

Довольно хорошо изучено известное сходство в поведении кислородных соединений бора и кремния, например $H_3(BO)_3$ и $H_4(SiO_4)$. Эта склонность борной кислоты к комплексообразованию является характерным ее свойством и находит проявление в многообразии форм борных соединений и минералов.

Типичный неметалл, бор образует наиболее устойчивые соединения с кислородом и нет ничего удивительного в том, что вся геохимическая история бора в земной коре связана с

его кислородными соединениями - от магматических образований до экзогенных. Лишь в некоторых случаях, в гипогенных условиях, имеет место соединения бора с фтором, о чем свидетельствуют сублиматы фтороборатов на вулканах.

Как комплексообразователь, бор с анионами (F, OH) образует соединения молекулярного типа, что обуславливает его склонность к миграции и рассеиванию, его связь с гидросферой и поверхностными образованиями земной коры.

Вышеуказанные особенности поведения бора, связанные в основном с кристаллохимическими свойствами его атома, обуславливают несоответствие высокой способности минеральной индивидуализации бора (более 140 минералов) низкой распространенности его в земной коре ($1 \times 10^{-3}\%$).

Не имея сколько-нибудь активного минерального концентрата, могущего в какой-либо форме сорбировать в себя бор, этот элемент оказался свободным от возможных диаблов и индивидуализировался в виде многочисленных минеральных соединений. Подавляющее большинство минералов бора приходится на бораты и затем на боросиликаты и алюмоборосиликаты. По мере концентрации ортоборной кислоты образуются все более сложные по составу полиборные комплексы.

Конструктивно борные минералы, целесообразно разделить на гипергенные и гипогенные. Среди первой группы широкое распространение имеют следующие минералы:

№ пп	Минерал	Химическая формула	Бор в %
1	Ашарит	$Mg_2(OH)[B_2O_4(OH)]$	12,9
2	Бура	$Na_2[B_4O_5(OH)_4] \cdot 8H_2O$	11,4
3	Гидроборацит	$CaMg[B_3O_4 \cdot (OH)_3]_2 \cdot 3H_2O$	15,4
4	Иниоит	$Ca[B_3O_3(OH)_5] \cdot 4H_2O$	11,7
5	Кернит	$Na_2B_4O_7 \cdot 4H_2O$	15,9
6	Колеманит	$Ca[B_3O_4(OH)_3] \cdot H_2O$	15,9
7	Пандермит	$Ca_2[B_5O_6(OH)_7]$	15,9
8	Сассолин	$H_3[BO_3]$	15,9
9	Улексит	$NaCa[B_5O_6(OH)_6] \cdot 5H_2O$	17,6
10	Калиборит	$HKMg_2[B_6O_8(OH)_5]_2 \cdot 4H_2O$	13,4
11	Борацит	$Mg_3B_7O_{13}Cl$	19,5

Все эти минеральные соединения являются промышленными и могут быть использованы для извлечения бора. Улексит и бура отмечались в продуктах грязевых вулканов, описание которых дается в соответствующем разделе. Ашарит, гидроборацит и данбурит также составляют минеральные формы, известные геологических комплексах республики.

Следует отметить, что, несмотря на многочисленные боропроявления, в геологических комплексах республики, на сегодня, первоочередным для освоения в промышленных значениях являются бороносные сопочные брекчии грязевых вулканов. Этот вид борной минерализации нами включен в смешанный тип, так как, несмотря на извержение, сами сопочные брекчии, являясь осадочными породами, оказались носителями повышенных концентраций бора. Источником последнего также являются, видимо, морские реликтовые, местами нефтеносные или контурные воды нефтяных месторождений.

Следует также отметить, что бор входит во многие соединения и широко распространен, особенно в небольших концентрациях: в виде боросиликатов и боратов, а

также в виде изоморфной примеси в минералах входит в состав многих изверженных и осадочных пород. Бор известен не только в нефтяных и морских водах, но и в водах соляных озёр, горячих источников и грязевых вулканов, в сопочных грязях, во многих почвах и т.д.

Ниже приводятся названия некоторых минералов бора гипогенной группы.

№ Пп	Минерал	Химическая формула
1	Турмалин	$(\text{Na}, \text{Ca})(\text{Mg}, \text{Fe}, \text{Mn})_3\text{Al}_6[\text{BO}_3]_3[\text{Si}_6\text{O}_{18}](\text{OH}, \text{F})_4$
2	Серендибит	$\text{Ca}_4(\text{Mg}, \text{Fe})_6(\text{Al}, \text{Fe})_9\text{B}_3\text{Si}_6\text{O}_{40}$
3	Людвигит	$(\text{Mg}, \text{Fe})_3\text{TiB}_2\text{O}_8$
4	Котоит	$\text{Mg}_3(\text{BO}_3)_2$
5	Флюоборит	$\text{Mg}_3(\text{BO}_3)(\text{F}, \text{OH})_3$
6	Ашарит	$\text{Mg}_2(\text{OH})[\text{B}_2\text{O}_4(\text{OH})]$
7	Датолит	$\text{CaBSiO}_4(\text{OH})$
8	Данбурит	$\text{Ca}[\text{B}_2\text{Si}_2\text{O}_8]$
9	Аксинит	$\text{Ca}_4(\text{Mg}, \text{Fe}, \text{Mn})_2\text{Al}_4[\text{B}_2\text{Si}_8\text{O}_{30}]$
10	Кальциборит	$\text{Ca}_2[\text{B}_4\text{O}_8]$

При переработке борного сырья первоначально получают борную кислоту или буру, в дальнейшем они перерабатываются на другие соединения бора и на элементарный бор. Бор и его соединения применяются в стекольной, керамической, металлургической, парфюмерной, кожевенной, текстильной, деревообделочной, резиновой и лакокрасочной отраслях промышленности, медицине, сельском хозяйстве. В настоящее время во многих странах большой спрос на борное сырье предъявляют металлургия, авиация и ядерная техника.

Несмотря на многочисленные минеральные формы образования бора, в настоящее время, в промышленности используются только 10-12 из них:

Боросиликаты-датолит CaBSiO_4OH ; данбурит $\text{CaB}_2\text{Si}_2\text{O}_8$; бораты-бура $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$; ашарит $\text{MgBO}_2(\text{OH})$; гидроборатит $\text{Ca}, \text{Mg}, \text{B}_6\text{O}_{11}6\text{H}_2\text{O}$; иниоит $\text{Ca}_2\text{B}_6\text{O}_{11} \cdot 13\text{H}_2\text{O}$; калиборит $\text{KMg}_2\text{B}_2\text{O}_{19} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ и др.

При оценке промышленного значения борного сырья решающее значение имеют процентное содержание бора в нем и возможность получения концентратов. Из-за отсутствия экономически выгодных технологических схем, огромные концентрации турмалина в грейзенах и вторичных кварцитах пока практического значения не имеют. Из экзогенных месторождений большое значение в СНГ имеют лишь осадочные, размещающиеся обычно в областях развития лагунно-морских осадков и генетически связанные с калийными солями, галитом, ангидритом, гипсом, галопелитами (глинистые породы, содержащие соли: соляные глины, соляные мергели и др.).

Благоприятными геологическими предпосылками для датолитовых руд могут служить: 1) наличие известковых скарнов, развитых в зонах контактов карбонатных пород с гранитоидными интрузиями или в контактах карбонатных и алюмосиликатных пород в зонах воздействия гранитоидных интрузий; 2) повышенное содержание бора в минералах и породах интрузий. В отдельных случаях скарны, содержащие датолитовую минерализацию, бывают представлены существенно мангангенденбергитовыми разностями.

Оба названных случая наблюдаются в Дашкесенском железорудном месторождении Азербайджана.

Для людвигитовых, котоитовых, ашаритовых руд характерно:

1) наличие магнезиальных скарнов в контактах доломитов и гранитоидов; 2) широкое развитие форстеритовых скарнов; 3) наличие в скарнах металлического оруденения; 4) бороносность интрузий, наличия борной минерализации: турмалина, серендибита, вирвикита, сингилита и других минералов.

Такие условия развиты, в основном, в Кедабекском районе республики.

Благоприятными геологическими предпосылками для вулканогенно-осадочных месторождений бора могут быть: 1) проявление в районе молодой вулканической деятельности; 2) существование засушливого климата или высокогорных условий в районе в период вулканической деятельности; 3) наличие в этих районах бессточных впадин; 4) перекрытие вулканических пород континентальными малопроницаемыми для вод глинистыми осадками (характерно для погребенных месторождений); 5) повышенное содержание бора в водах, а также в вулканических, вулканогенно-осадочных породах и переотложенных осадках указанных районах.

Геологические условия Горного Талыша и Малого Кавказа соответствуют таковым.

Для вулканогенно-осадочных месторождений характерны: 1) наличие в районе соленосных отложений, в частности калийных солей; 2) повышенная бороносность вод и горных пород в районах развития соляных осадков.

Территория Нахчыванской области, Исмаиллинского района, Абшерона и Гобустана, характеризуется именно такими благоприятными условиями.

Как бы учен ты ни был и велик,
Не застывави на том, чего достиг.
Джами

ГЛАВА 5. ГЕОЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ НАКОПЛЕНИЯ БОРА В РАЗЛИЧНЫХ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ФОРМАЦИЯХ АЗЕРБАЙДЖАНА

5.1. Юго-восточное окончание Большого Кавказа

5.1.1. Филизчайское полиметаллическое месторождение

Прежде чем перейти к изложению фактического материала по бороносности Южного склона Большого Кавказа вкратце рассмотрим тектонические и стратиграфические особенности Закатало-Ковдагского прогиба и Вандамского антиклинория, в пределах которых и сформировалось Филизчайское месторождение.

Южный склон мегантиклинория Большого Кавказа начинается широким Закатало-Ковдагским прогибом, протягивающимся вдоль всего южного склона. Его северный борт к востоку от г.Тфан захватывает водораздельную полосу, погружающуюся в сторону Главного хребта. Вышеназванный прогиб как с севера, так и с юга ограничен крупными надвигами [145].

В геологическом строении прогиба принимают участие отложения верхней юры и нижнего мела (рис.8).

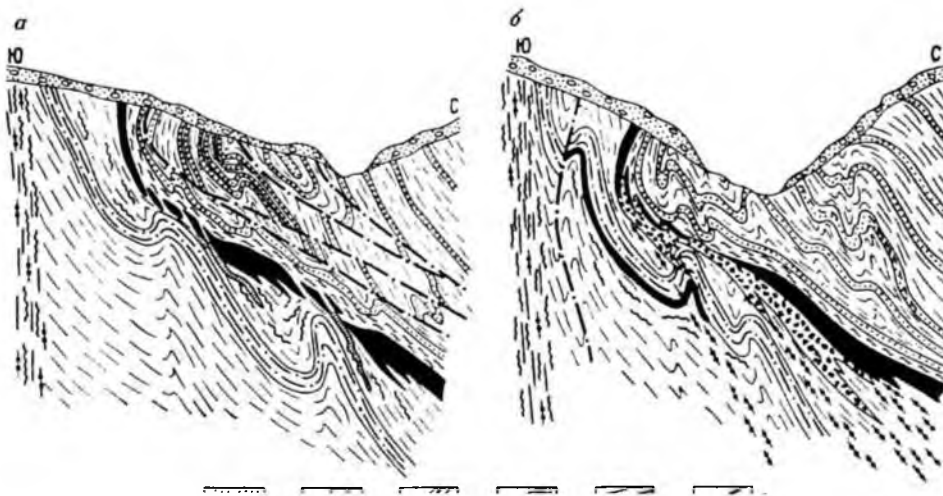


Рис. 8. Поперечны разрезы через центральную часть (а) и восточный фланг (б) Филизчайского месторождения (по Н.Курбанову и др.).

Рис 1—аллювиально-делювиальные отложения 2—мелко- и среднезернистые песчаники. 3—алевролиты. 4—глинистые сланцы. 5—пачки флиша среди глинистых сланцев нижней подсвиты верхнесидеритовой свиты. 6—разрывные нарушения с глиной трения 7—вязкий сброс. 8—зоа полосчатых сланцев. 9—полосчатые и массивные колчеданно-полиметаллические руды. 10—пятнистокарпленные руды. 11—прожилковые пиритовые руды. 12—прожилковые пирит-полиметаллические руды. 13—медно-пирротиновые руды

К югу от Закатала-Ковдагского прогиба располагается Вандамский антиклинорий, в ядре которого выступают породы средней юры. Этот антиклинорий простирается от Алазано-Агричайской депрессии до Лагичских гор, где развита сложная веерообразная складчатость, сильно осложненная чешуйчатыми надвигами.

Существует мнение о том, что концентрация бора может быть показателем степени солености палеобассейнов. Данное обстоятельство представит возможность произвести реконструкцию палеогеографических условий осадконакопления и даже определения состава и местонахождения питающих эти бассейны источников.

Такое специфическое поведение бора в зоне гипергенеза впервые было выявлено В.М.Гольдшмидтом и К.Петерсом [77]. По мнению этих исследователей бор, являясь типично талассофильным элементом, в морских глинах накапливается больше, чем в пресноводных бассейнах. Последующие преобразования в виде диагенеза, контактового и регионального метаморфизма вызывают существенное убывание бора в глинистых породах. По данным Г.Хардера [147] установлено, что глинистые породы с исходным содержанием бора 75-80 г/т в непосредственном контакте с гранитными интрузиями резко обедняются этим элементом и содержат его лишь в пределах 10-15 г/т. По определениям этого же автора, филлитовые глинистые сланцы, подверженные региональному метаморфизму, содержат сравнительно низкие концентрации бора (по сравнению с глинами) не превышающие 50-60 г/т. Примерно, такие же цифры получены и по результатам исследований других авторов [136, 143] установивших отрицательную роль контактового метаморфизма в накоплении бора в глинистых сланцах.

Однако, характер распределения бора в различных фациях глинистых сланцев подверженных гидротермальному окологрудному метаморфизму, совершенно не изучен.

При флуктуационной природе миграции, большой интерес представляет поведение бора в обстановке неоднократного поступления гидротермальных рудоносных растворов в глинистые сланцы.

Именно процесс дальнейшего преобразования уже динамометаморфизированных глинистых сланцев представляет интерес с позиции возможного использования бора как некоторого индикаторного элемента на развитие самого гидротермального процесса.

В аспекте сказанного, в настоящей работе делается первая попытка изучения распределения бора в глинистых сланцах, слагающих окологрудное пространство Филизчайского месторождения. Для этого были отобраны геохимические пробы из глинистых сланцев по одному из представленных сечений данного месторождения с охватом по возможности всех фациальных типов глинистых сланцев. Всего было проанализировано 112 проб, в которых бор определялся количественным спектральным методом.

Геологические условия а также вопросы минералогии и геохимии руд Филизчайского месторождения, освещены в ряде работ [97]. По этим данным месторождение залегает в среднеюрских песчано-глинистых отложениях, приурочиваясь к Филизчайской взбросонадвиговой зоне субширотного направления. Рудная залежь, ориентируясь в этом же направлении, протягивается около 3,5 км. Она представлена, в основном, колчеданно-полиметаллическими рудами. Месторождение почти всеми исследователями отнесено к гидротермальному типу и связывается с эрозией еще не вскрытой гранитоидной интрузии. Вокруг рудной залежи развиты в различной степени гидротермально измененные глинистые сланцы, их песчано-алевритистые разности, к ним относятся: окварцованные, сульфидизированные, серицитизированные, карбонатизированные, хлоритизированные и каолинизированные глинистые сланцы.

Изучением распределения бора в породах околорудного пространства были охвачены все эти разновидности глинистых сланцев.

Концентрация бора, как видно из таблицы 3, в глинистых сланцах и их песчано-алевролитовых разностях варьируют от 10 до 120 г/т при среднем содержании 64 г/т.

Эта величина почти в 2 раза меньше среднего содержания бора (100 г/т) в глинистых сланцах по А.П.Виноградову (1962). Относительные низкие содержания бора в этих динамометаморфизованных глинистых сланцах свидетельствуют о реальности вышеприведенных данных, об отрицательном влиянии динамического метаморфизма на накопление этого элемента в глинистых сланцах. Вместе с тем, указанная величина среднего содержания его, благодаря имевшему место метаморфизму, связанному со стрессовыми давлениями значительно занижена. Возможно, исходная концентрация этого элемента была больше чем наблюдаемой. Поэтому, полученные материалы по бору не могут быть использованы для определения исходной солености юрского бассейна района.

Таблица 3

Распределение бора в околорудных породах Филизчайского месторождения

Порода	Количество анализов	Пределы содержания, г/т	Среднее содержание, г/т
Глинистые сланцы и песчаные их разности	24	10-120	64
Глинистые сланцы, пропитанные органическим веществом	22	40-188	110
Глинистые сланцы гидротермально измененные (окварцованные: серицитизированные, сульфидизированные и хлоритизированные)	66	5-42	16

В указанных глинистых сланцах Филизчайского месторождения нередко встречается органическое вещество до 40% в виде тонкой пигментации углистого материала, который не извлекается органическими растворителями. Это вещество развивается в виде тонкой, неравномерной диспергированной массы в глинистых сланцах, заметно убывающей под действием гидротермального метаморфизма. В таких породах, как показано в таблице 3, концентрация бора колеблется от 40 до 188 г/т при среднем содержании его 110 г/т. Эта величина почти в 2 раза больше среднего содержания бора в глинистых сланцах, лишенных органического вещества. Выявленные значения концентрации бора укладываются в среднем содержании его в аналогичных породах, приводимые Л.А.Гуляевой и В.Н.Лыгаловой [86].

Данные таблицы свидетельствуют о заметном накоплении бора в глинистых сланцах, содержащих органическое вещество. Известно, что органическое вещество благоприятствует накоплению бора в глинах. Более того, наши данные показывают, что органическое вещество в какой-то степени препятствует выносу бора при динамометаморфизме.

В указанных выше гидротермально измененных глинистых сланцах, как видно из таблицы 3, концентрация бора варьирует от 5 до 42 г/т. Среднее содержание его составляет 16 г/т, что почти в 7 раз меньше среднего содержания бора в глинистых сланцах земной коры. Такие низкие содержания отмечаются даже в серицитизированных глинистых сланцах, что несколько не соответствует литературным данным. Г.Хардер совершенно однозначно относит

мусковитоподобные слюды к носителям бора, содержание которого, по его данным, варьирует от 130 до 325 г/т [147]. В обычных филлитовых и серицитовых сланцах, по Г.Хардеру, содержание бора достигает 325 г/т, который в своей преобладающей массе связан с серицитом.

Низкое содержание бора в метаморфических глинистых сланцах Филизчай объясняется кристаллохимическими свойствами самого бора, благодаря чему он легко улетучивается в процессе метаморфизма. Освободившийся при этом бор в ряде случаев может идти на образование турмалина или других боросодержащих силикатов. Свободный бор может также легко войти в слоистые силикаты типа серицитов, что могло быть и в рассматриваемом конкретном случае. Однако задолго до момента выделения гидротермального серицита, благодаря ранее имевшему место динамометаморфизму, бор выносился в значительных количествах и таким образом, не был захвачен гидротермальной серицититовой слюдой. Этим и объясняется низкое содержание бора в серицитизированных глинистых сланцах Филизчайского месторождения.

Из сказанного вытекает, что между динамометаморфизмом и околорудным метаморфизмом глинистых сланцев Филизчайского месторождения во времени был большой разрыв. Из всего вышеизложенного можно сделать вывод о том, что динамический и околорудный метаморфизм неблагоприятны для накопления бора в околорудных глинистых сланцах Филизчайского месторождения.

Выявленный разрыв подтверждается также геологическими данными, согласно которым околорудный метаморфизм и сопутствующее ему колчеданно-полиметаллическое оруденение в Филизчайском месторождении протекало значительно позже динамометаморфизма. Это является иллюстрацией решения важной геологической задачи раскрытой изучением распределения бора в глинистых сланцах [54].

Органическое вещество в глинистых сланцах является благоприятным для сравнительно большего накопления бора, содержание которого достигает в них 188 г/т. Наряду с этим органическое вещество является и некоторым препятствующим фактором в выносе бора при региональном и гидротермальном метаморфизме.

Установленные величины среднего содержания бора в метаморфизированных глинистых сланцах и их гидротермально-измененных разностях, а также глинистых сланцах со значительным количеством органического вещества Филизчайского месторождения могут быть учтены при расчетах региональных кларков бора для Белокано-Закатальского рудного района и, возможно, всего Восточного Кавказа.

5.1.2. Лагичская зона

Учитывая то, что полевые работы в пределах вышеназванного региона проводились, в основном, на территории Исмаиллинского административного района, считаем целесообразным остановиться на основных моментах геологического строения Лагичской мульды и сопредельных участков [70, 121, 34, 54].

Лагичская мульда представляет собою узкий прогиб, являющийся индивидуализированным структурно-формационным сооружением, возникшим и развивавшимся между более древним Закатала-Ковдагским прогибом на севере и Вандамским антиклинорием на юге. В результате разнонаправленных и разноинтенсивных тектонических движений, первых из этих структур приобрел субфлишевый, а второй эпиконтинентальный характер фаций (рис. 9).



Рис. 9. Карта фаций (по материалам опубликованных работ)

- 1—суша; 2—известняково-глинистые отложения;
3—конгломераты и глины; 4—глины; 5—глины и песчаники;
6—границы фаций

Стратиграфия района разработана Е.Е.Милановским, В.Е.Хайным, М.Ф.Мирчинком, Э.Ш.Шихалибейли, Б.М.Исаевым и др. Здесь юрские и нижнемеловые отложения, обнажающиеся преимущественно в северных частях района, слагают водораздельную часть Главного Кавказского хребта. Большое развитие получили карбонатно-флишевые образования верхней юры (оксфорд-титон) и нижнего мела (берриас, валанжин), составляющие бабадагскую свиту (1500м). Песчано-глинистые отложения готерива (кайтарская свита) согласно залегают на бабадагской свите (100м). А в Дибрарской зоне отложения баррема (халчайская свита), представленные мергелями, глинистыми известняками и песчаниками (400м) перекрыты аптом (400м), фаунистически подразделяемого на два подъяруса: нижний - известково-песчано-глинистая фация и верхний (ханагинская свита) - песчано-глинистые флишоиды [123].

Альбский ярус четко выделяется чередованием красно-бурых, зеленоватых глин и темно-зеленых аргиллитов с прослойками слабоизвестковистых песчаников (алтыгачская свита - 70м). Непосредственно в Вандамской зоне альб представлен агбулакской свитой, состоящей флишевым чередованием различных туфогенно-осадочных пород. А в самой Лагичской мульде свита сложена ритмичным чередованием тонколистоватых глин с известковистыми песчаниками и туфопесчаниками (80м).

Отложения верхнего мела пользуются большим развитием в южной части района. Здесь, сеноману соответствует кемишдагская свита, отложения которой трансгрессивно

залетают над пестроцветными породами алтыгачской свиты. Кемишдагская свита представлена равномерным чередованием серых, тонкослоистых глин и песчаников (180м). В Вандамской зоне сеноману соответствует ельчидынская свита, состоящая из серых туфопесчаников, туфов, туфогравеллитов, туфоконгломератов, андезитов, гранитов, гранодиоритов и известняков. Верхнесеноманские и нижнетуронские (зоратский горизонт) подъярусы в Дибрарской зоне характеризуются карбонатно-флишевым составом и занимают срединное положение между свитами кемчи и кемишдаг (80м).

Верхнекампанский подъярус и маастрихт (агбуринская свита) представлены в основании свиты чередованием слоистых известковистых глин, мергелей, песчаников; а в кровле-известковистыми глинистыми песчаниками (350м).

В Вандамской зоне, преимущественно развиты песчано-карбонатные и карбонатные отложения маастрихта (250м).

Датский ярус (ильхидагская свита) состоит из глин, песчаников и известняков (210м).

Палеоцен (сумгаитская свита) представлен глинами и песчаниками (50м); а эоцен (коунская свита) из мергелей и доломитов (150м).

Следует более подробно описать отложения майкопской серии, с которой непосредственно связаны высокие показатели содержания борного ангидрида.

Майкопские отложения отчетливо оконтуривают Лагичскую мульду. Нижний майкоп представлен преимущественно серыми аргиллитами (40 м) и темными битуминозными глинистыми сланцами с ярозитом и лимонитом; местами наблюдается чередование прослоев песчаников с алевролитом (87м).

Верхний майкоп состоит из трех горизонтов (сверху вниз):

- 1) надсидеритовый, сложенный шоколадно-бурыми глинами (80м), серыми алевролитовыми глинами (40 м);
- 2) сидеритовый, представленный темно-бурыми глинами (72м), песчанистыми известняками, а также глинистыми сидеритами;
- 3) рики, характеризующейся шоколадно-бурыми глинами с гипсом, ярозитом и конкрециями доломитов (150м), алевролитовыми глинами и песчаниками (55м) с прослойками песчаников (12м). Общая мощность горизонта рики около 220 м [137].

Следует отметить, что в эволюции литогенеза Лагичской мульды прослеживается четко выраженная смена карбонатной фации мела глинисто-пелитовыми и вновь терригенно-карбонатными отложениями палеогена. Такая седиментационная избирательность оказалось весьма благоприятной для существенного боронакопления в верхнем майкопе (рис.10)

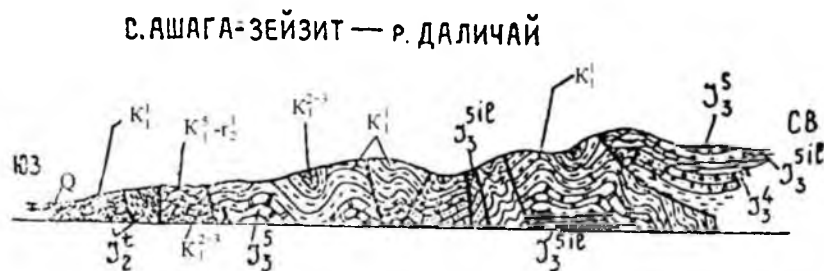


Рис. 10. Геологический профиль через Лагичскую мульду

(по материалам опубликованных работ)

Тектоника района исследований характеризуется развитием с севера на юг Закатало-Ковдагского прогиба, Дуруджинского антиклинория, Лагичской мульды и Вандамского антиклинория, ориентированных в субишротном направлении [152]. Литологически все они состоят из песчано-карбонатных, глинисто-песчано-карбонатных и глинисто-галопелитовых комплексов (рис.11). На восточном продолжении Дуруджинского антиклинория юрские отложения приведены в тектонический контакт с майкопскими породами. Последние обнаруживают наибольшую мощность в пределах Лагичской мульды, благодаря их коленообразному изгибу. Фундамент зоны погружения гетерогенен и сложен отложениями аалена, кимериджа и титона. Наименшие мощности майкопских отложений наблюдаются в более приподнятых частях мезозойского основания. Благодаря этому, и при аридном режиме седиментогенеза возникли благоприятные условия для галопелитизации осадков майкопа [126].

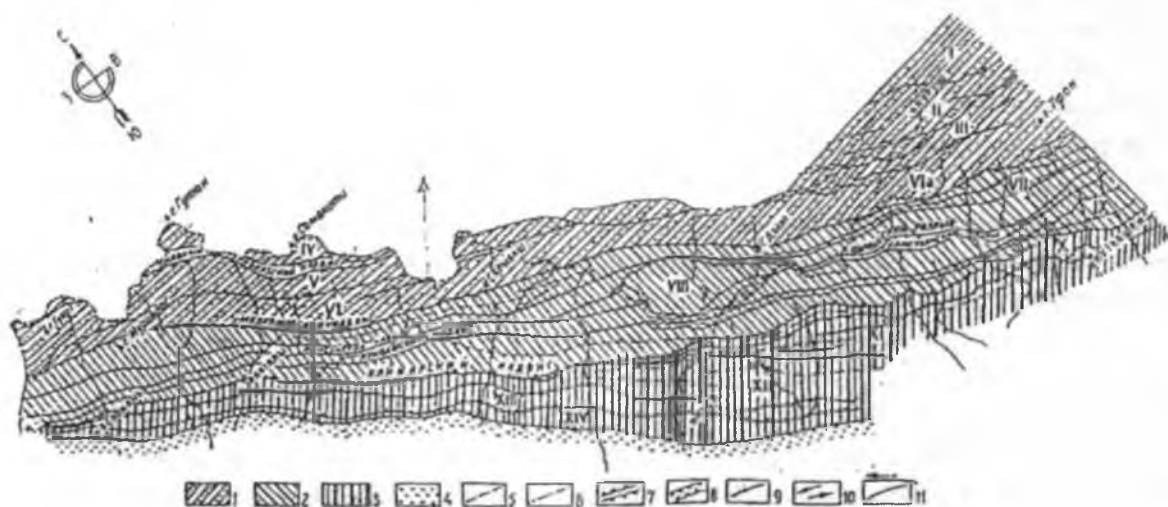


Рис. 11 Тектоническая схема южного склона Большого Кавказа в пределах Азербайджана(по Э.Ш. Шихалибеги)

1-центральный антиклинорий; 2-Закатало-Ковдагский синклинорий (зона интенсивной складчатости и кливажа); 3-Кахетино-Вандамский антиклинорий; 4-Алазано-Агричайский синклинорий; 5-оси антиклинальных складок; 6-оси синклинальных складок; 7-контуры антиклинорий; 8- контуры синклинорий; 9-линии надвигов; 10-направления движения масс; 11-разрывы.

I-Шахдагский синклинорий; II-Шахинабад-Мазинский антиклинорий; III-Хиналугский синклинорий; IV-Цудурский антиклинорий; V-Хурайский синклинорий; VI-Сарыбашский антиклинорий; VIa-Базардюзинский антиклинорий; VII-Рустамбазский синклинорий;

VIII-Дюзсыртский синклинорий; IX-Кюсистский синклинорий; X-Дуруджинский антиклинорий; XI-Дашагильский синклинорий; XII-Варташенский антиклинорий;

XIII-Кахский синклинорий; XIV-Мухинский антиклинорий

Геолого-поисковые работы по бору, в пределах мульды проводились, в основном, в майкопских отложениях. Было отобрано 358 проб для количественного спектрального анализа на бор, 36 проб для минералогического и 20 проб для силикатного анализов. Методом пламенной фотометрии попутно были определены и редкие щелочи, сопутствующие бору.

Как видно из таблицы 4, пробы с преобладающим глинистым составом содержат наиболее высокое содержание бора. Общеизвестные определения В.М.Гольдшмидта и К.Петерса (1932), Г.Хардера (1965) о способностях глинистых минералов, адсорбировать литофильные элементы как бы, получают свое современное подтверждение. Действительно, полученные данные показывают, что глинистые вещества и их минеральные образования являются концентраторами и носителями бора. Поэтому, нет ничего удивительного в высоких концентрациях бора в глинистых и еще больше в галопелитовых фациях Лагичской мульды майкопского времени. Но, не следует забывать, что глинистые минералы приобретают бор не на месте своего образования, а на месте своего формирования (кора выветривания), унаследовав его от коренных материнских пород.

Данные таблицы 4 подчеркивают определенную геохимическую закономерность в распределении бора в изученных породах нижнего майкопа. Из таблицы видно, что для пород глинистой фации содержание бора колеблется от 20 до 2100 г/т, при среднем значении - 422 г/т. Глины по сравнению с их песчанистыми разностями более обогащены бором (170 г/т). Алевролиты среди глинистых пород являются носителями минимальных (95 г/т) концентраций бора. Гипсоносные глины, песчанистые глины и алевролиты отличаются повышенными концентрациями бора до 2100 г/т.

Глины с гипсом содержат бор от 50 до 2100 г/т, в среднем - 860 г/т при коэффициенте концентрации 8.6. Гипсоносные песчанистые глины и алевролиты несколько меньше содержат бора - 100 г/т и 130 г/т соответственно. Концентрация бора в группе пород песчаников резко убывает. Содержание бора в песчаниках колеблется от 5 до 90 г/т, в глинистых песчаниках от 20 до 160 г/т при средних значениях 35 г/т и 82 г/т соответственно. В глинистых разностях этих же пород концентрация бора заметно возрастает в средних значениях от 55 в гипсоносных песчаниках и до 110 г/т в гипсоносных глинистых песчаниках. Среднее содержание бора в породах группы песчаников составляет 67 г/т, что по сравнению с кларком этого элемента в аналогичных породах (по А.П.Виноградову) превышает его примерно в 3,0 раза.

Из приведенных данных видно, что в распределении и уровне концентрации бора существенно контролируемую роль играют глинистость и гипсоносность изученных пород нижнего майкопа. С увеличением количества этих веществ в породах наблюдается возрастание концентрации бора. Установлена не только повышенная бороносность но и потенциальность увеличения редких элементов в солеродных отложениях Лагичской мульды, что заслуживает постановки детальных прогнозно-поисковых работ в пределах Лагичской впадины. При этом могут быть использованы выявленные уже количественные геохимические характеристики распределения бора и других редких элементов.

Распределение бора в нижнемайкопских породах Лагичской мульды (г/т)

Породы	В	Коеф. Конц.
Глины (54)	$\frac{20-345}{170}$	1,7
Глины с гипсом (38)	$\frac{50-2100}{860}$	8,6
Глиныпесчанистые (44)	$\frac{20-1800}{300}$	3,0
Алевриты (40)	$\frac{10-199}{95}$	0,95
Алевриты с гипсом (38)	$\frac{15-480}{130}$	1,3
Среднее по глинистым фракциям	$\frac{10-2100}{422}$	4,22
Песчаники (45)	$\frac{5-90}{35}$	0,35
Песчаники с гипсом (38)	$\frac{20-115}{55}$	0,55
Песчаники глинистые (35)	$\frac{20-160}{82}$	0,82
Песчаники глинистые с гипсом (26)	$\frac{30-210}{110}$	1,1
Среднее по песчанистым фациям	$\frac{5-210}{67}$	0,67

Примечание: В скобках указано число анализов. В числителе пределы содержаний, в знаменателе среднее содержание. Коэффициент концентрации рассчитан как частное от деления наблюдаемого среднего содержания на коэффициент местного фона.

Проведенные минералогические исследования показали, что для песчанистых пород майкопского времени характерным является кварцево-полевошпатовый состав с участием небольших примесей глинистых минералов. Алевриты, являясь промежуточным звеном между глинами и песчаниками, включают в себя многие минералы как глин, так и песчаников.

Глинистые породы содержат глинистую фракцию в среднем 82,3%, алевритовую - 13,5%, песчаную - 3,2%, в связи с чем их можно отнести к хорошо отмученным разностям.

Доломиты, при высокой карбонатности майкопа, несут все признаки метасоматического замещения известняков, еще раз доказывая известную закономерность аридного режима осадконакопления в геосинклинальных областях, выражающаяся в том, что они в отличие от карбонатов кальция, тяготеют к центральным частям морского бассейна.

Горизонт рики является наиболее бороносным. Микроскопические исследования глин этого горизонта показали наличие растительных и рыбных остатков, составляющих до 8% породы. В этих глинах значительным развитием пользуется гипс, а сами глины имеют монтмориллонит-гидролюидный состав.

Как показали предыдущие исследования, проведенные нами по грязевым вулканам Гобустана, наиболее рациональной основой изучения и выявления геохимической специализации осадочных пород является метод изучения по гранулометрическим фракциям. Так, предпринята попытка использовать баланс распределения бора и редких щелочей в

песчаной (>0.1 мм), алевритовой ($0.1-0.01$ мм) и глинистой (<0.01 мм) фракциях с учетом литофаций и стратиграфического разреза майкопа Лагичской мульды. Следует отметить, что возрастной фактор в накоплении бора во фракциях не имеет значения.

Глинистая фракция, во всех анализированных нами геохимических пробах, является концентратом не только бора, но и рубидия и цезия. Так, в частности, в шоколадно-коричневых глинах (с ярозитом), среднее содержание рубидия - 180 г/т.

Вероятнее всего, как в коре выветривания, так и в бассейне седиментации имеет широкое распространение аутигенное образование глинистых минералов. Результаты проведенных исследований показывают, что более четко оно выражено в аридных условиях седиментогенеза из-за присутствия в водных растворах в ощутимых количествах продуктов конечного гидролиза. Благодаря неустойчивости этих продуктов, при изменении условий на путях миграции они взаимодействуя между собой или с водными растворами образуют практически нерастворимые глинистые минералы.

Стронций в своем распространении зависит от литофациального состава пород. Заметное (290 г/т) содержание этого элемента обнаружено в кальцийсодержащих карбонатах и сульфатах майкопа. Но, максимальные (610 г/т) концентрации его обнаружены в глинистых породах в смеси с карбонатами и сульфатами кальция.

Характер распределения бора в пределах Лагичской мульды четко прослеживается при геохимическом профилировании с захватом основных литофациальных типов. Становится очевидным, что благодаря галогенному осадконакоплению в верхнем майкопе в Лагичской мульде возникли благоприятные условия для промышленных концентраций бора. Для понимания физико-химических условий майкопского осадконакопления, важное значение имеют количественные характеристики распределения в них сульфата (SO_4) и хлора (Cl), максимальные количества которых обнаружены в галопелитах: соответственно - 13,65% и 0,62%. Это яркое свидетельство высокой солености морской воды в период отложения горизонта рики.

Изучение распределения бора в осадочных породах в различных районах республики показало существование определенной закономерности выразившееся в том, что терригенно-хемогенные фации (особенно-карбонаты, сульфаты и хлориды) не контролируют распределение бора. Обычное повышенное содержание бора в глинах порадило мнение о том, что все глинистые породы бороносны - не выдерживает критики. Концентрация бора зависит от состава пород суши и исходного содержания в них бороносных минералов, выветривание и переотложение которых испытывают относительное обогащение этим элементом. Перенесенные экзогенными агентами в морской бассейн, бороносные глинистые минералы вызывают относительно повышенные аллотигенные концентрации бора в глинах.

Только этим можно доказать широкий диапазон концентраций бора (до 2100 г/т) в глинах майкопа Лагича, свидетельствующего о различном уровне распределения его в исходных породах суши и глинистых минералах палеобассейна.

Следует добавить, что одной из отличительных черт тектонического строения района является наличие, помимо субширотных разломов надвигового типа, еще и крупных разрывных структур близмеридионального направления. Они во многих случаях являются путями движения основных водных артерий южного склона Большого Кавказа. В свою очередь, субмеридиональные зоны разломов сопряжены боковыми, небольшими по своей протяженности, разрывными структурами. К ним, нередко приурочены сероводородные и другие минеральные источники, а также малобитные ручьи сливающиеся с основными реками района. (р.р. Гирдиманчай, Вашамчай, Геокчай и др.). Такие сопряженные структурные

узлы, как показали результаты наших исследований, отличаются повышенной концентрацией бора (0,03%) и редких щелочей (Li-0,028, Rb-0,031, Cs-0,021%). Песчано-глинистые породы, несущие такие высокие содержания названных элементов, всегда гипсоносны и ярозитизированы.

В заключении можно отметить, что в пределах Исмаиллинского района полезные ископаемые, в обычном понимании этого термина, отсутствуют. Несмотря на то, что отмеченные в беловатых туфопесчаниках Агдурунской свиты конкреции пирита и марказита промышленного значения не имеют, тем не менее, они могут представить интерес в отношении возможных концентраций в них селена, теллура и германия. Для высказывания этих предположений у нас были основания (мощные толщи туфопесчаников, высокие содержания селена и теллура, превышающие их кларк в несколько порядков).

Кроме того, спектральным анализом металлометрических проб, взятых из элювиально-делювиальных отложений обнаружено присутствие лития (0,03-0,1%), титана (0,3-1%), ванадия (0,001-0,01%), циркония (0,003-0,01%).

Результаты лабораторных исследований показали, что майкопские песчано-глинистые фации отличаются повышенной бороносностью (0,2-0,07%), а также сверхкларковым содержанием лития-0,024%, рубидия-0,028%. Все это позволяют считать, что майкопские формации южного склона Большого Кавказа представляют большой интерес для продолжения поисков вышеуказанных элементов, в первую очередь бора, на площадях их развития.

Приведенные в данной главе материалы полевых и лабораторных исследований позволяют отметить:

1. Повышенную бороносность песчаных, песчано-глинистых пород нижнего и верхнего майкопа юго-восточного погружения Большого Кавказа (Исмаиллинский район). Наиболее бороносными из них являются гипсоносные и ярозитизированные разности, в которых фиксируются также высокие концентрации лития - 0,028 % и рубидия - 0,031 %. Борный ангидрид в этих формациях колеблется от первых до несколько сотей долей процента. Относительно повышенные содержания бора и редких щелочей тектонически контролируются структурными узлами, представленными пунктами пересечения субширотных разрывных нарушений с близкомерициональными крупными зонами разломов.

2. Органические вещества в глинистых сланцах являются благоприятными для накопления бора, содержание которого достигает в них почти 200г/т. Одновременно, наличие органического вещества является препятствующим фактором в выносе бора при региональном и гидротермальном метаморфизме.

Вышеприведенные, далеко не полные, результаты проведенных работ определяют собою основные направления работ в ближайшем будущем. В частности, они заключаются в:

1. Поисковых работах на бор и сопутствующие ему редкие элементы в глинистых, песчано-глинистых отложениях майкопской серии юго-восточных склонов Большого кавказа в пределах Чухур-Юрт-Шамахинского и Хилли-Гаджинского районов.

2. Производстве гидрохимических исследований на бор и другие редкие элементы в артезианских, грунтовых, напорных, термальных и минеральных водах рассматриваемых площадей.

3. Изучении форм нахождения бора в майкопских породах с использованием рентгено-структурных определений; баланса распределения его в гранулометрических фракциях, водных и слабокислотных вытяжках.

5.2. ПРИКАСПИЙСКО-ГУБИНСКИЙ РАЙОН

Территория расположена в северо-восточной части Азербайджана и охватывает широкую полосу северного предгорья юго-восточного погружения Большого Кавказа, Прикаспийскую низменность и мелководную полосу Каспия, примыкающую к суше от устья р. Самур до мыса Кияли. Площадь района, в пределах суши, за последние два десятилетия немного уменьшилась в связи с подъемом уровня Каспийского моря, начавшимся с 1978 года.

При описании геологического строения района (тектоника, стратиграфия, литология) нами использованы, в основном, исследования Ализаде А.А. и др. (1966).

Следует отметить, что сравнительно хорошо изучено геологическое строение юго-западной зоны, отличающееся хорошей обнаженностью мезо-кайнозойских отложений от средней юры до верхнего миоцена. Низменная часть области покрыта толщей постплиоценовых отложений; только на отдельных участках меловые и палеогеновые породы выходят на поверхность. Геологическое строение и стратиграфия слагающих ее мезокайнозойских отложений изучены по результатам геолого-геофизических работ, проведенных геофизическим трестом и геологической конторой по бурению на суше бывшего ПО Азнефть. Последним на участке Ялама была заложена опорная скважина, которая прошла с полным отбором керна до низов нижнего мела. Это позволило уточнить литостратиграфию и характер контакта отдельных свит и горизонтов. В частности, было выявлено угловое и стратиграфическое несогласие между плиоценом и миоценом, между палеогеном и верхним мелом. В результате проведенных работ, в пределах района выявлено около 30 самостоятельных антиклинальных поднятий, по некоторым из которых осуществляется разработка залежей легкой нефти, связанной с мощными пачками нижнего майкопа, представленными чередованием глин, песков и алевроитов.

В геологическом строении Прикаспийско-Губинского района принимают участие отложения от средней юры до четвертичных (рис. 12).

Юрские отложения развиты в зоне Тенгинско-Бешбармакского антиклинория, выраженные толщей темных плотных глин с прослоями песчаников, алевроитов, гравелитов и конгломератов, относящихся к байосу и бату [34].

В юго-западной водораздельной зоне области разрез среднеюрских отложений полный; мощность его достигает 2500 м. Отложения келловейского и оксфордского ярусов к северу от Тфанского антиклинория не установлены. В виде отдельных останцов выступают отложения лужитана. В юго-восточной периклинальной части Тфанского антиклинория широко развиты киммериджские отложения, представленные флишевым чередованием глин, песчаников, алевролитов, обломочных известняков и конгломератов; мощность до 300 м. Титонские отложения в южных и центральных участках области выражены в песчано-глинистой, а в северных - в карбонатной литофации; их мощность до 500 м.

Меловые отложения также широко развиты в южной предгорной части района и представлены всеми ярусами.

Валанжинский ярус выражен флишевым чередованием в юго-восточной части и в карбонатной литофации в северо-западной части района: мощность 1000-1500 м. Южнее Тенгинско-Бешбармакской зоны в низах валанжина залегает мощная (100-150-метровая) песчано-известняковая толща.

Остальные ярусы нижнего мела (готерив, баррем, апт, альб) и низы сеноманского яруса представлены в основном глинами с редкими прослоями мергелей, известняков и песчаников; их суммарная мощность 2200-2300 м. Лишь в верхней части альба и в средней части баррема выделяются песчано-алевритовые свиты, мощностью до 85-100 м.

Верхи сеноманского и низы туронского ярусов (зоратский горизонт) представлены флишевым чередованием, выраженным глинами, аргиллитами, мергелями, сланцами и песчаниками; мощность 35 м.

Отложения верхнего турона и коньяка на значительной части территории представлены глыбовыми конгломератами, а на северо-западе переходит в карбонатную литофацию; мощность 225-250 м [73].

Сантон-датские отложения в юго-восточной части области представлены чередованием глин, известковистых песчаников и мергелей с мощными прослоями конгломератов, а в северо-западной части доминируют известняки и мергели. Мощность отдельных пачек достигает 50-70 м, суммарная мощность 500-550 м.

Палеогеновые и неогеновые отложения широко развиты в низменной части области и в зоне Третичной моноклинали. Они представлены всеми стратиграфическими единицами и выходят на поверхность в районе г. Шабран и в бассейнах р.р. Гусарчай и Гудилалчай.

В пределах Третичной моноклинали и примыкающей к ней с севера Талаби-Гайнарджинской полосы разрез выражен глинами с прослоями песков и алевритов. В депрессионных зонах почти все стратиграфические единицы комплекса представлены в глинистой литофации. Суммарная мощность их достигает 7000-8500 м. Майкопские отложения обнажаются в окрестностях г.г. Шабран и Гызыл-бурун и представлены темнокоричневыми и темносерыми глинами. Абшеронский ярус занимает всю юго-западную часть Самур-Гусарчайского междуречья. Представлен галечниками с прослоями песчанистой глины и рыхлого песчаника [35].

Четвертичные отложения развиты в основном в низменной и приморской зонах области и представлены аллювиальными и аллювиально-морскими образованиями; мощность до 600 м.

В тектоническом отношении Прикаспийско-Губинский район состоит из двух крупных геоструктурных элементов - северного крыла юго-восточного погружения мегантиклинория Большого Кавказа и Гусаро-Девичинской наложенной мульды. В средней части территории области выделяется своеобразный крупный тектонический элемент - Третичная моноклинали, характеризующаяся крутым падением пластов на северо-восток.

Первый геоструктурный элемент соответствует зоне развития мезозойских отложений, второй охватывает предгорье, наклонную равнину и прибрежную часть, сложенные кайнозойским комплексом пород.

В южной части описываемой территории выделяется Тфанский антиклинорий, сложенный интенсивно дислоцированными сильно метаморфизованными песчано-сланцевыми породами средней юры. К северу от этой полосы протягивается Шахдагской синклиний, юго-восточное продолжение которого переходит в Хизинский синклиний.

Последний с юга по Халтан-Гермианскому разрыву граничит с Дибраро-Яшминским синклинорием, а с севера - с узким Тенгино-Бешбармакским антиклинорием. Последний отделен от Кайнарджинского предгорного прогиба крупным разрывом.

В пределах Гусаро-Девечинской мульды с юго-востока на северо-запад выделяются Гайнарджинский предгорный прогиб. Гусарское поднятие, Ялама-Худатская антиклинальная зона. Юго-восточным окончанием Прикаспийско-Губинского района является Алтыагач-Куркачидагский антиклинорий, а восточным-Шураабад-Яшминская мульда.

По данным разведочной геофизики и бурения северо-восточная и юго-западная зоны Гусары-Девечинского прогиба существенно отличаются друг от друга. На юго-западной зоне мезозойские отложения занимают самое низкое гипсометрическое положение, где строение фундамента прослеживается на глубине 10 км.

Грязевые вулканы приурочены только к этой зоне.

Обобщая тектонические особенности района надо отметить, что изучаемая территория является, как бы, продолжением Терско-Каспийского прогиба и с запада граничит с мегантиклинорием Большого Кавказа. Вдоль Гусаро-Девечинской мульды намечается ряд конусообразных, относительно мелких складчатых структур, вдоль осей которых проходят зоны разломов субширотного простирания. Эти разломы оказались благоприятными для формирования долин современных водных артерий, например, бассейна р. Самур-чай.

В пределах названной территории детальные работы с целью поисков редкометалльных полезных ископаемых, особенно месторождений редких и рассеянных элементов, не производились. Только в 1956-57 г.г. Западно-Азербайджанская партия Управления Ги ОН при СМ Азербайджанской ССР проводила поисковые работы по обнаружению россыпных месторождений циркония.

Предыдущими нашими работами можно было предположить, что интересные, в процентном отношении, содержания бора в Прикаспийско-Губинском районе можно встретить в продуктах (сопочных брекчиях) немногочисленных грязевых вулканов, а также в глинистых породах Гусаро-Девечинской мульды. Тем не менее, было решено произвести шлиховое опробование песков и других образований с целью изучения их минералогического состава. Легкая фракция этих комплексов представлена обломками раковин, кварцем, полевыми шпатами и обломками различных пород.

Тяжелая фракция включала лимонит, каолинизированные и хлоритизированные зерна некоторых минеральных компонентов. В шлихах, в виде единичных зерен, присутствовали слюды, амфиболы, пироксены, турмалин, апатит, гипс, дистен, пирит, кальцит, гематит, гранат, магнетит, ильменит, рутил и циркон.

Наличие циркона в песках в значительных количествах в пределах киязинской косы, ст. Зорат и в аллювиальных отложениях р. Самур показало, что образование россыпи протекало путем размыва материнских пород в пределах Главного Кавказского хребта, с последующей транспортировкой и переотложением в бассейне р. Самур и на побережье Каспия.

Прежде чем перейти к изложению данных о распределении бора в продуктах грязевых вулканов Прикаспийско-Губинского района надо отметить, что в ее пределах эти вулканы имеют очень ограниченное распространение, по сравнению с другими областями республики. Все 8 вулканов четко расположены с северо-запада на юго-восток в субмеридиональном направлении, вдоль тектонического разлома. Грязевые вулканы Кайнарджа, Саадан, Хыдырзынды. Зорат и Зорат-дениз представляют, как бы одну группу, тогда как Ситалчай, Шураабад, о. Яшма - другую. Все они в виде небольших сопков и грифонов,

расположены недалеко друг от друга на узкой полосе, параллельно береговой линии Каспия, на площади Гайнарджа-Куркачидаг-Ханагях. Пароксизмов в выделении продуктов не наблюдались. Эти вулканы находятся в грифонно-сальзовой стадии деятельности.

Грязевой вулкан Гайнарджа расположен в 8-10 км к юго-западу от ж.-д.ст. Шабран. Рельеф местности сильно расчленен оврагами и долиной реки Тахтакерпю, а также конусами сопков и грифонов вулкана. Площадь, занятая вулканом, насчитывает сотни грифонов и сальз, высота самого крупного из которых не превышает 3 м, при диаметре основания 1-2 м. Диаметр самой крупной сальзы 6-7 м.

Большинство грифонов и сальз выделяет мутную воду и газ. Некоторые сальзы занимают центральную часть, некогда действовавшего крупного кратера, подпитываясь как через подводящие каналы вулкана, так и атмосферными осадками [160].

На крупномасштабных геологических картах виден разлом, проходящий по сводовой части одноименной антиклинальной складки Гайнарджа, а также породы миоцена слагающие корни вулкана (рис.13).

Как было сказано выше, эруптивная деятельность вулкана Гайнарджа не наблюдалась. Поэтому, нет и конкретных дат по определению возраста тех или иных выбросов твердых продуктов вулкана. Тем не менее, по цвету, наслоению продуктов выброса, наличию растительности и других признаков можно отличать свежие излияния от старых.

Геохимические пробы, отбирались по группам и подгруппам грифонов и сальз вулкана, так, чтобы были охвачены как свежие, так и предыдущие излияния.

Мелкообломочная сопочная грязь, занимает площадь, порядка 1 км², мощностью в среднем 0,5 м с колебаниями от 0,1 до 2 м. Объем твердых выделений примерно, равен 500.000 м³. Они сложены глинистыми породами, смешанными с песком и алевроитом.

Нами были предприняты попытки к установлению количества различных по времени излияний твердых продуктов вулкана. Так, на долю древних образований приходится около 20% от всего объема материала, а остальные составляют их позднее и современное выделения. Содержание борного ангидрида, хотя в целом по отдельным группам грифонов и сальз, низкое, все же в своих колебаниях в сторону некоторого увеличения находится в зависимости от времени образования.

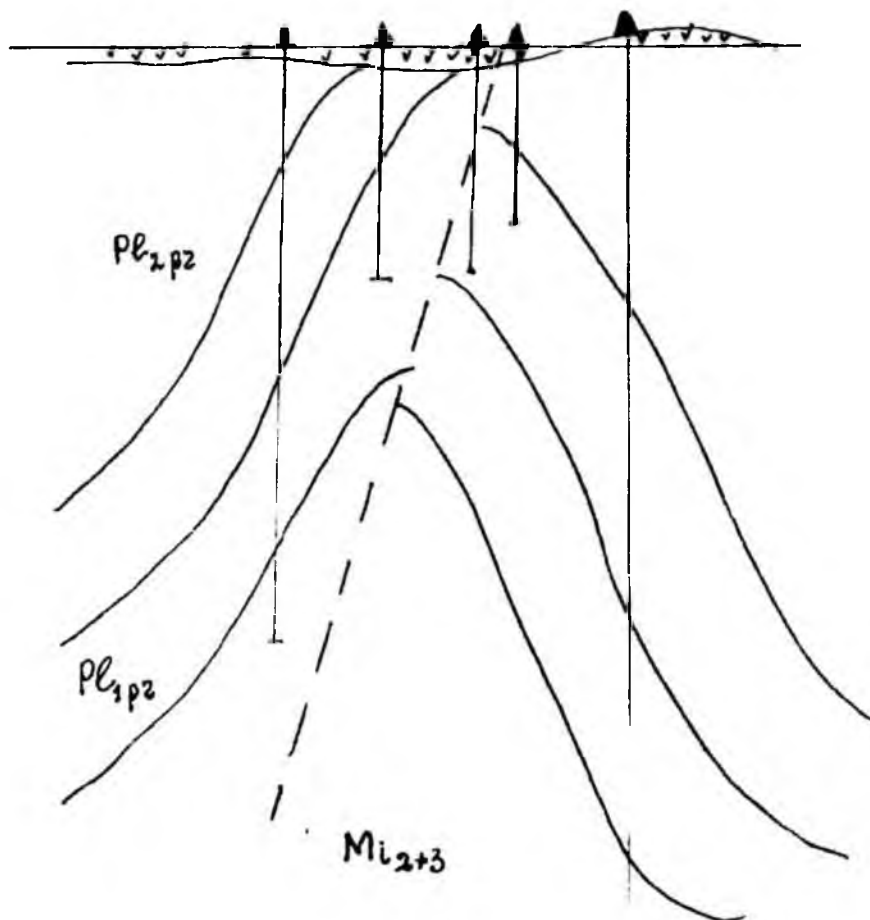


Рис.13. Грязевой вулкан Гайнарджа [159]

В таблице 5 приведены результаты обработки аналитических данных по определению оценок основных параметров распределения борного ангидрида в распространенных литофациях сопочных брекчий и шламмового материала вулкана Гайнарджа.

Оценка параметров распределения борного ангидрида даны по результатам анализа 187 проб.

Как видно из таблицы, среднее содержание борного ангидрида по вулкану составляет 1640 г/т. При этом, максимальное содержание B_2O_3 колеблется не в очень больших пределах (900-2400 г/т) соответственно в древних и свежих выделениях.

Несмотря на то, что площадь вулкана Гайнарджа занимает довольно большое пространство, сопочной брекчии, в обычном понимании этого термина, нет. Тем не менее, в первом приближении, можно рассчитать перспективные запасы борного ангидрида по вулкану: при площади 1000000 м² и при мощности отложенного материала 0,5 м, объем составит - 500000 м³ x 2.2 (объемный вес) = 1100000 тонн сопочного материала, при среднем содержании B_2O_3 - 1,640 кг/т.

1100000 x 1,64 кг = 1704 тонн борного ангидрида.

Оценки статистических параметров распределения борного ангидрида в продуктах излияния грязевого вулкана Гайнарджа.

Опробуемый материал	Интервалы содержания B_2O_3 кг/т X_1	Количество анализов, n	Среднеарифметическое содержание B_2O_3 кг/т, $\bar{X}$	Дисперсия выборки, S^2	Среднеквадратичное отклонение, S	Коэффициент вариации в %, v	Оценка X с 5 % уровнем значимости кг/т, λ	Закон распределения	Коэф. корр.
Высохшие потоки, преимущественно глинистого состава	0,91-1,46	72	1,22	-	-	-	-	лог. норм.	12,2
То же свежего излияния	1,7-2,4	15	2,07	-	-	-	-	лог. норм.	20,7

Грязевой вулкан Хыдырзынды расположен, примерно в 20 км юго-восточнее вулкана Гайнарджа, недалеко от берега Каспия. Группа грязевых сопок и отдельных сальз Хыдырзынды занимает юго-восточное окончание Сиазаньской моноклинали, в пределах одноименного нефтяного месторождения [159, 158]. Местность, занятая грязевым вулканом представлена дюжиной грифонов и сальз, которые выделяют газ, воду и грязь [131]. В отличие от Гайнарджи, здесь много нефтяных выделений. Относительная высота сопки не превышает 30 м, при диаметре основания 30-40 м. Диаметр действующих сальз 8-10 м.

Отдельные сопки и сальзы грязевого вулкана Хыдырзынды наиболее детально исследованы А.А.Якубовым.

Нами опробованию подвергались отдельные сопки и грифоны, а также кратерные валы сальз вулкана. Всего было отобрано 280 геохимических проб, направленных на лабораторные исследования.

Сопочная брекчия занимает общую площадь, порядка 2 га или 20000 м² и состоит из глинистой массы с обломками песчаников и известняков.

Уровни концентрации борного ангидрида, как это показано в таблице 6, колеблются от 1,82 до 3,00 кг/т со среднеарифметическим содержанием 2410 г/т, при коэффициенте вариации 10,6. Частота встречаемости различных содержаний названных интервалов имеет более или менее равномерное распределение. Она больше для содержания 2,00 и 3,00 кг/т и наименьшая для 1,82 кг/т. В целом, по сравнению с другими грязевыми вулканами республики, сопочная брекчия описываемого вулкана отмечается меньшим уровнем концентрации борного ангидрида. Это можно объяснить меньшим содержанием глинистых пород в продуктах извержения вулкана, а также не высоким содержанием бора в коренных породах [53].

Перспективные данные по определению борного потенциала грязевого вулкана Хыдырзынды выражены: 20 000 м² x 5 м (сред. мощность)=100 000 м³ x 2,5 (объемный

вес)=250 000 тонн сопочной брекчии; $250000 \text{ т} \times 2,41 \text{ кг/т}$ (ср. сод. B_2O_3)=6025 тонн борного ангидрида.

Таблица 6

Оценки статистических параметров распределения борного ангидрида в твердых выбросах грязевого вулкана Хыдырзынды

Опробуемый материал	Интервалы содержания B_2O_3 кг/т X_1	Количество анализов, n	Среднеарифметическое содержание B_2O_3 кг/т, $\bar{X}$	Дисперсия выборки, S^2	Среднеквадратичное отклонение, S	Коэффициент вариации в %, V	Оценка X с 5 % уровнем значимости кг/т, Δ	Закон распределения	Кэф. конц.
Сопочная брекчия с обломками глин, известняков и песчаников с глинистым цементом	1,82-1,96	90	2,410	0,0047	0,21	10,6	0,025	лог. норм.	38
	1,96-2,00	113							
	2,00-2,22	40							
	2,22-2,61	25							
	2,61-3,00	12							

В заключении отметим, что в результате проведенных работ выявлено:

- наличие значительных концентраций воднорастворимых соединений бора в продуктах грязевых вулканов, а также в современных озерных и подстилающих их четвертичных отложениях. Содержание борного ангидрида в сопочных брекчиях грязевых вулканов составляет 0,09 - 3,0%, лития 0,001 - 0,020%, рубидия 0,003 - 0,024%. В озерных отложениях содержание борного ангидрида - 0,01-0,04%.

- рыхлые и полурыхлые четвертичные (хвалынский, хазарский яруса) и пляжные отложения западного побережья Каспийского моря лишены практически выгодных концентраций редких элементов. Лишь в двух пунктах - в районе ст. Килязи и в бассейне нижнего течения р. Самур-чай, отмечены повышенные концентрации титана и циркония (соответственно 6,5 и 8 кг/т).

В ближайшее время необходимо:

1. Провести опробовательские работы на бор и редкие щелочи в пределах распространения продуктов грязевых вулканов, а также современных озерных галогенных отложений.

2. Произвести гидрохимические изыскания на бор и другие редкие элементы в артезианских, грунтовых, термальных и минеральных водах рассматриваемых площадей.

3. Опробировать третичные и более древние рыхлые и полурыхлые отложения западного побережья Каспийского моря на бор.

4. Усилить поисково-оценочные работы по выявленным нами высоким концентрациям бора в междуречье р.р. Гирдманчай - Вашачай.

5.3. ШАМАХЫ-ГОБУСТАНСКИЙ РАЙОН

По тектоническим особенностям рассматриваемый район представляет собой краевой прогиб мегантиклинория Большого Кавказа, характеризующегося накоплением значительной мощности пластичных глинистых образований палеоген-миоцена и наибольшей плотностью развития структур, осложненных грязевыми вулканами. В геоморфологическом отношении область делится на северную, центральную и южную зоны и зону, собственно говоря, Шамахинского района.

Северная зона занимает приосевую часть южного склона юго-восточного погружения Большого Кавказа. По характеру рельефа в пределах зоны выделяются подзоны главного водораздела, южного склона и приморская.

Центральная зона области охватывает наиболее восточный отрезок южных предгорий Главного хребта от среднего течения р. Пирсагатчай на западе до стыка с Абшеронским полуостровом на востоке. Рельеф рассматриваемой зоны расчленен рядом платообразных возвышенностей, хребтов и увалов. Выделяется Сунди-Маразинская депрессия, осложненная рядом возвышенностей.

Южная зона занимает самую южную часть территории Гобустана. Её границей на юге является Навагинская долина, восточной границей служит западный берег Каспия от ст. Алят до мыса Балыгчыбурны.

В пределах зоны выделяются подзоны Джейранкечмесской депрессии, юго-западная подзона и подзона Алятской гряды. Южная зона характеризуется более спокойным рельефом, густой сетью оврагов и балок, а также изолированными возвышенностями. Характерными из последних являются горы Торагай, Кянизадаг, Давалидаг, Чеилдаг, Галендартепе, Газандаг, Утальги, Чапылмыш, Шихикая и др. Все эти возвышенности являются конусами одноименных грязевых вулканов, самых крупных не только в Гобустане, Азербайджане, но и во всем мире. Вдоль только Алятской гряды протягивается цепочка крупнейших грязевых вулканов Дашмардан, Солахай, Айрантекан, Готурдаг и др.

Зона Шамахинского района занимает площадь между средним течением р. Пирсагатчай и Лянгябизской грядой. Здесь выделяются горы Шорадиль, Керкенч, Меликчобанлы, Гирда и др., отделяющиеся друг от друга глубокими долинами.

В геологическом строении Шамахи-Гобустанского района принимают участие отложения юры, мела, палеогена и неогена (рис. 14).

Самые древние - юрские отложения обнажены в северной зоне и представлены неравномерным чередованием мощных толщ глин, глинистых сланцев, плотных песчаников, флиша (алеврито-глины) с прослоями грубообломочного материала. В разрезе этих отложений выделяется байосский, батский, кимериджский и титонский яруса. Отложения келловейского, оксфордского и лужитанского ярусов верхней юры отсутствуют. В.Е.Хаин стратиграфическим аналогом этих трех ярусов, в пределах рассматриваемой зоны, считает салаватскую свиту, которая в осевой части Дибрарского прогиба представлена флишевым чередованием кремнисто-известковистых алевритов и глин.

В пределах описываемой территории меловые отложения широко распространены. Нижний мел, изученный в верховьях рек Гозлучай, Пирсагатчай и на площадях Зорат-Хейбери, Пирбейли, Астраханка и др. представлены чередованием глинистых и песчанистых известняков, мергелей, зеленовато-серых глин, слоистых песчаников и алевритов. Общая мощность нижнемеловых отложений в северном Гобустане достигает 2000-2500 м.

Сеноманский ярус верхнего мела выражен ритмично чередующимися бурыми, зеленовато-серыми карбонатными глинами, с известковистыми песчаниками, маломощными песчанистыми известняками и мергелями. В направлении юг - юго-восток мощность песчано-карбонатных пород увеличивается до 500 м.

Турон-коньякский интервал разреза представлен толстослоистыми трещиноватыми пелитоморфными известняками и мергелями с маломощными прослоями известковистых песчаников и песчанистых глин. Общая мощность этих отложений достигает 200 м.

Сантон - нижнекампанский интервал разреза представлен ритмичным чередованием пестроцветных глин, мергелей, известняков и известковистых алевритов. Мощность песчаников и известняков постепенно увеличивается с северо-запада на юго-восток достигая 750-800 м.

Верхний кампан-маастрихт представлен в двух литофациях. В юго-западной части северного Гобустана оба яруса характеризуются чередованием серых, светло-серых, зеленовато-серых карбонатных глин, мощных пелитоморфных известняков и мергелей с прослоями алевритовых песчаников. В юго-восточной части района разрез становится более глинистым. Мощность до 700 м.

Датский ярус выражен серыми глинами, с прослоями алевритов, известковистых песчаников, мергелей и известняков. Мощность до 250 м.

Палеогеновые отложения также широко развиты в районе. Разрез последних охватывает стратиграфический интервал от нижнего палеоцена до верхнего олигоцена.

Палеоцен (сумгаитская свита) выражен глинами и глинистыми мергелями с тонкими прослоями крепких песчаников и мергелей (мощность до 280 м).

Эоцен (коунская свита) представлен в глинистой литофации в южной и юго-восточной частях и в глинисто-мергельной литофации горючих сланцев в центральной части области. Мощность до 1200 м.

Олигоцен - нижний миоцен (майкопская серия) выражен в северной - глинистой и южной - песчано-глинистой литофациях. Наибольшей песчаностью отличается нижний миоцен с высоким содержанием зерен кварца. Как показывают данные поисковых скважин на участках Сунди, Чеилахтарма, Адживели мощность песчаных горизонтов верхнего майкопа увеличивается в двух направлениях: с севера на юг и с запада на восток, в сторону Джейранкечмесской депрессии и Куринской впадины. Общая мощность майкопской свиты 700-850 м.

Тарханский горизонт имеет ограниченное развитие и представлен темносерыми мергелями и мергелистыми глинами (мощность до 25 м.).

Тортонский ярус (чокракский, караганский, конкский горизонты) представлен также в двух литофациях: северной - глинисто-мергельной и южной - глинисто-песчаной. Для всех горизонтов тортонского характера характерно наличие пластов брекчиевидных доломитов. Мощность яруса 800-900 м.

Сарматский ярус характеризуется наибольшим распространением глинистой литофации. Последняя выражена неравномерно чередующимися оливково-бурыми и серовато-бурыми глинами с тонкими пропластками глинистых алевритов, доломитов и мергелей. Общая мощность сармата достигает 750-850 м.

Меотический ярус имеет локальное распространение. В большинстве случаев он трансгрессивно залегает на отдельных свитах и горизонтах миоцена вплоть до верхнего майкопа и представлен чередованием разноцветных глин и глинистых сланцев, плитчатых мергелей, доломитов и вулканического пепла. Мощность до 500 м.

Плиоценовые отложения представлены всеми известными стратиграфическими единицами от понта до абшерона.

Понтический ярус в северной и северо-западной частях южного Гобустана представлен грубообломочной (Сунди-Маразинская мульда, долина р. Пирсагатчай), на юге серой, темносерой глинистой фациями (Аляты-Ленгезское поднятие) с характерной фауной. Мощность до 350 м.

Продуктивная толща имеет широкое развитие в Джейранкечмесской депрессии и представлена песчано-глинистой литофацией. Для этой толщи характерно увеличение песчаности и общей мощности отложений в юг - юго-восточном направлении.

Ачкагыльский ярус представлен, в основном, глинистой фацией; только в Сунди-Маразы и Шамахинском районе в разрезе появляются известняки и галечники. Мощность до 220 м.

Абшеронский ярус выражен всеми тремя подъярусами, ничем не отличающиеся от синхронных отложений Абшеронского полуострова. Мощность до 1200 м.

Четвертичные отложения представлены бакинским, хазарским и хвалынским ярусами, залегающими в юго-восточной части Шамахи-Гобустанского района на различных абсолютных отметках. Это чередующиеся, хорошо сцементированные конгломераты и песчаники с крупной галькой, с прослоями ракушнякав и гравелитов. Мощность до 250 м.

Следует отметить, что на территории Шамахи-Гобустанского района четко выделяется пять крупных тектонических зон.

Северная тектоническая зона характеризуется сложным геологическим строением. Здесь многочисленные антиклинальные поднятия нарушены крупными продольными и поперечными разрывами. В пределах зоны выделяется ряд антиклинальных поясов северо-западного простирания, отделенных друг от друга узкими, асимметричными синклинальными прогибами, местами осложненными вторичной складчатостью.

Центральная тектоническая зона, отличающаяся заметной разряженностью складчатых линий, сложена отложениями олигоцена-миоцена, смятыми в резко выраженные крупные антиклинальные складки субширотного простирания. Своды складок осложнены продольными разрывами, с которыми нередко связаны грязевые вулканы.

Юго-западная тектоническая зона также характеризуется распространением миоценовых отложений, смятых в крупные асимметричные складки, осложненные осевыми разрывами надвигового характера. Здесь выделяется ряд антиклинальных поясов широтного простирания. Юго-восточная тектоническая зона сложена верхне и среднеплиоценовыми отложениями, смятыми в брахиантиклинальные складки различного простирания. Эти складки сильно раздроблены и включают в себе многочисленные грязевые вулканы.

Пятая - Алятско-Лянгабизская тектоническая зона также характеризуется широким развитием грязевулканических явлений. Зона разделена на две части наличием крупного продольного разрыва, протяженностью более 100 км, приведшего верхнеплиоценовые отложения в контакт со среднеплиоценовыми и миоценовыми отложениями.

В отличие от северных структурных элементов осевой зоны юго-восточного погружения мегантиклинория Большого Кавказа, в строении Шамахи-Гобустанского прогиба принимают участие кайнозойские отложения, за исключением восточного окончания

Ниялдагского поднятия, а также ядра Тувинской складки, где зафиксированы выходы верхнего мела. Северная часть прогиба состоит из меловых покровов, перекрывающих палеогеновые и неогеновые отложения. На юго-востоке (наиболее погруженная часть прогиба) интенсивно развит грязевой вулканизм и в отличие от других зон здесь вулканы имеют более внушительные размеры (Торагай, Большой Кянизадаг и др.).

Из 200 грязевых вулканов, расположенных на территории Азербайджана больше половины (107) приходится на Шамахи-Гобустанский район. Учитывая то, что твердые и жидкие продукты грязевых вулканов являются носителями повышенных содержаний бора и сопутствующих ему редких элементов, пристальное внимание было уделено изучению грязевых вулканов района. Было отобрано большое количество (более 280) геохимических, в том числе и водных проб для определения содержания бора вне сферы деятельности грязевых вулканов. Так, были опробованы воды многочисленных родников, воды ручей, а также сероводородные источники Чухурюрда (урочище Джанги).

Пробы воды были отобраны и из немногочисленных озер района (оз. Улдуз, вблизи сел. Баскал, оз. у сел. Чухурюрд).

В современных озерных и подстилающих их четвертичных отложениях проводилось ручное бурение в объеме около 400 м, с глубиной скважин до 3 м. Кроме того, были отобраны бороздовые пробы в количестве 56 штук.

В зональной лаборатории Кавказской комплексной геологической экспедиции, и в Центральной Химико-Аналитической лаборатории треста №1 (Москва, Бронницы) были проведены количественный спектральный анализ этих проб на бор и германий, а также, фотометрия пламени на окиси редких щелочей. Результаты анализов показали, что бор и литий в этих пробах содержатся соответственно до 0,1% и 0,01%, причем содержание их увеличивается в глинистых фракциях по сравнению с песками. Rb_2O содержится в пробах в количестве от 0,002 до 0,01%, а Cs_2O - от 0,001 до 0,01%.

Приведенные величины концентраций бора и сопутствующих ему редких элементов в современных озерных отложениях, в силу недостаточности их изучения не могут являться основанием для однозначного решения их перспективности. В дальнейшем необходимо проведение поисковых работ с применением буровых скважин и горных выработок озерных отложений. При этом, надо будет охватить все типы озер, пользующиеся широким развитием как на Апшеронском полуострове, так и на территории Кура-Араксинской депрессии.

Приступая к геолого-геохимическому описанию поведения бора в продуктах грязевых вулканов, прежде всего следует иметь в виду, что изложение материала будет дано в порядке территориального принципа. Это в определенной мере подчеркивает связь геоморфологического и геолого-тектонического развития участков с процессом грязевого вулканизма, рассматривая последний, как характерную черту геологического развития данного региона. В пределах Гобустана по интенсивности развития и стратиграфической глубинности корней грязевулканического процесса выделяются южная, северо-западная и северная его части. Вместе с тем, как это будет видно из нижеизложенного, территориальный принцип неплохо сочетается и с тектоно-формационными условиями нахождения грязевых вулканов, подлежащих исследованию. Это обстоятельство оказалось важным характеристики процесса грязевого вулканизма.

Она дается на примере ограниченного числа грязевых вулканов, являющихся представительными в отношении охвата всего литогеохимического разнообразия. При этом учитывались также и данные исследования других вулканов Гобустана, в частности изучение

вещественного состава, гранулометрии и других на материалах, собранных помимо указанных в тексте грязевых вулканов: Большого и Малого Кянизадага, Утальги, Солахай и других.

В пределах Южного Гобустана, согласно данным М.М.Зейналова, площадь, занятая сопочными брекчиями, составляет порядка 250 кв.км. или 15% от всей площади Гобустана. Здесь грязевые вулканы описываются в порядке выделенных складчатых структур, к которым они приурочены. Например, в системе указанной Алятской гряды приводятся описание и характеристика бороносности грязевых вулканов Дашгиль, Диляниз и Айрантекан. Ниже приводится описание грязевых вулканов Шамахи-Гобустанского района с севера на юг.

Грязевой вулкан Северная Астраханка расположен в 5 км к северо-западу от одноименного села Шамахинского района. Кратерное поле имеет диаметр 12-15 м, в котором действует несколько грифонов и сопки, выделяющих воду, грязь и газ. Сопочная брекчия занимает площадь порядка 1 км², мощностью в середине 5 м, с колебанием от 3 до 10 м. Объем брекчии примерно равен 5000000 м³. Она сложена обломками песчаников и мергелистых известняков [93]. Район вулкана в геологическом отношении характеризуется развитием верхнемеловых песчано-карбонатных пород (рис. 15). Проведенными исследованиями предпринимались попытки к установлению количества различных по времени извержения сопочных брекчий. Так, на долю древних образований сопочных брекчий приходится 15% от всего объема сопочных брекчий, а остальные составляют их поздние извержения. Содержание борного ангидрида хотя в целом по вулкану низкое, все же в своих колебаниях в сторону некоторого увеличения находится в зависимости от времени извержения. В таблице 7 приведены результаты обработки аналитических данных по определению оценок основных параметров распределения борного ангидрида в главнейших литофациях сопочных брекчий вулкана Северная Астраханка.

Таблица 7

Оценки статистических параметров распределения борного ангидрида в сопочных брекчиях грязевого вулкана Северная Астраханка

Опробуемый материал	Интервалы содержания B ₂ O ₃ кг/т X ₁	Количество анализов, n	Среднеарифметическое содержание B ₂ O ₃ кг/т, X	Дисперсия выборки, S ²	Среднеквадратичное отклонение, S	Коэффициент вариации в %, v	Оценка X с 5 % уровнем значимости кг/т, Λ	Закон распределения	Коэф. конц.
Сопочная брекчия, преимущественно песчано-известкового и отчасти глинистого состава	0,5-1,0	5	0,75	-	-	-	-	лог. норм.	17
То же свежего извержения с остатками илистой грязи	1,0-2,0	205	1,60	-	-	-	-	лог. норм.	35

Из таблицы 7 следует, что пределы концентрации борного ангидрида в сопочных брекчиях данного грязевого вулкана от 500 до 2200 г/т. Наибольшая частота встречаемости наблюдается для содержания борного ангидрида 1000 г/т и поэтому, среднее значение его составляет 970 г/т. Минимальная концентрация борного ангидрида отмечается в сопочных брекчиях древнего выброса, состоящих из песчано-карбонатных отложений мела, т.е. самых древних пород встречаемых на грязевых вулканах Гобустана.

Примерные цифры, дающие общее представление о перспективных запасах борного ангидрида по данному вулкану определяются следующими исходными данными.

При площади занимаемой сопочными брекчиями 1 км^2 и мощности в среднем 5 м, объем сопочных брекчий составит $1000000 \text{ м}^2 \times 5 \text{ м} = 5000000 \text{ м}^3$. $5000000 \text{ м}^3 \times 2,5$ (объемный вес пород) = 12500000 тонн - вес сопочных брекчий. Тогда перспективные запасы борного ангидрида по вулкану составит 12500000 тонн $\times 0,97 \text{ кг/т борного ангидрида} = 12125$ тонн борного ангидрида.



Рис. 15. План грязевого вулкана Сев. Астраханка.

Грязевой вулкан Меликчобанлы расположен в 3 км к югу от одноименного села Шамахинского района. Рельеф участка местности, где находится вулкан с более чем 20 сальзами и грифонами слаборасчленен. От основного центрального кратера отходят несколько языков излияния, свидетельствующие о недавних бурных извержениях. Следы таких извержений обнаружены и в кернах структурно-поисковых скважин АЗНЕФТИ, датированные среднеплиоценовым временем.

В тектоническом отношении грязевой вулкан приурочен к одноименной антиклинальной структуре, являющейся составной частью крупного поднятия. В сводовой части её обнаружены олигоцен-миоценовые отложения в виде тектонической брекчии.

Меликчобанлинская антиклиналь асимметрична, с крутым (40-45°) юго-западным и пологим (25-30°) северо-восточным крыльями. Свод складки осложнен взбросом, имеющим большую амплитуду.

Мы посетили вулкан на десятый день после одного из крупного извержения 13 октября 1967 г. Так как пароксизм произошёл днем, местные жители видели выбрасываемую на большую высоту (более 200 м.) огромное количество грязи без пламени. Сопочное поле последнего извержения примерно 30000 м² при средней мощности сопочной брекчии 1,5 м. Последняя состоит в основном из известняков и серых мергелей, сцементированных темно-серой глиной. Местами отмечается наличие песчаников, пропитанных нефтью. На поверхности свежего излияния во многих местах выходил газ, который горел синим пламенем.

Для изучения поведения бора и некоторых других элементов, твердые продукты извержения вулкана Меликчобанлы были подвергнуты геохимическому опробованию по заранее избранному профилю субширотного направления.

Таблица 8

Статистические параметры распределения борного ангидрида в сопочных брекчиях грязевого вулкана Меликчобанлы

Опробуемый материал	Интервалы содержания B ₂ O ₃ кг/т X ₁	Количество анализов, n	Среднеарифметическое содержание B ₂ O ₃ кг/т, X	Дисперсия выборки, S ²	Среднеквадратичное отклонение, S	Коэффициент вариации в %, V	Оценка X с 5 % уровнем значимости кг/т, Λ	Закон распределения	Коэф. конц.
Сопочная брекчия, преимущественно известково-мергелистого состава	0.3-0.7	52	0,50	-	-	-	-	лог. норм.	14
То же с песчаником	1,4-1,9	125	1,42	-	-	-	-	лог. норм.	26
То же свежего извержения с остатками илистого шлама	1.9-2.7	18	2,30	-	-	-	-	лог. норм.	36

В таблице 8 приводятся интервалы концентрации борного ангидрида в основных литофациях, наблюдаемых в твердой фазе выброса вулкана. В качестве таковых выделены сопочные брекчии преимущественно известняково мергелистого состава, то же с песчаниками и свежего извержения с остатками илистого шлама.

Как видно из таблицы 8 сопочная брекчия грязевого вулкана Меликчобанлы содержит борный ангидрид, в среднем, 1,42 кг/т при интервале колебания от 300 г/т до 2.7 кг/т. Максимальные значения B₂O₃ приходятся на продукты свежего извержения, содержащих илистого шлама в больших количествах.

Представительность оценок статистических параметров распределения борного ангидрида дает возможность выработать критерии количественного прогнозирования бороносности Меликчобанлы. При площади 2000000 м² и средней мощности сопочной брекчии 110м, объем её составит: 2000000 х 110=220 млн. м³. С учетом объемного веса 2,5 г/т, вес сопочной брекчии составит 220 млн. м³ х 2,5=550 млн. тонн, при среднеарифметическом содержании борного ангидрида в них 1,42 кг/т. Приблизительные перспективные запасы его составят: 550 млн. тон х 1,42 кг=781 млн. кг или 781 тыс. тонн борного ангидрида (или 263 тыс. тонн элементарного бора).

Грязевой вулкан Шихзагирли (Иланлы) один из самых активных вулканов Азербайджана.

Он находится в 1-1,5 км к северо-востоку от с.Шихзагирли и в 10-12 км к юго-востоку от селения Мараза. Сопки, сальзы и грифоны грязевого вулкана расположены так, что их можно объединить в две группы.

Первая, основная группа занимает площадь около 1000 м² и изобилует свежими излияниями сопочной брекчии, сходящих с холма неширокими языками. На кратерном поле вулкана насчитывается до 40 сопок и грифонов (большинство из которых действуют), с высотами от 0,2 до 1,5 м.

Все эти аппараты выделяют газ и густую грязь. Четко прослеживаются и следы предыдущих излияний, которыми изобилует грязевой вулкан Шихзагирли. Одно из таких излияний занимает площадь более 7 га. Сопочная брекчия состоит из глинистого материала, в котором обнаружены обломки песчаников и светло-зеленых мергелей.

Вторая группа находится на удалении 1 км к югу от первой и, тоже представляет собой холм небольшой высоты. На вершине холма функционируют три сальзы с диаметром кратеров от 0,5 до 2,5 м. Они выделяют газ и густую грязь.

В геологическом строении площади Шихзагирли принимают участие отложения эоцена, олигоцена-нижнего миоцена, сармата и меотиса. Отложения перемяты в крупную антиклинальную складку, вдоль присводовой части которого проходит тектонический разрыв надвигового характера.

Грязевой вулкан Шихзагирли один из часто посещаемых нами вулканов. Начиная с 1959 года по 1992 год неоднократно были описаны и опробованы твердые выбросы свежих и древних извержений вулкана. Многочисленные извержения Шихзагирли характеризуются глинистым материалом, с незначительными включениями песчаников и мергелей. На основании обработки большого количества геохимических проб, отобранных из различных по времени излияний и многочисленных грязевулканических аппаратов, показано распределение в них бора. Результаты этих анализов приводятся в таблице 9.

Из таблицы 9 видно, что содержание борного ангидрида составляет от 300 до 3100 г/т. Максимальные значения его от 1,8 кг/т и больше приходится на сопочные брекчии преимущественно глинистого состава с остатками водно-илистой грязи. В последней содержание борного ангидрида доходит до 3 кг/т. Наименьшее содержание этого элемента наблюдается в более древних сопочных брекчиях глинисто-мергелистого состава, без примеси илистой грязи.

**Оценка статистических параметров распределения борного ангидрида в
сопочных брекчиях грязевого вулкана Шихзагирли**

Опробуемый материал	Интервалы содержания B_2O_3 кг/т X_1	Количество анализов, n	Среднеарифметическое содержание B_2O_3 кг/т, X	Дисперсия выборки, S^2	Среднеквадратичное отклонение, S	Коэффициент вариации в %, V	Оценка X с 5 % уровнем значимости кг/т, Λ	Закон распределения	Коеф. конц.
Высохшие потоки преимущественно глинисто-мергелистого состава	0,3-0,5 1,1-1,3	42 128	1,00	0,152	0,39	39,0	0,06	лог. норм.	12,5
То же с песчаником	1,3-1,5	215	1,40	-	-	-	-	лог. норм.	22,2
То же свежего извержения с остатками илистой грязи	1,7-1,9 2,4-2,6 2,9-3,1	124 62 3	2,05	0,12	0,35	17,0	0,049	лог. норм.	32,5

Еще более низкие показатели борного ангидрида (сотые доли процента) отмечены в коренных породах - в глинах, песчаниках и мергелях эоцена, олигоцен-миоцена.

По данным таблицы 9 видно, что дисперсия выборки и среднеквадратическое отклонение, а стало быть и коэффициент случайной величины среднеарифметического содержания борного ангидрида невелики. Коэффициент вариации всего 39% при 5% уровне значимости в 410 г/т в ту или другую сторону от значения среднеарифметического содержания - 1,40 кг/т.

Изучение оценок статистических параметров указывают на более или менее равномерный характер распределения бора в продуктах грязевого вулкана Шихзагирли. Довольно высокие значения содержания B_2O_3 в них превышают кларк бора в глинистых породах в 15 раз и связываются с эруптивным процессом грязевого вулканизма.

Измерив площадь, занятую сопочной брекчией различных периодов извержения, её среднюю мощность, можно предварительно рассчитать запасы борного ангидрида по грязевому вулкану Шихзагирли. При площади в 350 га или 3500000 м² сопочной брекчии и средней мощности 200 м, объем их составит 700000000 м³. С учетом объемного веса для этих пород в 2,5, вес их составит:

$$70 \times 10^8 \text{ м}^2 \times 2,5 = 175 \times 10^7 \text{ тонн.}$$

При среднем содержании борного ангидрида в сопочных брекчиях 1,4 кг/т, перспективные запасы его составят $175 \times 10^7 \times 1,4 \text{ кг} = 245 \times 10^7 \text{ кг}$ или 2450000 тонн.

Грязевой вулкан Чеилдаг расположен в 4,5 км к северу от нефтяного промысла Умбаки. Он выделяется в виде высокого увала с абсолютной отметкой 280 м, ориентированного в широтном направлении. Вулкан приурочен к приосевой части Чеилдагской антиклинальной складки, осложненной продольной зоной разлома - надвига, которым приведены в тектонический контакт майкопские отложения с породами продуктивной толщи. Данная зона разлома является вместилищем вулканических аппаратов. Кратерное поле имеет диаметр порядка 200 м. С севера оно окаймлено валом, высотой до 2 м, а северо-восточный и северо-западный склоны вулкана довольно крутые с относительными высотами 80-130 м. М.М.Зейналовым [99] вулкан Чеилдаг разделяется на четыре группы, в каждой из которых обособлены многочисленные сальзы и грифоны. Радиус расположения этих групп вулканических аппаратов 2 км. Некоторые грифоны, наряду с газом, выделяют также и воды с нефтью. Разведочное бурение показало, что вулкан Чеилдаг своими корнями уходит на значительную глубину (до коунской свиты). Он является одним из древних и впервые исследовался в 1870 г. инженером Гилевым; наиболее детально он исследован значительно позже С.А.Ковалевским [116], Г.А.Ахмедовым [46] и др. Описание вулкана перечисленными авторами широко известно в литературе и нами было использовано с целью выяснения геологических условий развития вулкана Чеилдаг для изучения его редкоэлементной специализации.

Литологический профиль, проведенный в меридиональном направлении на этом вулкане, позволяет установить ряд особенностей поведения бора и сопутствующих ему редких щелочей в сопочных брекчиях (рис. 16). Однако, при сохранении известных, ранее отмеченных закономерностей в распределении этих элементов в рассматриваемом случае отмечаются и специфические моменты, характерные только для этого вулкана. Прежде всего, геохимическим опробованием, как это показано на литологическом профиле вулкана Чеилдаг, охвачены все литофациальные разновидности сопочных брекчий, слагающих этот вулкан. К ним относятся песчано-глинистые агломеративные образования, в которых, с приближением к кратерному полю, все больше увеличивается количество илистой грязи свежего излияния. В самих периферийных частях вулкана обнажаются глины и песчано-глинистые фации продуктивной и диатомовой толщ, которые также опробованы нами. Пределы концентрации борного ангидрида во всех этих литологических образованиях, определяются от 200 г/т до 2000 г/т. В цементно-глинистом веществе самих сопочных брекчий значения концентрации нижних пределов борного ангидрида несколько возрастают (400 г/т).

Из указанных значений концентраций искомого элемента, пространственная и литофациальная увязка которых иллюстрирована на вышеуказанном профиле с вариационными кривыми, видно, что содержание борного ангидрида увеличивается в сторону сопочных брекчий позднего извержения. Максимумы кривых концентрации этого элемента всецело охватывают кратерное поле вулкана Чеилдаг. Глубинность, как фактор возрастания концентрации борного ангидрида, не имеет значения, наоборот, как это не трудно заметить на том же литогеохимическом профиле, в свежих выносах сопочных брекчий с глубиной концентрации бора несколько уменьшается. Это, очевидно, связано с постепенным уменьшением количества сопочных брекчий последнего извержения в направлении, обратном к кратерному полю. Общая глубина геохимического опробования, с учетом разницы высотных отметок, залегающих на периферии вулкана сопочных брекчий, составляет 120 м. На протяжении этой глубины изменение содержания исследуемых элементов в сторону уменьшения контролируется лишь фактором времени извержения сопочных брекчий. Чем моложе их образования, тем больше они содержат бор и редкие элементы.

Таблица 10

Содержание борного ангидрида в сопочных брекчиях грязевого вулкана Чеилдаг (восточная часть)

№№ образцов	Характеристика опробуемого материала	B₂O₃ в %
1	2	3
810	Глины песчанистые диатомовой свиты	0,02
811	то же	0,03
812	Сопочная брекчия песчано-глинистого состава	0,04
813	то же	0,005
814	то же	0,04
-	то же	0,06
815	то же	0,08
816	то же	0,10
814	то же	0,009
818	то же с гипсом	0,11
-	то же с гипсом	0,13
819	то же	0,09
820	то же	0,08
821	то же	0,10

№№ образцов	Характеристика опробуемого материала	В ₂ О ₃ в %
1	2	3
822	то же без гипса	0,12
-	то же без гипса	0,11
823	то же	0,13
824	то же	0,12
825	то же	0,14
826	Местами обломки высохшего шлама	0,12
-	Местами обломки высохшего шлама	0,185
827	то же	0,14
828	то же	0,16
829	то же	0,12
830	то же	0,11
-	то же, обломки учащаются	0,14
831	то же с преобладанием грязевого шлама	0,15
832	то же	0,16
833	то же	0,18
834	то же	0,20
-	то же	0,20
835	то же	0,19
836	то же	0,18
837	то же	0,22
838	Преобладающие песчано-глинистые образования	0,15
-	Преобладающие песчано-глинистые образования	0,16
839	то же	0,12
840	то же	0,13
841	то же	0,10
842	то же без обломков щебня	0,09

№№ образцов	Характеристика опробуемого материала	B ₂ O ₃ в %
1	2	3
-	то же без обломков щебня	0,11
843	то же	0,12
844	то же	0,08
845	то же	0,07
846	то же	0,09
847	то же	0,12
848	то же	0,11
849	то же	0,08
850	то же	0,09
851	то же	0,07
852	то же	0,004
853	то же	0,03
854	Глины продуктивной толщи	0,03
855	то же	0,03

Оценка статистических параметров распределения борного ангидрида на примере сравнительно ограниченного числа анализов (71 проба) в достаточной степени подчеркивает справедливость вышеуказанных суждений о характере миграции изучаемого элемента. Эти данные приведены в таблице 11.

На примере этой сравнительно малочисленной совокупности проб видно, что пределы концентрации борного ангидрида по изучаемому вулкану меняются между значениями от 400 г/т до 2000 г/т. Наибольшей частотой встречаемости является содержание 0,8 кг/т (25) и 1,2 кг/т (18). Поэтому среднее арифметическое содержание борного ангидрида по данной выборке и составляет 0,99 кг/т или 990 г/т. Данная цифра представляется реальной для определения среднего содержания борного ангидрида и соответственно установления его прогнозных запасов.

Этот вывод обосновывается относительно низким показателем оценки среднеарифметической величины (94 г/т при 5% уровне значимости), а также несущественным коэффициентом вариации - 31,0%. Для общей характеристики в той же таблице даны коэффициенты концентрации борного ангидрида (с пересчетом планетарного кларка бора в глинах в борный ангидрид), наибольшие значения которых наблюдаются в продуктах свежего излияния. Общее же перспективное количество борного ангидрида по грязевому вулкану Чеилдаг составляет исходя из площади $13490000 \text{ м}^2 \times 40 \text{ м}$ (средняя мощность) = $53900000 \text{ м}^3 \times$

2,5 (объемный вес) = 1349000000 тонн х 0,99 кг/т (среднее арифметическое содержание борного ангидрида) = 1335510 тонн борного ангидрида. Эти расчеты, как показывают исходные данные, весьма схематичны и во многом преуменьшены в части взятой на половину мощности (40 м вместо 90-120 м) сопочных брекчий, а также низкое значение среднего арифметического содержания 0,99 кг/т. Даже эти крайне заниженные расчеты во многом делают перспективной бороносность брекчий данного вулкана.

Таблица 11

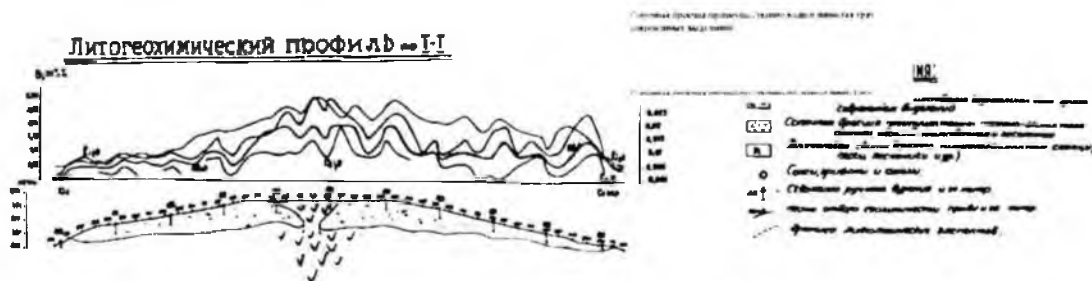
Оценка статистических параметров распределения борного ангидрида в сопочных брекчиях грязевого вулкана Чейлдаг

Опробуемый материал	Интервалы содержания B_2O_3 кг/т X_1	Количество анализов, n	Среднеарифметическое содержание B_2O_3 кг/т, $\bar{X}$	Дисперсия выборки, S^2	Среднеквадратичное отклонение, S	Коэффициент вариации в %, V	Оценка X с 5 % уровнем значимости кг/т, Δ	Закон распределения	Кэф. конц.
Сопочная брекчия, преимущественно песчано-глинистого состава	0,4-0,8 0,8-1,2	15 7	1,02	0,1208	0,3475	31,0	0,094	лог. норм.	14,5
То же с гипсом	1,2-1,6	18	1,2	-	-	-	-	лог. норм.	18
То же свежего извержения с остатками илистой грязи	1,6-2,0	13	1,8	-	-	-	-	лог. норм.	28,4

Грязевой вулкан Календарактарма расположен в 75 км к югу-западу от г. Баку на территории нефтяного промысла Умбаки. Вулкан Календарактарма представляет собой небольшой протяженности в широтном направлении хребет с абсолютной отметкой 350 м. Вулканические аппараты в виде бесчисленных сопков, сальз и грифонов, в своем подавляющем большинстве тяготеют к центру кратерного поля. Эти вулканические аппараты выделяют в больших количествах воду, илистую грязь с пленками нефти. Сопочные брекчии накапливались большей частью в восточной половине кратерного поля. Данный вулкан в тектоническом отношении приурочен к оси восточной периклинали Умбакинской складки, вдоль которой прослеживается продольная зона разлома надвигового типа, осложненная поперечными более мелкими разрывными структурами, создающими впечатление структур оперения.

Распределение борного ангидрида и окисей редких щелочей в сопочных брекчиях описываемого грязевого вулкана показано на вариационных кривых их концентраций по

A topographic map of a mountainous region. The map features several concentric contour lines indicating elevation. A prominent vertical line runs through the center of the map, marked with small cross-ticks. There are four distinct clusters of small circles, each enclosed in a dashed line. Additionally, there are several small crosses scattered across the map, particularly in the central and lower-left areas. The overall shape of the landmass is irregular, with a jagged coastline on the right side.



Масштаб 1:5000

Этим в существенной мере повышается перспектива оценки бороносности сопочных брекчий. Оценка этих параметров борного ангидрида по определенной выборке и по другим литогеохимическим профилям дана в таблице 13. Приведенные в таблице сведения по оценке параметров распределения, в целом, отражают вышеуказанные особенности поведения борного ангидрида в сопочных брекчиях вулкана Календарактарма. Так, интервалы концентрации по вулкану укладываются между ее значениями от 500 до 4000 г/т. Наибольшая частота встречаемости фиксируется для интервала концентрации борного ангидрида - 3500 г/т и 2000 г/т. Эта частота составляет 185 анализов из 280.

Таблица 12

Содержание борного ангидрида в сопочных брекчиях грязевого вулкана Галендарактарма

№№ образцов	Характеристика опробуемого материала	B₂O₃ в %
1	2	3
200	Песчанистые глины диатомовой свиты	0,04
201	то же, больше слоистых глин	0,05
202	Сопочная брекчия песчано-глинистого состава	0,06
203	то же	0,05
204	то же	0,007
205	то же, загипсованы	0,07
206	то же	0,09
207	то же	0,005
208	то же, больше глины и налеты солей	0,08
209	то же	0,10
210	то же	0,15
211	то же	0,17
212	то же	0,18
-	то же, без гипса и солей	0,15
213	то же, с участками грязевой массы	0,18
214	то же, грязи больше	0,20
215	то же	0,22
216	со сплошным грязевым шламом	0,23
-	со сплошным грязевым шламом	0,26
217	то же	0,27
218	то же	0,24
219	то же	0,30
220	то же, высохший шлам	0,28
-	то же, высохший шлам	0,25

№№ образцов	Характеристика опробуемого материала	B ₂ O ₃ в %
1	2	3
221	то же	0,23
222	то же	0,28
223	то же	0,22
224	то же	0,25
225	то же	0,30
226	то же	0,25
227	то же	0,22
228	Песчано-илистая обломочная масса	0,21
-	Песчано-илистая обломочная масса	0,20
229	то же	0,21
230	то же	0,24
231	то же	0,18
232	то же, с гипсом	0,20
233	то же, с засоленными участками	0,22
234	то же	0,19
235	то же	0,18
236	то же, без гипса	0,15
-	то же, без гипса	0,12
237	то же	0,20
238	то же	0,21
239	то же	0,18
240	то же	0,09
241	Сложные глины	0,05
242	то же	0,04

Литологически они охватывают сопочные брекчии свежего и отчасти древнего извержения с илистой грязью и гипсом. Среднеарифметическое содержание борного ангидрида по всему вулкану Календарахтарма не больше названного интервала и составляет 2260 г/т. Его коэффициент вариации и дисперсность, равные соответственно 22,0 и 0,056 свидетельствуют о более или менее равномерном распределении борного ангидрида в сопочных брекчиях. Этот характер распределения подчеркивается и частотами встречаемости различных содержаний, показанных в таблице 13.

**Оценка статистических параметров распределения борного ангидрида в
сопочных брекчиях грязевого вулкана Галендарактарма**

Опробуемый материал	Интервалы содержания B_2O_3 кг/т X_1	Количество анализов, n	Среднеарифметическое содержание B_2O_3 кг/т, $\bar{X}$	Дисперсия выборки, S^2	Среднеквадратичное отклонение, S	Коэффициент вариации в %, V	Оценка X с 5 % уровнем значимости кг/т, A	Закон распределения	Кэф. конц.
Сопочная брекчия, преимущественно песчано-глинистого состава	0,5-1,0 1,0-1,5	20 40	1,08	0,0564	0,238	22,0	0,060	лог. норм.	15,4
То же с гипсом	1,5-2,0	75	1,75	-	-	-	-	лог. норм.	17,5
То же свежего извержения с остатками илистой грязи	2,5-3,0 3,0-3,6 3,6-4,0	20 110 15	3,28	0,070	0,265	8,1	0,043	лог. норм.	32,8

При объеме сопочных брекчий 150 млн.м³ (6000000 м² x 25 м = 150 млн.м³) x 2,5 (объемный вес породы)=375000000 тонн x 2,2 кг/т B_2O_3 =825000 тонн борного ангидрида.

Грязевой вулкан Дашмардан в прошлом наиболее полно описан С.А.Ковалевским. Значительно позже об этом вулкане приводятся ценные сведения Г.А.Ахмедовым [46] и затем А.А.Якубовым [175]. Более обстоятельно вулкан описан М.М.Зейналовым [99]. Наши данные касаются лишь бороносности вулканических продуктов и нами полностью принимаются геолого-структурные определения, приводимые перечисленными авторами.

Вулкан Дашмардан расположен в 15 км к юго-западу от нефтяного промысла Умбаки и представляет собой возвышенность в виде плоского конуса, северной склон которого пологий и обрамлен дугообразной грядой известняков абшеронского яруса, а южный склон более крутой.

М.М.Зейналов описывает извержение вулкана 21-го ноября 1954 года. Автор пишет: «На пятый день после начала извержения, мы посетили вулкан Дашмардан и описали его по словам очевидцев. 21-го ноября 1954 года в 14 часов 30 минут раздался непонятный подземный гул, сопровождавшийся взрывом и выбросом огромного количество грязевулканической брекчий. Высота выброса грязи достигла 300 м. Отдельные куски породы выбрасывались на большие расстояния. Выбросы с неослабевающей силой периодически повторялись через каждые 1-2 минуты. Почти через полчаса после начала извержения произошло воспламенение столба газа. При этом высота пламени превышала 600 метров».

В тектоническом отношении вулкан Дашмардан характеризуется приуроченностью его к сводовой части антиклинальной складки близширотного простирания. Вдоль приосевой

плоскости ее прослеживается продольная зона разлома, которой контролируется деятельность самого вулкана.

Кратерное поле вулкана Дашмардан, диаметром 150-200 м, характеризуется несколькими сальзами и грифонами, выделяющими газ, воду и грязь с пленками нефти. Три потока сопочной брекчии стекают к северу, северо-востоку и востоку, протяженностью 1400-1500 м и шириной 200-300 м. Мощность покрова свежего излияния на периферии его не превышает 0,75-1 м, а в центральной части 2,5-3 м. При суммарной площади покрова 0,15 км² и средней мощности 2м объем выброшенной брекчии составляет примерно 2000000 м³. В результате извержения в кратерном поле возникли радиально-расходящиеся из его центра трещины, шириной от 5 до 50 см. Одна из них прослеживается до 2 км с максимальной шириной до 2 м. Из этих трещин нередко выделяются языки газового пламени, высотой до 1,5-2 м. В обломках сопочной брекчии отмечаются породы почти всего эоцен-плиоценового комплекса с преобладанием так называемых «книжных сланцев». Встречены обломки пород верхнемелового возраста.

Таблица 14

Содержание борного ангидрида в сопочных брекчиях грязевого вулкана Дашмардан

№№ образцов	Характеристика опробуемого материала	B₂O₃ в %
1	2	3
600	Супеси	0,03
601	то же	0,04
602	Сопочная брекчия песчанистого состава	0,05
603	то же	0,07
604	то же	0,08
605	то же	0,1
606	то же	0,08
607	то же	0,06
608	то же	0,09
609	то же	0,10
610	то же	0,11
611	то же с гипсом	0,14
612	то же	0,12
613	то же	0,15
614	то же	0,09
615	то же	0,10
616	то же	0,11

№№ образцов	Характеристика обрабатываемого материала	B ₂ O ₃ в %
1	2	3
617	то же	0,12
618	то же	0,14
619	то же	0,16
620	то же	0,15
621	то же с гипсом	0,14
622	то же	0,12
623	то же	0,13
624	то же с преобладанием глины	0,10
625	то же	0,09
626	то же	0,07
627	то же	0,11
628	то же	0,12
629	то же	0,14
630	то же	0,15
-	то же с гипсом	0,18
631	то же	0,16
632	то же	0,17
633	то же	0,14
634	то же	0,15
635	то же без гипса	0,19
636	то же	0,15
637	то же	0,16
638	то же	0,14
639	то же	0,16
640	то же	0,18
641	то же с гипсом и другими солями	0,20
642	то же	0,21
643	то же	0,18

№№ образцов	Характеристика опробуемого материала	B ₂ O ₃ в %
1	2	3
644	то же	0,16
645	то же	0,17
646	то же	0,15
647	то же с гипсом	0,12
648	то же	0,16
649	то же	0,17
650	то же	0,18
-	то же	0,18
651	то же	0,16
652	то же	0,19
653	то же	0,15
654	то же	0,14
655	то же	0,16
656	то же	0,17
657	то же	0,19
658	то же	0,16
659	то же	0,15
660	то же	0,12
-	то же с гипсом	0,20
661	то же	0,18
662	то же	0,20
663	то же	0,21
664	то же	0,22
665	то же с обломками сопочной брекчии	0,25
666	то же	0,29
667	то же	0,21
668	то же	0,24

№№ образцов	Характеристика опробуемого материала	В ₂ О ₃ в %
1	2	3
669	то же	0,22
670	то же	0,23
-	то же, обломки брекчии учащаются	0,28
671	то же	0,25
672	то же	0,24
673	то же	0,22
374	то же	0,20
675	то же	0,18
676	то же	0,18
677	то же	0,19
678	то же	0,20
679	то же	0,22
680	Сопочная брекчия	0,24
-	то же	0,26
681	то же	0,24
682	то же	0,22
683	то же	0,21
684	то же	0,19
685	то же	0,16
686	то же	0,15
687	то же	0,18
688	то же	0,12
689	то же	0,10
690	то же	0,14
-	то же	0,15
691	то же	0,18

№№ образцов	Характеристика опробуемого материала	В ₂ О ₃ в %
1	2	3
692	то же	0,12
693	Сопочная брекчия	0,11
694	то же	0,15
695	то же	0,16
696	то же	0,18
697	то же	0,16
698	то же	0,18
699	то же	0,25
700	то же	0,25
-	то же	0,28
701	то же	0,30
702	то же	0,30
703	то же	0,31
704	то же	0,33
705	то же	0,35
706	то же	0,30
707	то же	0,30
708	то же	0,29
709	то же	0,28
710	то же	0,28
-	то же	0,30
711	то же	0,34
712	то же	0,35
713	то же	0,32
714	то же	0,30
715	то же	0,28

№№ образцов	Характеристика опробуемого материала	B ₂ O ₃ в %
1	2	3
716	то же	0,27
717	то же	0,25
718	то же	0,25
719	то же	0,22
720	то же	0,024
-	то же	0,22
721	то же	0,18
722	то же	0,15
723	то же	0,20
724	то же	0,24
725	то же	0,19
726	то же	0,18
727	то же	0,15
728	то же	0,12
729	то же	0,10
730	то же	0,09
-	то же без обломков (ил)	0,08
731	то же	0,08
732	то же	0,10
733	то же	0,12

Мощность покрова сопочной брекчии относительно древнего извержения, по данным пробуренных здесь скважин, в среднем составляет 75,0 м и объем сопочной брекчии равняется 106м³ (по расчетам М.М.Зейналова).

Согласно принятой методике и ввиду того, что вулкан Дашмардан расположен в относительно индивидуализированной Дашмардан-Клыч-Кянизалагской антиклинальной структурной единице, целесообразно привести помимо плана также и наиболее представительный по нему литогеохимический профиль. На схематическом плане, масштаб 1:10000, показаны примерные контуры сопочных брекчий как нового, так и древнего

образований. Последние составляют порядка 70% всей площади вулкана. Распределение бора во всех этих сопочных брекчиях хорошо видно на упомянутом профиле. Диапазон вариации борного ангидрида по вулкану Дашмардан составляет от 500 до 3500 г/т (табл. 14).

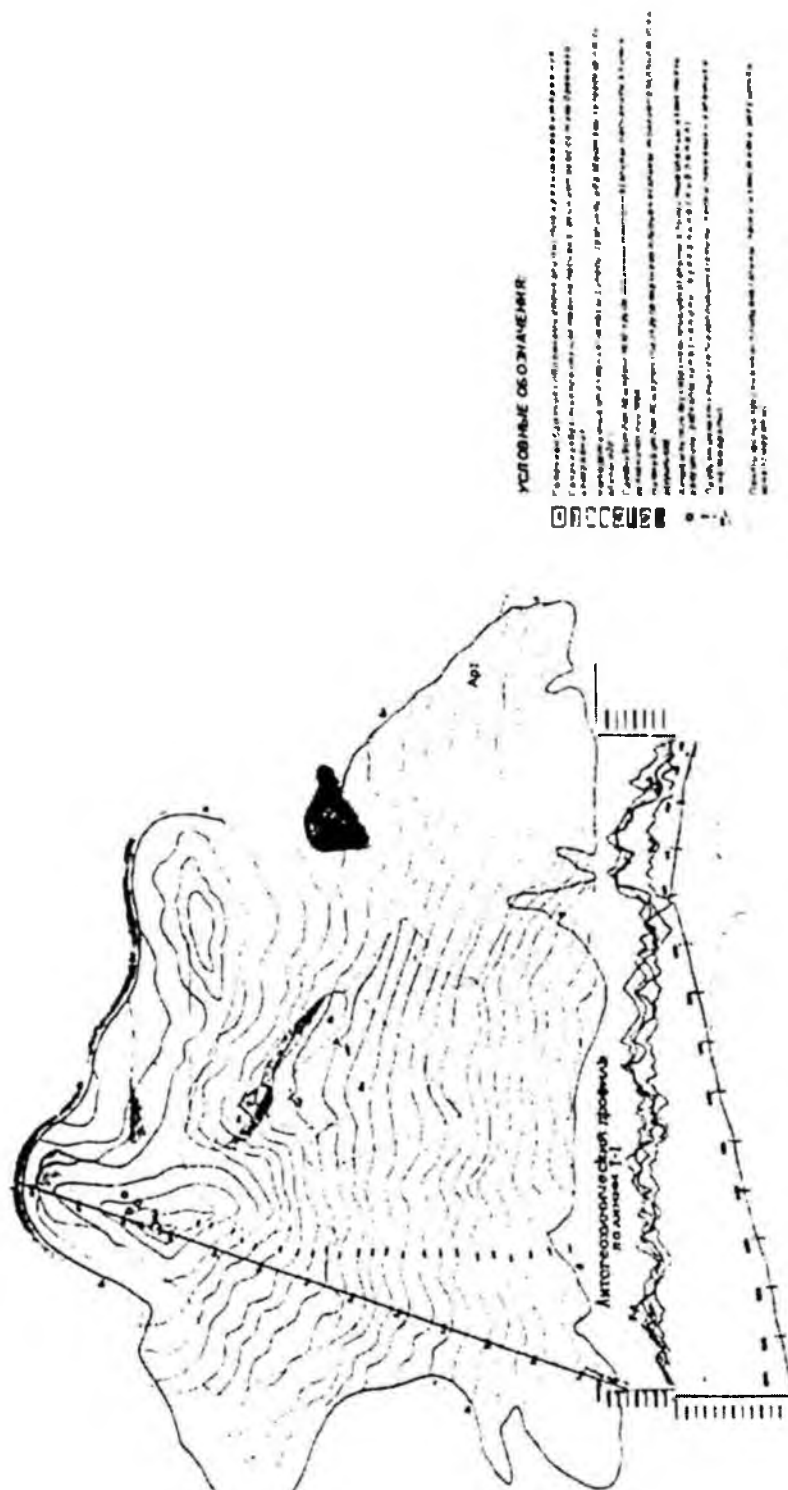


Рис 18 Схематическая карта размещения сопочных брекчий вулкана Дашмардан Масштаб 1 10000

Кривые концентрации редких элементов, в целом, синхронны: большие концентрации их приходится на сопочные брекчии свежего излияния. Общая глубина геохимического опробования по вулкану составляет примерно 240 метров, на протяжении которой при значительных градиентах концентрации бора все же подчеркивается контролирующее значение времени образования литофации. Оценки статистических параметров распределения борного ангидрида, приведенные в таблице 15, в общих чертах усиливают вышеуказанные особенности его поведения в сопочных брекчиях.

Таблица 15

Оценка статистических параметров распределения борного ангидрида в сопочных брекчиях грязевого вулкана Дашмардан

Опробуемый материал	Интервалы содержания B_2O_3 кг/т X_1	Количество анализов, n	Среднеарифметическое содержание B_2O_3 кг/т, X	Дисперсия выборки, S^2	Среднеквадратичное отклонение, S	Коэффициент вариации в %, V	Оценка X с 5 % уровнем значимости кг/т, λ	Закон распределения	Коэф. конц.
Сопочная брекчия, преимущественно песчано-глинистого состава	0,25-0,65 0,65-1,05	33 311	0.80	0,0141	0,1185	14,6	0,029	лог. норм.	11,4
То же с гипсом	1,05-1,45	475	1,25	-	-	-	-	лог. норм.	12,5
То же свежего извержения с остатками илистой грязи	1,85-2,25 2,25-2,65	60 5	2,08	0,0114	0,1068	51,3	0,026	лог. норм.	20,8

Пределы средних значений концентрации борного ангидрида по вулкану Дашмардан укладываются между 250 г/т и 2650 г/т. Наименьшие значения, как это видно из диаграммы, в 250-650 г/т характеризуют борную минерализацию сопочной брекчии песчано-глинистого состава раннего по времени извержения. Наибольшее число анализов - 725 со значениями концентрации борного ангидрида определяет среднеарифметическое содержание его по всему вулкану, равное 1040 г/т, которое составляет для указанной частоты встречаемости содержания 1050 и 1450 г/т. Эти значения концентрации борного ангидрида приходится на сопочные брекчии с гипсом, на те же древние извержения. Оно составляет порядка 80% всей площади сопочных брекчий. Максимальные концентрации борного ангидрида, от 1850 до 2650 г/т с частотой встречаемости 65 анализов из 884 или около 6% от данной совокупности, попадают на сопочные брекчии с илистой грязью свежего извержения.

Перспективные запасы бороносности вулкана Дашмардан могут быть определены следующим образом: при общем объеме сопочных брекчий по вулкану $102 \times 10^6 \text{ м}^3$ и объемном весе $2,5 \text{ г/см}^3$ названного вес всей выброшенной брекчий составит 255×10^7 тонн. А вес борного ангидрида составит 255×10^7 тонн $\times 1,00 \text{ кг/т}$ (среднее содержание борного ангидрида) = $255 \times 10^7 \text{ кг}$ или 255×10^4 тонн борного ангидрида.

Грязевой вулкан Торагай является одним из крупных на территории Гобустана. Он был описан многими исследователями, а самое мощное его извержение произошедшее 13-го ноября 1947 года, изучалось А.А.Якубовым, М.Г.Агабековым и К.С.Магатаевым (1953). Ими же подвергались обстоятельной ревизии существовавшие в то время представления о литолого-структурной позиции самого вулкана Торагай, в результате чего была выработана современная схема понимания этих вопросов.

Грязевой вулкан Торагай расположен в 15 км на северо-запад от ж/д с. Сангачалы. Абсолютная отметка его высоты составляет 400 м и он довольно четко в виде конусоподобной возвышенности выделяется в рельефе с некоторой вытянутостью на запад - северо-запад. Основание вулкана имеет $3800 \times 2900 \text{ м}$, диаметр кратерного поля, включая и старое, порядка 350-400 м.

Площадь сопочной брекчий составляет примерно $6-7 \text{ км}^2$.

В геологическом строении площади расположения грязевого вулкана принимают участие древнекаспийские ракушники и грубообломочные галечные отложения, абшеронские песчано-глинистые и карбонатные породы, акчагыльские глины, и наконец, песчано-глинистые образования продуктивной толщи. Последние слагают ядро антиклинальной складки, к которой приурочен эруптивный аппарат вулкана Торагай.

Продукты грязевулканического извержения в стратиграфическом отношении охватывают породы от верхнего мела вплоть до продуктивной толщи. По составу сопочные брекчий отличаются преобладающим развитием в нем глин, которыми сцементированы брекчированные обломки, выброшенных вулканом пород. Эти обломки состоят из тех же глин, песчаников, мергелей и, отчасти известняков.

Грязевой вулкан Торагай в тектоническом отношении характеризуется приуроченностью его к своду брахиантиклинальной складки, несколько вытянутой в субширотном направлении. Сам же кратер вулкана несколько удален от оси складки, располагаясь на северо-восточном крыле ее. Складка отличается некоторой асимметричностью, с крутым северным и пологим южным крыльями. Разрывные нарушения вдоль оси складки лишены заметных смещений.

Изучение бороносности и потенциала сопутствующих ей других редких элементов в грязевулканических комплексах вулкана Торагай выявило обычные черты поведения этих компонентов. Всего по данному вулкану было отобрано 832 геохимических проб с охватом всех представителей литофаций сопочной брекчий.

Данные таблицы показывают, что сопочные брекчий вулкана Торагай обнаруживают довольно большой интервал колебания содержания борного ангидрида от 800 до 3200 г/т.

Наибольшая частота встречаемости наблюдается для значения содержания 1800 г/т, составляющая 554 анализа. В связи с этим, среднеарифметическое содержание борного ангидрида по вулкану почти равняется указанному значению содержания этого компонента.

Наименьшая встречаемость приходится на значения содержания 3200 г/т в количестве 4 анализа и 800 г/т, фиксированных на 32-х определениях. Литологически, в целом, сопочные брекчий более позднего извержения с остатками глинистой грязи содержат высокие значения содержания до 3200 г/т борного ангидрида, а сопочные брекчий ранних по времени

образований обнаруживают пониженные значения концентрации этого элемента. Примерные расчеты по определению перспективного количества борного ангидрида во всех сопочных брекчиях грязевого вулкана Торагай показали следующее.

Объем сопочной брекчии всех времен извержения, исходя из размеров занятой ею площади в 680 га или 6800000 м^2 , составит $6800000 \text{ м}^2 \times 50 \text{ м}$ (средняя мощность) = $34 \times 10^7 \text{ м}^3$, тогда вес сопочной брекчии будет равным $34 \times 10^7 \times 2,5$ (объемный вес) = 85×10^7 тонн. Количество борного ангидрида составит 85×10^7 тонн $\times 1,8 \text{ кг/т}$ (среднее значение борного ангидрида) = 153×10^4 тонн.

Таблица 16

Оценка статистических параметров распределения борного ангидрида в сопочных брекчиях грязевого вулкана Торагай.

Опробуемый материал	Интервалы содержания B_2O_3 кг/т X_1	Количество анализов, n	Среднеарифметическое содержание B_2O_3 кг/т, $\bar{X}$	Дисперсия выборки, S^2	Среднеквадратичное отклонение, S	Коэффициент вариации в %, V	Оценка X с 5 % уровнем значимости кг/т, λ	Коэффициент концентрации
Сопочная брекчия, преимущественно песчано-глинистого состава с редкими обломками известняков и песков	0,8-1,3 1,3-1,8	32 75	1,40	0,0529	0,2301	16,4	0,044	22,2
Сопочная брекчия, песчано-глинистого состава с остатками густой грязи из кратерного излияния 1947 г.	1,8-2,3 2,3-2,8 2,8-3,2	554 167 4	1,85	0,166	0,408	22,05	0,009	29,0

Грязевой вулкан Айрантекан более подробно изучал ряд исследователей: М.М.Губкин [83], С.А.Ковалевский [108], А.А.Якубов [157], Г.А.Ахмедов [44], М.М.Зейналов [92] и другие. Вулкан расположен в 10 км на северо-восток от ж/д с. А. Сулак и в 3 км от вулкана Готурдаг. Вулкан Айрантекан представляет собой резко выделяющуюся возвышенность с абсолютной отметкой 295 м, в осевой части Алятской гряды. Юго-западный склон данной возвышенности очень обрывист, с падением вблизи кратера в противоположную сторону и сложен оврагами,

проходящими вдоль склона. Противоположный северо-восточный склон вулкана, наоборот, характеризуется пологим, очень спокойным и почти сглаженным рельефом. Вершина описываемого вулкана напоминает собой усеченную пирамиду с незначительными неровностями. Кратерное поле площадью 250 x 150 м характеризуется развитием на нем порядка 70 сопок, грифонов и сальз, из которых выделяются продукты извержения. Размеры сопок и прочих вулканических аппаратов колеблются от нескольких десятков метров до десятых долей метра. Наиболее свежие излившиеся продукты извержения слагают покровы сопочных брекчий юго-западного склона, что подтверждается отсутствием на нем какого-либо растительного покрова. Сам вулкан Айрантекан, находясь в своде одноименной асимметрической антиклинальной складки северо-западного простирания с пологим (20-25°) северо-восточным и крутым (60-70°) юго-западным крыльями, отличается мощным развитием сопочной брекчии. Глубина распространения ее достигает 700 м. В центральной части вулкана структурно-картировочные скважины глубиной в 755 м вскрыли коренные породы, подстилающие сопочную брекчию. В присводовой части её обнажаются породы продуктивной толщи, а в сторону крыльев ее - абшеронского и акчагыльского ярусов. Следует также отметить, что рядом пробуренных скважин фиксировались отложения абшеронского яруса, чередующиеся с погребенными пластовыми брекчиями, что свидетельствует о действии вулкана Айрантекан и в период осадконакопления в абшеронское время.

Согласно принятой методике проводимых исследований по изучению бороносности продуктов грязевых вулканов, вулкан Айрантекан был подвержен детальному литогеохимическому опробованию. Здесь приводится один из таких представительных профилей с нанесением вариационных кривых концентраций бора и редких щелочных металлов (рис. 19).

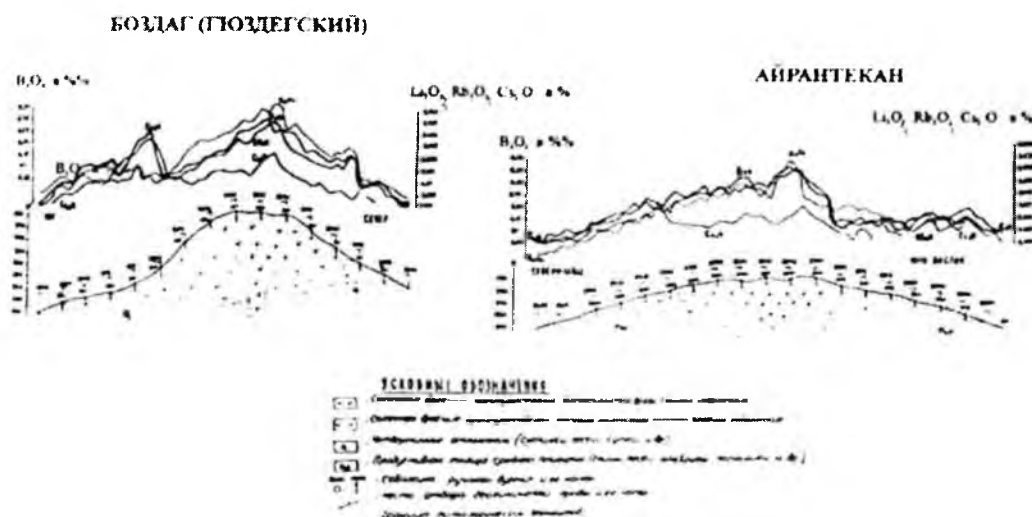


Рис.19. Литогеохимические профили через грязевые вулканы
Боздаг (Гюздегский) и Айрантекан
Масштаб 1:5000

Пределы вариации кривых охватывают значения концентрации для борного ангидрида от 100 г/т до 4 кг/т, лития от 20-50 до 320 г/т, рубидия от 10-20 до 310 г/т и цезия от 10-20 до 160 г/т. Повышенные значения концентрации этих элементов приурочены к сопочным брекчиям, расположенным в пределах кратерного поля вулкана. Они также богаты водно-илистой грязью свежего вулканического выделения. Наименьшие концентрации борного ангидрида отмечаются в коренных породах - песчаниках и песчанно-глинистых фациях продуктивной толщи. Представляет интерес отсутствие какого-либо фактора влияния глубинности на степень концентрации изучаемого элемента. Из этой же диаграммы вариационных кривых следует, что при глубине опробования сопочных брекчий более чем 200-250 м, считая от вершины вулкана с отметкой около 295 м, вплоть до продуктивной толщи, кривые концентрации неуклонно контролируются относительной свежестью выделения грязевулканических продуктов. Аналогичная картина, хотя и с заметными перепадами концентрации, наблюдается для всех исследуемых элементов в пределах отдельно взятой грязевулканической литофации. Это обстоятельство может быть использовано для уверенной экстраполяции среднеарифметических содержаний бора на значительную глубину развития сопочных брекчий.

Таблица 17

Содержание борного ангидрида в сопочных брекчиях грязевого вулкана Айрантекан

№№ образцов	Характеристика опробуемого материала	B ₂ O ₃ в %
1	2	3
2520	Песчаные глины	0,02
2521	то же	0,02
2522	то же	0,003
2523	то же	0,03
2534	то же	0,010
2525	то же	0,020
2526	Сопочная брекчия песчано-глинистого состава	0,050
2527	то же	0,070
2528	то же	0,070
2529	то же	0,080
2530	то же	0,090
-	то же с гипсом	0,11
2531	то же	0,11
2532	то же	0,12
2533	то же	0,10
2534	то же	0,13

№№ образцов	Характеристика опробуемого материала	B ₂ O ₃ в %
2501	то же	0,14
2535	то же	0,16
2536	то же	0,16
2537	то же	0,17
2538	то же	0,15
2502	то же с редкими включениями ила	0,18
2539	то же	0,20
2540	то же	0,21
2541	то же	0,19
2542	то же	0,18
2503	то же с частыми включениями ила	0,22
2543	то же	0,24
2544	то же	0,21
2545	то же	0,22
2546	то же	0,23
2504	то же	0,24
2547	то же	0,25
2548	то же	0,24
2549	то же	0,26
2550	то же	0,25
2505	то же	0,24
2551	то же, местами с грязью	0,26
2552	то же	0,28
2553	то же	0,29
2554	то же, местами с грязью	0,24
2506	то же	0,31
2555	то же	0,30
2556	то же	0,29

№№ образцов	Характеристика опробуемого материала	B ₂ O ₃ в %
2557	то же	0,25
2558	то же	0,28
2507	то же	0,29
2559	то же	0,30
2560	то же	0,32
2561	то же	0,35
2562	то же	0,40
2508	то же	0,40
2563	то же	0,36
2564	то же без грязи с гипсом	0,25
2565	то же	0,24
2566	то же	0,26
2509	то же	0,23
2567	то же	0,21
2568	то же	0,21
2569	то же	0,19
2570	то же без включений ила	0,19
2510	то же	0,20
2571	то же	0,21
2572	то же с гипсом	0,21
2573	то же	0,19
2574	то же	0,17
2511	то же	0,20
2575	то же	0,18
2576	то же	0,18
2577	то же	0,16
2578	то же	0,16
2512	то же	0,16

№№ образцов	Характеристика опробуемого материала	B₂O₃ в %
2579	то же	0,14
2580	то же	0,14
2581	то же	0,10
2582	то же	0,12
2513	то же	0,14
2583	то же	0,16
2584	то же	0,18
2585	то же	0,14
2586	то же	0,12
2514	то же	0,10
2587	то же	0,11
2588	то же	0,12
2589	то же	0,14
2590	то же	0,18
2515	то же	0,16
2591	то же	0,14
2592	то же	0,12
2593	то же	0,10
2594	то же	0,08
2595	Глинистые песчаники	0,09
2596	то же	0,05

Определены оценки параметров распределения бора в грязевулканических литофациях, выделенных при описании приведенного вышеописанного литогеохимического профиля.

В таблице 18 приведены оценки этих параметров для борного ангидрида по данным количественного спектрального анализа на бор.

**Оценка статистических параметров распределения борного ангидрида в сопочных
брекчиях грязевого вулкана Айрантекан**

Опробуемый материал	Интервалы содержания B_2O_3 кг/т X_1	Количество анализов, n	Среднеарифметическое содержание B_2O_3 кг/т, $\bar{X}$	Дисперсия выборки, S^2	Среднеквадратичное отклонение, S	Коэффициент вариации в %, V	Оценка X с 5 % уровнем значимости кг/т, Λ	Закон распределения	Коэф. конц.
Сопочная брекчия, преимущественно песчано-глинистого состава	0,3-0,6 0,6-0,9	35 15	0,68	0,0529	0,2300	33,8	0,037	лог. норм.	9,7
То же с гипсом	0,9-1,2	75	1,05	-	-	-	-	лог. норм.	13,1
То же свежего извержения с остатками илистой грязи	1,2-1,5 1,5-2,5	88 2	1,36	0,014	0,1203	8,8	0,025	лог. норм.	17,0

Как видно из таблицы 18, коэффициент концентрации борного ангидрида свежего извержения наибольший и колеблется от 4 до 8,3. Содержание борного ангидрида варьирует от 1,2 до 2,5 кг/т. Наименьшие его значения (0,3-0,6 кг/т) наблюдаются в коренных песчано-глинистых отложениях продуктивной толщи и сопочных брекчиях ранних по времени выделения. Обращает на себя внимание весьма низкое значение коэффициента вариации (8,8%), что свидетельствует о более или менее равномерном распределении борного ангидрида. При этом ошибка среднеарифметической величины составляет 25 г/т в ту или иную сторону с 5% уровнем значимости.

Таким образом, по грязевому вулкану Айрантекан поведение борного ангидрида не составляет исключения в тех его особенностях распределения, что было отмечено и для других вулканов. Повышенные значения концентрации его сосредоточены в продуктах свежих выделений, с относительно равномерным его распределением.

Для общей оценки перспектив бороносности вулкана Айрантекан небезинтересны нижеследующие, сугубо приближенные, расчеты. При площади, занимаемой сопочными брекчиями в 0,85 км² или 850000 м² и средней мощности 100 м, объем их составит 85 х 10⁶ м³ и при объемном весе 2,5 вес сопочных брекчий составит 85 млн. м³ х 2,5 = 2125 млн. тонн. С учетом среднего содержания борного ангидрида по вулкану Айрантекан 1,6 кг/т общее количество его составит 2125 млн. тонн х 1,6 = 440 х 10⁶ кг или 440000 тонн борного ангидрида.

Грязевой вулкан Дилияниз - расположен в 4,5 км к северо-западу от ж/д с. Алят на пункте заворота одноименного антиклинального пояса с меридионального на широтное направление. Абсолютная высота вулкана равна 163 м. с востока он соединяется с горой Дашгиль, составляя ее южное ответвление и через узкую долину Сулейманятаг отделяется от Алятской гряды, расположенной севернее. Вулкан Дилияниз своим северным склоном примыкает к горе Кирда (или Гегярчин). Южный склон его резко расчленен глубокоизрезанными оврагами. Лишь западный склон вулкана плавно переходит в обширную равнину района Айрантекан. По схеме М.М.Зейналова [92] вулкан Дилияниз подразделяется на две части. Первая из них расположена в восточной части кратерного вала и образует почти округлой формы углубление с ровным плоским срезом, выполненное свежим извержением грязепродуктов. В этом углублении, в день нашего посещения, действовали 12 грифонов и 11 сальз: Высота грифонов составляла от нескольких десятков сантиметров до нескольких метров. Другая часть вулканических аппаратов расположена в 0,5 км к западу от них и состояла из 14 действующих сопков, сальз и грифонов, которые выделяли газ, грязь с водой и пленкой нефти. Диаметр этих аппаратов грязевыделений колеблется от нескольких метров до 25-30 м с относительными высотами 15-20 м. Обе эти части вулкана приурочены к брахиантиклинальной складке субмеридионального направления. Приосевая часть её, осложнена зоной разлома, которая в свою очередь, контролирует пространственное положение указанных групп вулканических аппаратов. Вдоль этой зоны и трассируются грязевые вулканы Гегярчин и Дилияниз.

Вулкан Дилияниз впервые исследовался Г.В.Абихом, позже Н.П.Ушейкиным (1915), И.М.Губкиным [83], С.А.Ковалевским [108], Г.А.Ахмедовым [44], А.А.Якубовым [157]. Нами вулкан Дилияниз впервые был исследован и опробован на бороносность в 1960 и позже 1967 годах. Сопочные брекчии на этом вулкане занимают площадь порядка 0,5 км², мощностью до 30 м. По литологическому составу они характеризуются преимущественным развитием в них песчано-глинистого материала, в котором, в зависимости от времени извержения, содержатся илистая грязь и гипс. В более древних литофациях эти образования имеют весьма незначительное развитие.

В таблице 19, на основании данных геохимического опробования вулкана Дилияниз, приведены оценки основных статистических параметров распределения борного ангидрида.

Пределы вариации содержания борного ангидрида по всем грязевулканическим литофациям колеблются от 500 до 2700 г/т.

При этом, подавляющее число анализов со значением концентрации 1000-1500 г/т, приходится на сопочные брекчии с гипсом и остатками водно-илистой грязи. Естественно, что среднее арифметическое содержание борного ангидрида по вулкану 1310 г/т как раз укладывается в пределах указанного интервала содержания борного ангидрида 1000-1500 г/т, имеющего наибольшую встречаемость.

Максимальные концентрации этого компонента, как показывают данные этой же таблицы 19, колеблющиеся от 2000 до 2700 г/т, охватывают 80 анализов из 261 и попадают на сопочные брекчии свежего извержения и с постоянной примесью водно-илистой грязи, площадью порядка 20-25% от общей площади распространения брекчий. Наименьшие количества борного ангидрида в 500 г/т приходятся на сопочные брекчии древнего извержения, составляющей порядка 25-40%. Общее же распределение по вулкану согласуется с лог нормальным законом при весьма низком коэффициенте вариации с ошибкой в ту или иную сторону среднеарифметической величины 20 г/т при 5% уровне значимости. Иными словами, вероятность среднеарифметической величины 1,31 кг/т составляет 95% из общего

числа проанализированных проб; лишь 5% из них отвечают содержаниям 1,5кг/т и менее 1,11 кг/т. Это свидетельствует о незначительной ошибке средней величины данной совокупности. Все сказанное о характере распределения борного ангидрида подчеркивает сходство такового с другими вулканами, заключающееся в закономерном возрастании этого компонента в поздних по времени образования грязевулканических продуктах. Перспективные объемы борного ангидрида в сопочных брекчиях по вулкану Диляниз определяются в таких цифрах: при площади сопочных брекчий в 500000м² и мощности 30 м, объемном весе 2,5, общий вес их составит 500000 x 30 x 2,5 = 37500000 тонн. При среднем содержании борного ангидрида 1,31 кг/т общие его запасы составят 37500000 x 1,31 = 49125000 кг или 49125 тонн.

Таблица 19

Оценка статистических параметров распределения борногоангидрида в сопочных брекчиях грязевого вулкана Диляниз

Опробуемый материал	Интервалы содержания B ₂ O ₃ кг/т X ₁	Количество анализов, n	Среднеарифметическое содержание B ₂ O ₃ кг/т, X	Дисперсия выборки, S ²	Среднеквадратичное отклонение, S	Коэффициент вариации в %, v	Оценка X с 5 % уровнем значимости кг/т, Λ	Закон распределения	Козф. конц.
Сопочная брекчия, преимущественно песчано-глинистого состава	0,5-1	35	0,75	-	-	-	-	лог. норм.	10,7
То же с гипсом	1-1,15	146	1,07	-	-	-	-	лог. норм.	13,4
То же свежего извержения с остатками илистой грязи	2-2,7	80	1,31	0,267	0,163	12,42	0,02	лог. норм.	16,4

Грязевой вулкан Дашгиль впервые был описан Г.В.Абихом [4] с позиции известной магматической интерпретации грязевулканизма, что полностью потеряло свое научное значение. Позже, Дашгиль, извергавшийся в 1902 году, был описан А.Н.Красновым, отметившим интенсивное выделение грязепродуктов в виде огромных пузырьков газа и грязи. В 1926 году имело место очередное излияние вулкана, описанное С.А.Ковалевским [108], который наряду с очень ценными данными отмечает, что извержение происходило в западной части вулкана. Впоследствии, Дашгиль обстоятельно описывался Г.А.Ахмедовым [44], А.А.Якубовым [157], М.М.Зейналовым [92] и другими [160, 100].

Грязевой вулкан Дашгиль расположен в трех километрах на север от ж/д с. Алят и образует довольно плоскогорную возвышенность, заметно вытянутую в широтном

направлении с абсолютной отметкой 87-90 м и относительным превышением 30-75 м. В пределах кратерного поля фиксировано нами около тридцати действующих грифонов, из которых в различной степени интенсивности выделяются газ в смеси с вязким шламовым веществом. Эти грифоны в виде различных по размеру конусов и конусоподобных выступов с высотами от одного до двух метров и более с диаметрами основания первых десятков метров, в целом, составляют лужеобразный кратер. Сальзы, входящие в эти кратеры, постоянно бурлят, выделяя значительное количество газа и глинисто-водной массы. Вокруг основного кратера, особенно с северо-восточной стороны, размещены многочисленные мелкие грифоны, выделяющие газовые пузырьки и грязепродукты с образованием конусообразных выступов. Именно с этой северной стороны вулкан Дашгиль имеет более пологий склон и потоки сопочных брекчий здесь незаметно переходят в современные отложения. Южная сторона более крутая. Сопочные брекчии занимают площадь до 5 км³, с мощностью от 4-5 до 40-50 метров.

В связи с исследованиями бороносности грязевого вулкана Дашгиль, нами, начиная с 1959 года по 1971 год, неоднократно были описаны и опробованы продукты свежих и древних извержений. Брекчиевидные образования и брекчии всех разновидностей состоят из сланцеватых глин, песчаников и мергелей, в которых отмечаются следы нефти. По имеющимся материалам поисково-ревизионных исследований, с учетом данных разведки ПО Азнефть, был составлен схематический стратиграфо-литолого-геохимический профиль, иллюстрирующий характер распределения борного ангидрида и окисей редких щелочей. Эти кривые строились по данным количественного спектрального анализа на бор и пламенной фотометрии на редкие щелочи, которые приведены в таблице 20. Из последней видно, что содержание борного ангидрида в целом по вулкану, составляет от 100 до 4000 г/т. При этом максимальные значения его от одного килограмма и больше на тонну приходится на сопочные брекчии преимущественно песчано-глинистого состава с остатками водно-илистой грязи. В последней содержание борного ангидрида колеблется от 3 до 3,5 кг/т. Наименьшие значения концентрации борного ангидрида наблюдаются в более древних сопочных брекчиях преимущественно песчано-глинистого состава, но уже без каких-либо примесей илистой грязи.

Еще более низкие количества борного ангидрида, не превышающие сотые доли процента, отмечаются в коренных породах - песчанистых глинах продуктивной толщи. Соответственно с этим характером распределения и ведет себя кривая концентрации борного ангидрида на указанном литогеохимическом профиле по вулкану Дашгиль (рис. 20). При всей её изменчивости максимально восходящие интервалы отвечают повышенной бороносности свежих сопочных брекчий.

**Рис.20. Схематическая карта размещения сопочных брекчий
грязевого вулкана Дашгиль.
Масштаб 1:5000**

№.№ образцов	Характеристика опробуемого материала	B ₂ O ₃ в %
1	2	3
1	Песчанистые глины продуктивной толщи	0,03
2	Сопочная брекчия песчано-глинистого состава	0,04
3	то же	0,03
4	то же, с гипсом	0,05
5	то же, без гипса	0,05
	то же, преобладают песчаные фации	0,04
6	то же	0,005
7	то же	0,005
8	то же, с преобладанием глинистых включений	0,07
9	то же, с гипсом	0,01
10	то же	0,01
11	то же	0,12
12	то же	0,15
13	то же	0,20
14	то же	0,20
15	то же, с резким преобладанием алевроитового цемента	0,25
16	то же, с остатками грязи	0,27
17	то же	0,25
18	то же, с нефтью	0,35
19	то же	0,4
20	то же, без нефти	0,25
21	то же	0,22
22	то же	0,25
23	то же, с редкими остатками грязи	0,15
24	то же, без грязи	0,18
25	то же	0,20
26	то же, с гипсом	0,25
27	то же	0,28
28	то же	0,20
29	то же, без гипса	0,18
30	то же, преобладают обломки песчаников	0,09
31	то же	0,08
32	то же	0,17
33	то же	0,20
34	то же, с песчано-глинистыми фациями	0,12
35	то же, песчанистая фация	0,10
36	то же	0,09
37	то же	0,05
38	продуктивная толща	0,04

С целью изучения характера распределения бора с глубиной сопочные брекчии опробовались с помощью ручного бурения. Максимальная глубина такого опробования составляла 18 метров. В целом, с учетом гипсометрических отметок устьев их скважин, общая глубина геохимического опробования по вулкану Дашгиль равна примерно 55-60 м. С глубиной, как видно из той же вариационной диаграммы, концентрация борного ангидрида контролируется, главным образом, относительным количеством илистой грязи в сопочной брекчии. В связи с этим, по ряду скважин, ввиду неравномерного распределения этих продуктов свежего извержения, сама концентрация бора обнаруживает соответственно перепады. Значения содержания борного ангидрида по данным геохимического опробования приведены как среднеарифметическое по выработке в таблице 21. Эти усредненные данные показывают, что глубинность в распределении искомого компонента не играет существенной роли и все они контролируются литофациальным составом и количеством илистой грязи поздних извержений.

По данным таблицы 20 произведены соответствующие выборки совокупностей для определения оценок статистических параметров распределения борного ангидрида которые приведены в таблице 21.

Из приведенной таблицы видно, что дисперсия выборки и среднеквадратическое отклонение, а стало быть и коэффициент случайной величины среднеарифметического содержания борного ангидрида невелики. Коэффициент вариации (v) составляет всего 35% при 5% уровне значимости в 330 г/т, в ту или иную сторону от значения среднеарифметического содержания - 1,53 кг/т. Это означает, что значение ошибки среднеарифметического содержания в пределах $1,53 \pm 330$ г/т в рассматриваемой совокупности распространяется с вероятностью не более 5% на кг/т.

Приведенные оценки параметров указывают на более или менее равномерной характер распределения бора в исследуемых продуктах грязевулканизма. Высокие значения содержания борного ангидрида в них, превышающие в десятки раз кларк бора в глинистых породах связываются с грязевулканическим процессом. Это видно из таблицы 21, в которой показано, что песчано-глинистые сопочные брекчии с илистой грязью или шламом содержат борный ангидрид - 2-3,5 кг/т. Соответственно коэффициент концентрации борного ангидрида, приведенные в той же таблице литофациальных образований грязевулканизма, колеблется от 0,83 до 5,0. Определение этих коэффициентов проводилось путем деления средних значений содержания борного ангидрида по этим разновидностям сопочных брекчий на планетарный кларк бора в глинах (по А.П.Виноградову) с предварительным переводом последнего на борный ангидрид. А.Е.Ферсманом [160], как известно, выделялись по значимости коэффициентов концентрации свыше 100 - ведущие, от 100 до 10 - типичные и меньше 10 - нетипичные химические элементы. В рассматриваемом случае, с учетом повышенного значения планетарного кларка борного ангидрида, вычисленные нами коэффициенты в интервале от 1-5 и выше, вполне придают ведущую значимость бора в исследуемых грязевулканических образованиях.

Это означает, что для данного компонента в условиях развития сопочных брекчий и других новообразований, связанных с грязевыми вулканами, указанный интервал коэффициента концентраций борного ангидрида 1-5, или с переводом на элементарный бор 0,3-1,66 кг/т вполне могут быть приняты в качестве исходных содержаний для прогнозно-поисковых работ на бор в грязевулканических комплексах. Этому в большей мере способствуют существующие лабораторные технологические схемы эффективного

извлечения борного ангидрида из природных его соединений в грязепродуктах при выгодно технико-экономических условиях нахождения грязевых вулканов.

На основании этих данных можно произвести сугубо приближенные расчеты возможного количества борного ангидрида по грязевому вулкану Дашгиль. Так, при площади сопочных брекчий порядка 5 км² или 500 га и средней мощности в 30 м, объем их составит 5000000 м² × 30 м = 15 × 10⁷ м³. Принимая объемный вес для этих пород в 2,5 вес их составит: 15 × 10⁷ × 2,5 = 375 × 10⁶ тонн. Тогда, при среднем содержании борного ангидрида в них 1,5 кг/т, перспективные запасы его составят 375 × 10⁶ × 1,5 кг = 5625 × 10⁵ кг или 562500 тонн.

Таблица 21

Оценка статистических параметров распределения борного ангидрида в сопочных брекчиях грязевого вулкана Дашгиль

Опробуемый материал	Интервалы содержания B ₂ O ₃ кг/т X ₁	Количество анализов, n	Среднеарифметическое содержание B ₂ O ₃ кг/т, X	Дисперсия выборки, S ²	Среднеквадратичное отклонение, S	Коэффициент вариации в %, V	Оценка X с 5 % уровнем значимости кг/т, Λ	Закон распределения	Кэф. конц.
Сопочная брекчия, преимущественно песчано-глинистого состава	0,5-1,0 1,0-1,5	85 75	1,13	0,0295	0,1718	35,0	0,018	лог. норм.	16,1
То же с гипсом	1,5	455	1,50	-	-	-	-	лог. норм.	18,7
То же свежего извержения с остатками илистой грязи	2,0-2,5 2,5-3,5	366 4	2,23	0,087	0,0923	5,1	0,0094	лог. норм.	27,9

Грязевой вулкан Готурдаг описан многими исследователями - С.А.Ковалевским [107], А.А.Якубовым [157], Ф.Г.Дадашевым [88], М.М.Зейналовым [92] и другими.

Вулкан Готурдаг расположен в 4 км к западу от ж/д с. Алят, на хребте одноименной гряды с абсолютной высотой 205 метров. Площадь, занятая сопочной брекчией, равна около 0,5 км², при средней мощности их 70 м. Вулкан Готурдаг занимает самые юго-восточные краевые части суши Алятской гряды. Своими южным и юго-восточным склонами вулкан непосредственно погружается в Куринскую депрессию, а с севера и запада он отделяется глубокими долинами соответственно от вулканов Дилианз и Айрантекан. В центре вершины вулкана расположен древний кратер, размером 110×150 м с крутыми бортами, высотой 4-6 м и шириной до 1,5 м. Северный и западный склоны вулкана пологие и покрыты элювиально-делювиальными отложениями. Юго-западный склон его покрыт сопочной брекчией древних излияний. Этот же склон рассечен радиально расходящимися трещинами высыхания. Северо-

частичный склон несет относительно узкие потоки свежего излияния сопочной брекчии в виде серо-зеленоватой грязи с обломками более плотных песчанистых и обычных глин, возможно, продуктивной толщи. Несколькими такими потоками эта грязеподобная слабогазированная масса медленно, но постоянно двигалась вниз по северо-восточному склону. Относительная высота выпаиваемой вулканом массы - сопочной брекчии достигает 10-15 м, а ширина - 30 м. Среди этих брекчеевидных обломков очень много глин, песчаников и песчанистых глин продуктивной толщи, нередко нефтеносных.

Геохимическим опробованием по профилю, примерно меридионального направления, установлена заметная зависимость концентрации борного ангидрида от времени извержения продуктов.

В таблице 22 показаны интервалы концентрации борного ангидрида в тех же литофациях, что и проводились для грязевого вулкана Дашгиль. В качестве таковых выделены сопочные брекчии, преимущественно песчано-глинистого состава, тоже с гипсом и, наконец, сопочные брекчии свежего излияния с остатками илистой грязи.

Из таблицы 22 видно, что, в целом, по вулкану Готурдаг сопочные брекчии всех времен извержения содержат борный ангидрид в среднем 1,25 кг/т при интервале колебания от 300 г/т до 2,3 кг/т. При этом наибольшие значения приходятся на сопочную брекчию свежего извержения, содержащих илистую грязь, количество которых к кратерному полю все более и более возрастает. К средним значениям концентрации борного ангидрида в различных сопочных брекчиях вулкана Готурдаг, приведенным в таблице 22 даны соответствующие коэффициенты концентрации, колеблющиеся от 1 в продуктах древнего извержения до 8 в относительно свежих.

Таблица 22

Оценки статистических параметров распределения борного ангидрида в сопочных брекчиях грязевого вулкана Готурдаг

Опробуемый материал	Интервалы содержания B_2O_3 кг/т X_1	Количество анализов, n	Среднеарифметическое содержание B_2O_3 кг/т, $\bar{X}$	Дисперсия выборки, S^2	Среднеквадратичное отклонение, S	Коэффициент вариации в %, V	Оценка X с 5 % уровнем значимости кг/т, Λ	Закон распределения	Коэф. конц.
Сопочная брекчия, преимущественно песчано-глинистого состава	0,3-0,8 0,8-1,3	60 111	0,87	0,041	0,2029	23,3	0,030	лог. норм.	12,4
То же с гипсом	1,3-1,8	305	1,25	-	-	-	-	лог. норм.	15,6
То же свежего извержения с остатками илистой грязи	1,8-2,3	25	2,05	-	-	-	-	лог. норм.	25,6

Приведенные данные о характере распределения борного ангидрида по данному вулкану неплохо согласуются и с оценками статистических параметров. Они представляются прежде всего в несколько повышенном значении дисперсии выборки, составляющей почти 1/5 часть среднеарифметической величины концентрации борного ангидрида. Соответственно, значения среднеквадратического отклонения и коэффициента вариации также оказались повышенными. Однако, последние не настолько аномальны, чтобы можно было данное распределение отнести также к логнормальному. Таким образом, при повышении концентрации и, в целом, несущественных вариациях среднеарифметического содержания с 5% уровнем значимости при ошибке в ту или другую сторону в 47 г/т, следует считать:

- заметное накопление борного ангидрида в сопочных брекчиях и, особенно, в тех же разностях, в которых развиты выделения свежего излияния;

- относительная представительность оценок статистических параметров распределения борного ангидрида, на основе которых могут быть выработаны критерии количественного прогнозирования бороносности вулкана. Так, при площади всех сопочных брекчий грязевого вулкана Готурдаг 500000 м^2 , и средней мощности их 70 м, объем сопочных брекчий составляет $500000 \text{ м}^2 \times 70 \text{ м} = 35 \times 10^5 \text{ м}^3$, с учетом средней величины объемного веса этих продуктов грязевулканизма в 2,5 то вес последних составит $35 \times 10^6 \times 2,5 = 87,5$ млн. тонн, при среднеарифметическом содержании борного ангидрида в них 1,25 кг/т; общие ориентировочно-перспективные запасы составят: в 87,5 млн. тоннах $1,25 \text{ кг} = 108375$ млн. кг или 108375 тыс. тонн борного ангидрида, с переводом на элементарный бор этих объемов, запасы бора составят: $108375 \text{ тыс. т} : 3 = 36122 \text{ тыс. т}$.

5.4. АБШЕРОНСКАЯ ОБЛАСТЬ

По представлениям многих исследователей Абшеронская область охватывает территорию Абшеронского полуострова, район островов Абшеронского архипелага и западную часть Абшеронского порога Каспийского моря. С точки зрения геологического строения и истории геологического развития области, на наш взгляд, более приемлемо включение последних двух структурных единиц в Южно-Каспийскую впадину.

Область с запада условно отделяется от восточного продолжения Прикаспийского-Губинской и Шамахи-Гобустанской областей меридианом, проходящим через Килизгинскую косу на севере и мыс Балыкчыбурны на юге.

По геоморфологическим признакам Абшеронская область подразделяется на четыре зоны: северо-западную, юго-западную, восточную и прибрежную.

Северо-западная зона отличается более сложным рельефом. В западной части ее выделяются изолированные возвышенности и разделяющие их сильно расчлененные узкие долины. К числу обособленных орографических единиц западной части области относятся горы Коун, Космалидаг, Гараибад и др. Рельеф восточной части рассматриваемой геоморфологической зоны осложнен грязевыми вулканами (Боздаг Гездекский, Боздаг Гобийский, Кейреки, Зигильпири и др.).

Юго-западная геоморфологическая зона характеризуется слегка расчлененным рельефом. В орографии этой зоны значительную роль играют небольшие возвышенности и хребты, сложенные известняками абшеронского и бакинского ярусов. Наиболее характерными из них являются горы Кергез (Бакинские Уши), Гарагаш, Гездекское пальто, Патамдар и др.

Восточная зона области, отличающаяся пониженным, сглаженным рельефом, местами осложнена плоскими платообразными возвышенностями, сложенными известняками

абшеронского яруса. Относительно повышена здесь северо-восточная прибрежная полоса, в пределах которой выделяются мыс Калагя, мыс Амбуран, мыс Шувелан и др. Наиболее пониженную часть восточной геоморфологической зоны составляет южная полоса Абшеронского полуострова, где развиты солончаки и высохшие мелкие соленые озера с повышенными содержаниями борного ангидрида.

В пределах этой зоны располагаются острова Пираллахы, Чилов, Песчаный и подводные банки Дарвина, Два Брата, Хали, Нефтяные Камни и др.

В пределах Абшеронской области широко развиты терригенно-карбонатные отложения мезокайнозойского комплекса общей мощностью 8,5-9 км (рис. 21).

В изученной части геологического разреза выделяются верхнемеловые отложения, обнаженные в северо-западной геоморфологической зоне и вскрытые бурением на крайних западных структурах области.

Сантон - нижний кампан выражены флишевым чередованием красных, красно-бурых, иногда зеленовато-серых глин с фукоидными мергелями, песчанистыми известняками и известковистыми кривослоистыми песчаниками. Мощность отдельных прослоев песчаника и мергеля не превышает 0,5-0,8 м, она заметно увеличивается в юго-восточном направлении. Мощность этого интервала достигает 500 м.

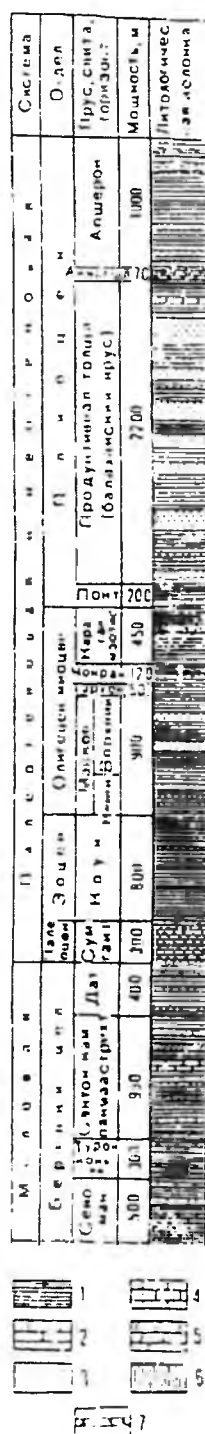


Рис.21. Сводный геологический разрез мезокайзонских отложений Абшеронского полуострова.

1-глины; 2-известняки; 3-пески; 4-песчанники; 5-мергели; 6-сланцы; 7-вулканические пеплы.

Верхний кампан - маастрихт представлены чередованием серых и светло-серых глин с небольшими прослоями кривослоистых песчаников, песчаных известняков и мергелей. Мощность до 450 м [34].

Датский ярус выражен серыми зеленовато-серыми, иногда светло-серыми глинами, чередующимися с плотными средне- и крупнозернистыми песчаниками с включением гравелитов, и слабо уплотненными, местами почти рыхлыми песками и алевритами. В разрезе датского яруса больше песчаных пород, чем в подстилающих его отложениях верхнего мела. Мощность до 400 м.

Палеоцен (сумгаитская свита) развит в западной части области и представлен красно-бурыми, буровато-серыми мергелистыми глинами с редкими прослоями кривослоистых известковистых песчаников и мергелей, мощностью до 240 м.

Эоцен (коунская свита) широко развит в западной и северо-западной частях Абшеронского полуострова и вскрыт разведочными скважинами на ряде площадей центральной части области (площади Кюрдаханы, Бузовны, о. Жилой и др.). По литологическим признакам и микрофаунистическому составу разрез эоцена делится на нижний, средний и верхний подъярусы.

Нижний эоцен (белый коун) выражен светло-серыми, иногда зеленовато-серыми глинами с маломощными прослоями белых кривослоистых песчаников.

Средний эоцен (бурый коун) характеризуется серовато-бурыми, темно-бурыми, иногда шоколадно-бурыми глинами с редкими маломощными прослоями битуминозных сланцеватых глин и горючих сланцев.

Верхний эоцен (зеленый коун) сложен зеленовато-серыми слоистыми, иногда зеленовато-бурыми глинами с маломощными прослоями кривослоистых песчаников. Общая мощность эоцена до 800 м.

Олигоцен - нижний миоцен (майкопская свита) обнажаются в западной и северо-западной частях области. Разрез всюду представлен темно-серыми, буровато-серыми, шоколадно-бурыми слоистыми ярозитизированными глинами. Только в юго-западной части области в верхней части ее разреза появляются прослой песков и алевролитов, мощностью до 900 м.

Тортонский ярус (тарханский, чокракский, караганский и конкский горизонты) широко обнажен в западной части и вскрыт многочисленными разведочными скважинами.

В нижней части тортонского яруса залегает маломощная толща серых, темно-серых глин и мергелей, относящаяся к тарханскому горизонту, мощностью до 50 м. Выше залегает 100-120-метровая толща темно-серых, зеленовато-серых и серых глин с многочисленными прослоями кремнистых известняков, мергелей и песчаников, относящаяся к чокракскому горизонту. Песчаность разреза чокракского горизонта заметно увеличивается в юго - юго-восточном направлениях.

Выше залегает 125-130-метровая толща, относящаяся к караганскому горизонту. Она представлена серыми, темно-серыми, пепельно-бурыми неслоистыми глинами с маломощными прослоями песчаников, число и мощность которых постепенно увеличиваются в юго-западном направлении. В том же направлении увеличивается и мощность горизонта, достигая 130 м в Шорбулаге. Залегающая выше 30-метровая пачка глинистых сланцев и мергелей относится к конкскому горизонту.

Сарматский ярус широко распространен в западной части Абшеронского полуострова (Шабандаг, Кечалдаг, Шорбулаг, Зигильпири и др.) и вскрыт разведочными скважинами на

отдельных площадях Абшеронской области (Гюльбахт, Гарадаг, Бинагади, Бузовны, Кирмаку, о. Пираллахы, о. Чилор и др.).

На всех перечисленных выше участках разрез сарматских отложений представлен темно-серыми и серыми, иногда песчанистыми глинами с частыми прослоями мергелей и мергелистых песчаников.

Наиболее полный разрез этого яруса описан в северо-западной части Абшеронского полуострова (Орджондаг, Сарай, Фатмай и др.). Мощность и песчанистость сарматского яруса заметно увеличиваются в южном и юго-западном направлениях.

Мэотический ярус представлен серыми, светло-серыми, иногда белыми листоватыми глинами, глинистыми сланцами и брекчиевидными доломитами. Последние распространены не повсеместно. Увеличение мощности литофации мэотические яруса наблюдаются в юго-западном направлении на площадях Пути, Кергез, Гарадаг, Гюльбахт и др., мощностью до 150 м.

Нижний плиоцен (понтический ярус) обнажается на многих участках Западного Абшерона, на своде складки о. Чилор и вскрыт бурением почти на всех площадях области. Всюду он представлен серыми и темно-серыми вязкими глинами, мощностью до 250 м.

Средний плиоцен (продуктивная толща) имеет широкое распространение в пределах Абшеронской области. Эта толща известна своими богатейшими залежами нефти и газа. Она представлена ритмичным чередованием мощных пластов сравнительно хорошо отсортированных песков, песчаников, алевроитов и алевролитов и известковистых глин. Мощность колеблется от 500-700 м в северной и северо-западной прикраевой зоне её распространения (площади Фатмай, Новханы, Джорат) до 3000-3500 м в юго-восточной части области (площади о. Песчаный, Зыря, Гоусаны и др.). Уменьшение мощности продуктивной толщи в северном и северо-западном направлениях происходит в основном за счет постепенного выклинивания вверх по восстановлению пластов все более древних свит и горизонтов.

Продуктивная толща Абшеронской области изучена литофациальным, петрографическим, микрофаунистическим, промыслово-геофизическим и другими методами исследований. Её разрез расчленяется на три отдела и ряд самостоятельных свит, приведенных ниже.

Толща (ярус)	Отдел (подъярус)	Свита
Продуктивная (балаханский)	Верхний	Сураханская Сабунчинская Балаханская
	Средний	Свита перерыва
	Нижний	Надкирмакинская глинистая (НКГ) Надкирмакинская песчаная (НКП) Кирмакинская (КС) Подкирмакинская (ПК) Калинская (Кас)

Калинская свита (Кас) неравномерно и сравнительно ограниченно распространена в юго-восточной части области. В южном и юго-восточном направлениях мощность калинской свиты увеличивается.

Она представлена чередованием серых песчаных глин, песков, песчаников и алевроитов.

В песчаных породах свиты в виде включений встречаются также гравий и мелкие гальки кремнистых пород.

Песчаность разреза калинской свиты постепенно уменьшается в запад - юго-западном направлении, т.е. в сторону выклинивания пластов. Максимальная мощность свиты до 430 м.

Подкирмакинская свита (ПК) широко распространена в восточной и центральной частях области и выклинивается в запад - северо-западном направлении. Она представлена серыми, светло-серыми мелко - и среднезернистыми в основном кварцевыми песками и песчаниками с включением мелкой полуокатанной гальки. В разрезе встречаются также прослои серых песчаных глин.

Кирмакинская свита (КС) - один из широко распространенных стратиграфических интервалов продуктивной толщи. По своему литологическому составу она представляет собой серию почти равномерно чередующихся пластов глин, песков и алевроитов, мощностью до 280м.

Надкирмакинская песчаная свита (НКП) широко развита почти на всей территории Абшеронской области и представлена серыми мелко-, средне- и крупнозернистыми слабо отсортированными пещками с включением мелких галек кремнистых пород и пирита, а также с небольшими прослоями глин.

Наиболее песчаный разрез НКП с относительно большой мощностью (75-80 м) вскрыт в центральной части Абшеронской области, где она делится на две подсвиты. В юго-западной части области НКП приобретает более глинистый характер.

Надкирмакинская глинистая свита (НКГ) почти повсеместно распространена и представлена в основном серыми, буровато-серыми и темно-серыми известковистыми глинами с тонкими прослоями серых, буровато-серых уплотненных песков и алевроитов, мощностью до 200 м.

Свита перерыва (средний отдел) широко развита по всей области и выражена крупно- и грубозернистыми песками и песчаниками. С востока на запад и юго-запад пески и песчаники постепенно становятся более отсортированными и в пределах Гарадагской и других соседних площадей являются нефтегазоносными, мощностью до 100 м.

Балаханская свита, залегающая в низах верхнего отдела (подъяруса), как по разрезу, так и по площади распространена очень широко. Значительная верхняя часть разреза свиты представлена неравномерным чередованием глин, песков и песчаников.

Максимальная песчаность разреза балаханской свиты отмечена в центральной части области (Балаханы - Сабунчи - Раманы - Сураханы, Гарачухур, Маштаги, Бузовны и др.), в юго-западном направлении (Бибиэйбат, Локбатан, Гарадаг) пески и алевроиты постепенно замещаются плохо отмученными глинистыми породами.

Наибольшая песчаность сабунчинской свиты отмечена в центральной части области (Балаханы, Сабунчи, Раманы, Сураханы, Гарачухур и др.). В юго-западном направлении (Локбатан, Гарадаг и др) в разрезе доминируют глинистые породы.

Мощность сабунчинской свиты колеблется от 300-350 м в восточной и центральной частях до 500 м в южной части области.

Сураханская свита отличается весьма широким площадным распространением и почти всюду представлена неравномерным чередованием серых и темно-серых песчаных известковистых глин с тонко- и мелкозернистыми песками и алевроитами. Относительно

большая песчанистость разреза установлена в основном в центральной и восточной частях области. К юго-западу разрез становится более глинистым.

Мощность сураханской свиты очень изменчива. В центральной части области она не превышает 350-600 м, а к юго-востоку (о. Песчаный, Зыря, Гюргяны-дениз) и к юго-западу (Гарадаг и др.) её мощность резко увеличивается, достигая 1200-1350 м.

Верхний плиоцен (акчагыльский и абшеронский ярусы) широко распространен в синклинальных прогибах и в крыльевых и периклинальных частях антиклинальных структур.

Акчагыльский ярус представлен серыми и темно-серыми известяковистыми глинами с тонкими прослоями вулканического пепла. мощностью 20-70м.

Абшеронский ярус расчленяется на нижний, средний и верхний подъярусы, отличающиеся друг от друга как по фаунистическому, так и по литологическому составу. Нижний и средний подъярусы представлены в основном глинами, а верхний - неравномерным чередованием терригенных и карбонатных пород с общей мощностью яруса 1000 м.

Антропогеновые отложения (бакинский, хазарский, хвалынский и новокаспийский ярусы) развиты в синклинальных частях и на далеких крыльях антиклинальных структур. Почти всюду они представлены чередованием ракушников-известняков, рыхлых, плохо отсортированных песков и песчаников и серых неотмученных глин с характерной пресноводной фауной, мощностью до 900 м.

Абшеронская область характеризуется наличием крупных антиклинальных поясов, состоящих из отдельных брахиантиклинальных складок, осложненных разрывными нарушениями, к которым нередко приурочены грязевые вулканы.

Антиклинальные пояса обычно простираются в северо-западном направлении. В западной части области встречаются антиклинальные пояса с кольцеобразным простиранием.

В пределах области выделяются следующие крупные тектонические элементы: Западно-Абшеронский антиклинорий, Западно-Абшеронский синклинорий, Центральнo-Абшеронский антиклинорий, Восточно-Абшеронский синклинорий и антиклинорий Абшеронского архипелага. На территории области установлено семь крупных антиклинальных поясов с отдельными ответвлениями, включающих в себя более 50 самостоятельных поднятий.

Существенную роль в строении западной, центральной и восточной частей Абшеронского прогиба играют палеоген-миоценовые отложения. Следует отметить, что акваторий Каспийского моря севернее Абшеронского полуострова в плане соответствует морскому продолжению мезозойской складчатости юго-восточного погружения Большого Кавказа. В южной половине Абшеронского полуострова мезозойское ложе резко погружается и в строении поднятий существенную роль играют уже палеоген-миоценовые и плиоценовые отложения. Именно к этой части прогиба и тяготеют крупные грязевые вулканы.

5.4.1. Абшеронский полуостров

Боронакопления на современных соляных озерах, в их донных отложениях, а также пересыхающих бессточных котловин на территории Азербайджана изучены слабо и крайне неравномерно. Однако, более или менее детально исследованы боропоявления современных соляных озер и их отложения на Абшеронском полуострове.

Впервые такие исследования проводились Геологическим управлением Азербайджана (Ф.В.Мустафабейли, 1956), а затем с нашим участием Кавказской комплексной геологической экспедицией.

Известно, что на территории Азербайджана более 200 больших и малых озер с общей площадью 52 км² и 50 солончаков с общей площадью 2 км². Озера по происхождению разделяются на эрозионно-речные, абразивно-аккумулятивные и реликтовые. Соляные бороносные озера полностью включаются в группу реликтовых озер, число которых достигает порядка 30-40. Эти озера бессточные, являясь "сателлитами" или отшнурованными от Каспийского моря. Из этих озер добывается поваренная соль. Наиболее крупными из них является Беюк-Шор (15 км²), Масазыр (10 км²), Бюль-Бюля (0,5 км²) и др.

Озеро Беюк-Шор бессточное, самоосадочное и соленое. Основное питание его составляют атмосферные осадки, грунтовые воды и сбросовые воды из буровых скважин. Размер озера составляет 10х1,5 км со средней глубиной 0,5 м. В поваренной соли, добываемой из вод озера, содержится заметное количество магния и нефтяных кислот.

Химический состав соли по данным промысловой лаборатории:

NaCl - 97,61%

MgCl₂ - 0,15%

MgSO₄ - 0,013%

CaSO₄ - 0,011%

NaI	}	(До бассейнизации тысячные доли процента)
NaBr		

Нефтяные кислоты - 0,07%

Нерастворимый остаток - 0,3%

Вода - 2,05%

Реакция с признаками щелочности.

Литологический разрез донных отложений озера Беюк-Шор (сверху вниз):

1. Слои соли, мощностью 5-8 см - в центральной части озера и 2-4 см - в береговой части;
2. Грязь желтая с неравномерным развитием, мощностью 5-30 см;
3. Грязь черная (целебная) состоит из 2-х слоев, мощностью каждого из них до 5 см и до 20 см;
4. Зелено-серая глина в виде корки, площадью 480 га.

В результате настоящих исследований с учетом поисково-ревизионного опробования были отобраны пробы из воды и из донных отложений с целью уточнения содержания борного ангидрида. Химический анализ показал, что В₂О₃ в водах рассматриваемого озера колеблется от 50 до 200 мг/л. Следует заметить, что показатели концентрации борного ангидрида в самих соляных водах во времени и по участкам озера непостоянны. В осенне-зимнее время содержание борного ангидрида в водах достигает своих минимальных значений. В летнее время оно заметно повышается до 150-200 мг/л. Эта изменчивость содержания борного ангидрида объясняется повышением кислотности в летнее время, в связи с чем растворимость борных соединений заметно увеличивается. В донных илистых осадках содержание борного ангидрида не превышает 0,01-0,03%.

Озеро Масазыр, расположенное в 0,2 км от одноименного селения, имеет площадь порядка 10 км². Оно по своему характеру и составу аналогично вышеописанному озеру. Состав соли озера Масазыр: NaCl - 95,69%, MgCl₂ - 0,69%, CaSO₄ - 1,74%, нефтяные кислоты - 0,08% и сухой остаток - 1,44%. Бороносность соляных вод озера Масазыр по сравнению с оз. Беюк-Шор и Бюль-Бюля заметно низка и достигает 0,10-0,05 мг/л.

Другие озера полуострова не такие крупные, как Бюль-Бюля. Бюк-Шор. Все они почти питаются за счет сбросов нефтяных вод и атмосферных осадков.

Содержание борного ангидрида в них колеблется от нескольких десятков до сотых долей грамма на литр.

Бороносность соляных озер и их современных осадков крайне слабо изучена при повсеместной их зараженности бором. Этот вопрос безусловно заслуживает более детальных исследований. Поэтому, необходимо уточнение величин концентрации борного ангидрида, увязки их с нефтяными водами и в некоторых случаях, с грязевыми вулканами с целью определения перспективных площадей на борную минерализацию.

По редким рекогносцировочным маршрутам, проведенным нами, в соляных водах других озер Абшерона отмечалось содержание борного ангидрида, порядка 10-15 мг/л.

Ниже приводятся сведения о твердых продуктах грязевых вулканов Абшеронского полуострова, основного сырья для извлечения борного ангидрида в промышленных значениях. Описание грязевых вулканов, также приводится с севера на юг.

Грязевой вулкан Аби́ха расположен в 1,5 км на северо-восток от пос. Хырдалан. Склоны вулкана крутые с резким переходом в равнинную местность. Вершина вулкана плоская, на которой во время исследования находились два кратерных поля с высотами 102 и 107,3 м. Сопочная брекчия занимает площадь порядка 1100000 м² и состоит из глинистой массы с обломками песчаников продуктивной толщи, диатомовых слоев, изредка известняков чокрак-спириалисового горизонта. Вулкан Аби́ха находится на площади развития проуктивной толщи, преимущественно, песчано-глинистой и глинистой фации. Он в прошлом описывался Г.Абихом [4], Д.В.Голубятниковым [75]. Позже вулкан изучался А.А.Якубовым [157] и др.

Уровень концентрации борного ангидрида, как это показано в таблице 23, колеблется от 1000 до 2000 г/т со среднеарифметическим содержанием 1720 г/т при коэффициенте концентрации 5,7. Частота встречаемости различных содержаний указанного интервала имеет более или менее равномерное распределение. Она наибольшая для содержания 1800 г/т и наименьшая для 1000 г/т. В целом, по сравнению с другими вулканами, сопочная брекчия описываемого грязевого вулкана отмечается меньшим уровнем концентрации борного ангидрида. Это вполне объясняется отсутствием на этом вулкане свежих продуктов извержения и заметным выносом борного ангидрида атмосферными агентами. Общие же перспективные данные по определению борного потенциала вулкана Аби́ха выражаются в таких цифрах: объем сопочной брекхии составляет: 1100000 м² x 10м (средняя мощность)=11 x 10⁶ м³ x 2,5 (объемный вес) = 275 x 10⁵ т= 275 x 10⁵ тонн x 1,7 кг/т (среднее содержание В₂О₃) = 46750 тонн борного ангидрида.

**Оценка статистических параметров распределения борного ангидрида в
сопочных брекчиях грязевого вулкана Аби́ха***

Опробуемый материал	Интервалы содержания B_2O_3 кг/т X_1	Количество анализов, n	Среднеарифметическое содержание B_2O_3 кг/т, $\bar{X}$	Дисперсия выборки, S^2	Среднеквадратичное отклонение, S	Коэффициент вариации в %, V	Оценка X с 5 % уровнем значимости кг/т, Δ	Закон распределения	Коеф. конц.
Сопочная брекчия с обломками глины, песчаников и изредка с глинистым цементом	1,02-1,20 1,20-1,40 1,40-1,80 1,80-2,0	15 25 235 80	1,72	0,051	0.226	13,12	0.02	лог. норм.	27

* Грязевой вулкан Аби́ха существовал до июня 1996 г., после чего территория, где расположен вулкан приватизирована и построена птицеферма

Шонгарская группа грязевых вулканов включает в себя вулканы Шонгар, Сарынча и Гюльбахт, расположенные в направлении с юго-востока на северо-запад в порядке их перечня. Все они входят в Шонгарский нефтеносный участок, представляющий собой долину, вдоль которой и размещены указанные грязевые вулканы. Абсолютные отметки вулканов: Шонгар - 109 м. Сарынча - 158 м и Гюльбахт - 100 м. Эти вулканы изучились С.А.Ковалевским [108] и другими. Более обстоятельные исследования проводились А.А.Якубовым [157], которым описаны грязевые потоки на следующий день после извержения, имевшего место 15-го июня 1936 года.

В геологическом строении площади расположения этих вулканов принимают участие преимущественно отложения абшеронского и акчыгыльского ярусов, диатомовой свиты и майкопа. Древнекаспийские, в основном, ракушечные известняки большей частью прикрыты наносами и, отчасти, сопочными брекчиями. Указанные отложения абшерона, акчагыла и продуктивной толщи слагают соответственно крылья и сводовые части брахиантиклиналей. Абшеронские отложения представлены нижним и средним подярусами, с углами падения от 10 до 40°. Нижний подярус сложен известковистыми глинами с редкими прослойками мергелей и песков, а также вулканического пепла. Мощность абшеронских отложений колеблется от 200 до 400 м. Отложения акчагыльского яруса прослеживаются узкой полосой по крыльям Шонгарской и Сарынча-Гюльбахтской складок. Эти отложения представлены глинистыми и алевроитистыми песчаниками, а также песчанистыми глинами.

В тектоническом отношении рассматриваемые грязевые вулканы Шонгар, Сарынча и Гюльбахт занимают северное ответвление Аташкя-Локбатан-Путинского антиклинального поднятия. Как это свойственно перерывистым складкам типа брахиантиклинальной, углы падения данной структуры постепенно уменьшаются от ее сводовой части (40-50°) до 25-30° в

крыльях. Ось складки в юго-восточном направлении погружается под углом $15-20^{\circ}$, а северо-западном направлении складка через относительно узкую депрессию переходит вновь в Сарынча-Гюльбахтское поднятие.

Вышеуказанные диатомовые слои обнажаются на северо-восточном крыле Гюльбахтской складки, а майкопские отложения слагают своды брахиантиклинали.

Грязевой вулкан Шонгар, площадью порядка $0,5 \times 0,3$ км. характеризуется развитием на нем покрова сопочной брекчии, мощностью от 10 по периферии до 200-250 м в центральной части. Сопочная брекчия обогащена гипсоносными глинисто-песчаными отложениями с заметно желтоватой окраской. В брекчии нередки обломки спиралисового известняка и песчаника. Местами отмечаются обломки конкреций сидеритовых мергелей. Все эти обломки в различной степени покрыты налетами нефти. Ввиду давнишнего прекращения вулканической деятельности положение кратерного поля предположительно определяется пунктом с резким увеличением мощности сопочной брекчии.

Сопочные брекчии вулканов Сарынча и Гюльбахт расположены несколько севернее от Шонгара, отличаются рядом специфичных для них свойств. В частности вулкан Сарынча в период его изучения нами, действовал выделяя грязь и газоводные продукты. Примерная площадь развития покровов и потоков сопочных брекчий вулкана Сарынча составляет $0,5 \times 0,2$ км. Длина отдельных потоков достигает 400-500 м, при ширине от 12 до 15 м. Сама сопочная брекчия сложена из чокрак-спиралисовых, майкопских, коунских, диатомовых отложений и пород продуктивной толщи. Часто встречаются мелкие кубики пирита, то в виде сросшихся друг с другом тонкокристаллических агрегатов, то в виде более крупных кристаллов (до 0,5 см) с хорошо развитыми плоскостями куба. Мощность сопочных брекчий колеблется от 150 до 200 метров.

Грязевой вулкан Гюльбахт расположен в 1,5-2 км на северо-запад от грязевого вулкана Сарынча. Площадь его составляет около $0,03 \text{ км}^2$. В центральной части кратерного поля расположены несколько грифонов, из которых один, иногда два, выделяют шламовые продукты. Средняя мощность покровов сопочных брекчий не превышает 50 м, при крайних значениях ее 2-150 м. Среди обломков сопочных брекчий отмечаются породы, чаще из продуктивной толщи - песчаники, а также плотные песчанистые глины майкопа и коунской свиты.

Характер распределения борного ангидрида в сопочных брекчиях этих грязевых вулканов (таблица 24) исследовался по наиболее представительному литогеохимическому профилю, пройденному вдоль их длинных осей. Ориентировка последних северо-западная, при общей протяженности порядка 3,8 км. В этом же направлении дана характеристика поведения бора и сопутствующих ему элементов с помощью вариационных кривых с привязкой к литологическим разностям сопочных брекчий (рис. 22).

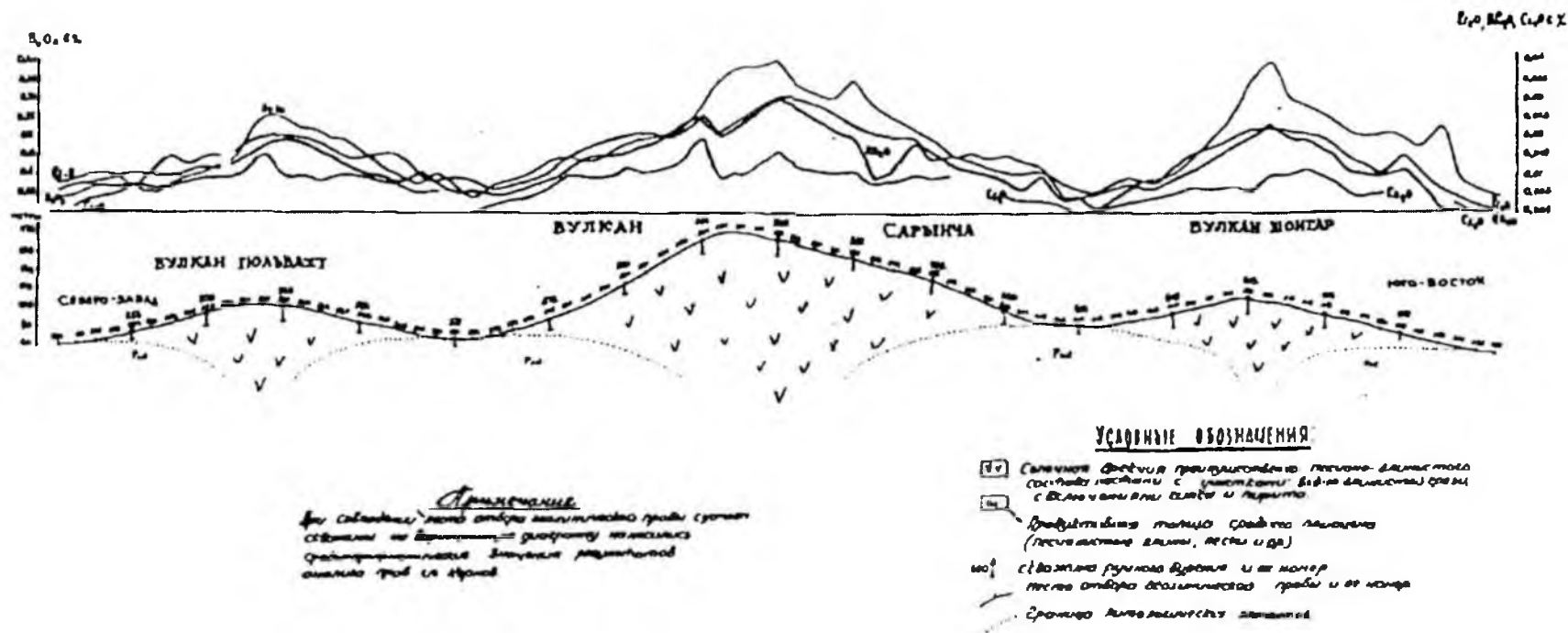


Рис.22. Литогеохимический профиль через грязевые вулканы Гюльбахт, Сарынча и Шонгар.

Масштаб: горизонтальный – 1:5 000

вертикальный - 1: 2 000

*Содержание борного ангидрида в сопочных брекчиях грязевых вулканов
Гюльбахт-Сарынча-Шонгар*

№№ образцов	Характеристика опробуемого материала	B ₂ O ₃ в %
1	2	3
550	Породы продуктивной толщи, песчанистые глины	0,04
551	Сопочная брекчия-глина	0,05
552	то же с гипсом и другими солями	0,04
553	то же	0,06
554	то же, глины, песчаники и их смесь с гипсом	0,07
555	то же без гипса	0,05
556	то же	0,08
557	то же	0,09
558	то же	0,10
559	то же	0,12
560	то же, редкие обломки брекчии	0,15
561	то же	0,25
562	то же	0,21
563	то же	0,22
564	то же	0,21
565	то же	0,19
566	то же	0,12
567	то же	0,10
568	то же	0,09
569	то же	0,07
570	то же	0,01
571	то же	0,05
572	то же	0,04
573	Сопочная брекчия - песчанистые глины и их обломки	0,07
574	то же	0,01
575	то же	0,10
576	то же	0,12
577	то же	0,14
578	то же	0,13
579	то же, обломки песчанистых глин с нефтью	0,15
580	то же	0,15
581	то же, обломки грязи учащаются	0,19
582	то же	0,20
583	то же с пиритом	0,22
584	то же	0,32
585	то же	0,35
586	то же	0,38
587	то же	0,38
588	то же	0,36
589	то же	0,34

№№ образцов	Характеристика опробуемого материала	B ₂ O ₃ в %
1	2	3
590	то же	0,32
591	то же	0,30
592	то же	0,30
593	то же без пирита	0,29
594	то же	0,25
595	то же	0,22
596	то же, без обломков брекчии	0,18
597	то же	0,15
598	то же	0,16
599	то же	0,14
600	то же	0,16
601	то же	0,13
602	то же	0,12
603	Песчанистые глины продуктивной толщи	0,04
604	то же	0,03
605	Сопочная брекчия - песчанистые глины с гипсом	0,05
606	то же	0,06
607	то же	0,07
608	то же	0,09
609	то же	0,11
610	то же	0,15
611	то же сильно загипсованные	0,20
612	то же с пиритом и нефтью	0,25
613	то же с грязью	0,42
614	то же	0,40
615	то же без грязи	0,30
616	то же	0,28
617	то же	0,22
618	то же	0,20
619	то же	0,21
620	то же	0,18
621	то же, редкие обломки с гипсом	0,18
622	то же	0,17
623	то же без гипса	0,23
624	то же	0,09
625	то же	0,17
626	то же	0,05

На протяжении этого профиля все максимумы кривых совпадают с кратерными полями вулканов Шонгар, Сарынча и Гюльбахт. По кривым видно, что пределы концентрации борного ангидрида в сопочных брекчиях по всем этим вулканам колеблются от 500 до 4200 г/т, оксией лития от 50 до 260 г/т, рубидия от 50 до 220 г/т и цезия от 20 до 700 г/т. Во вмещающих вулканы коренных породах продуктивной толщи, преимущественно глинистого и песчано-глинистого состава, содержание борного ангидрида не превышает 400 г/т. Всюду повышенные концентрации этого элемента наблюдается в брекчиях свежего излияния. Наряду со всем этим, кривые концентрации борного ангидрида, обнаруживают четко выраженное

сходство в своем распределении в грязевулканических образованиях. Глубина геохимического опробования, как это видно из того же литогеохимического профиля по описываемым вулканам, достигает порядка 120 метров. На глубину изменение концентрации вышеуказанных элементов регулируется относительной свежестью выделения сопочных брекчий, т.е. чем моложе во времени образования их, тем больше они обогащены бором. Однако, в пределах одной литофации, указанное изменение с глубиной не связано, если в составе брекчий не появляются илисто-грязевые вещества, в которых обычно отмечается повышенное содержание этого элемента. Количественная оценка характера распределения борного ангидрида приведена в таблице 25. В ней даны сводные результаты статистической обработки наиболее представительных по литологическому составу проб из всех трёх вулканов.

Таблица 25

Оценка статистических параметров распределения борного ангидрида в сопочных брекчиях грязевых вулканов Шонгар-Сарынча-Гюльбахт

Опробуемый материал	Интервалы содержания B_2O_3 кг/т X_1	Количество анализов, n	Среднеарифметическое содержание B_2O_3 кг/т, $\bar{X}$	Дисперсия выборки, S^2	Среднеквадратичное отклонение, S	Коэффициент вариации в %, V	Оценка X с 5 % уровнем значимости кг/т, Δ	Закон распределения	Коэф. конц.
Сопочная брекчия, преимущественно песчано-глинистого состава	0,5-1,0 1,0-1,5	10 55	1,16	0,026	0,165	13,2	0,042		16,6
То же с гипсом	2,0	62	2,0	-	-	-	-		25,0
То же свежего извержения с остатками илистой грязи	2,5-3,0 3,0-3,5 3,5-4,0	115 75 6	3,00	0,0484	0,220	7,6	0,034		37,5

Целесообразность сведения в единую таблицу 25 данных обработки аналитических определений вызвана едиными литолого-структурными условиями нахождения всех трёх вулканов, а также почти однообразием характера образования и поведения изучаемого элемента. Эти сводные данные из таблицы 25 показывают, что коэффициент концентрации борного ангидрида по вулканам в среднем составляет 7,5 при его колебании от 1,6 до 5 в сопочных брекчиях древнего извержения и до 8,3-13,3 в сопочных брекчиях позднего извержения. Наименьшие концентрации борного ангидрида от 500 до 1500 г/т с частотами встречаемости 65 анализов или около 20% от общего числа анализов наблюдается в древних излияниях.

Максимальная частота встречаемости борного ангидрида фиксируется для значения концентрации 2500 г/т, достигающая 155 анализов или около 42,5% от общего числа. Это значение концентрации примерно и соответствует среднеарифметическому содержанию борного ангидрида по всем трём вулканам, равному 2060 г/т. Данная величина, обладая сравнительно небольшой дисперсностью и коэффициентом вариации, является представительной. Перспективные количества борного ангидрида по всем трём грязевым вулканам определяются исходя из следующих данных:

По вулкану Шонгар: площадь равна $0,5 \text{ км} \times 0,3 \text{ км} = 0,15 \text{ км}^2$ или $150000 \text{ м}^2 \times 100 \text{ м}$ (средняя мощность сопочных брекчий по вулкану) $= 15 \times 10^6 \times 2,5$ (объемный вес) $= 375 \times 10^5$ тонн сопочной брекчий; $375 \times 10^5 \times 2 \text{ кг/т (B}_2\text{O}_3) = 75000$ тонн борного ангидрида.

По вулкану Сарынча: площадь равна $0,5 \text{ км} \times 0,2 \text{ км} = 0,1 \text{ км}^2$ или $10 \times 10^6 \text{ м}^3 \times 100 \text{ м}$ (средняя мощность сопочной брекчий по вулкану) $= 10 \times 10^6 \text{ м}^3 \times 2,5$ (объемный вес) $= 25 \times 10^6$ тонн сопочной брекчий; $25 \times 10^6 \times 2 \text{ кг/т (B}_2\text{O}_3) = 5 \times 10^4$ тонн борного ангидрида. По вулкану Гюльбахт: площадь равна $0,03 \text{ км}^2$ или $3 \times 10^4 \text{ м}^2 \times 50 \text{ м}$ (средняя мощность сопочной брекчий по вулкану) $= 15 \times 10^5 \text{ м}^3 \times 2,5$ (объемный вес) $= 3750000$ тонн сопочной брекчий; $375 \times 10^4 \times 2 \text{ кг/т (B}_2\text{O}_3) = 7500$ тонн борного ангидрида.

Таким образом, по всем трем грязевым вулканам суммарные перспективные запасы борного ангидрида составляют: $75000 + 50000 + 7500 = 132500$ тонн борного ангидрида со средним содержанием его в сопочных брекчиях 2 кг/т.

Грязевой вулкан Боздаг (Гобу) расположен в юго-восточных краевых частях Шабандагской антиклинальной складки в 3 км на северо-запад от села Гобу с абсолютной отметкой 255 м.

Геолого-структурная позиция вулкана Боздаг (Гобу) определяется его приуроченностью к зоне разлома, проходящей вдоль приосевой плоскости названной антиклинальной складки, сложенной песчаниками продуктивной толщи, глинами и песчаниками майкопа. В обломках сопочной брекчий наибольшим развитием пользуются глины коунской и сумгаитской свит. Площадь, занятая сопочными брекчиями разных времен извержения, равна 3 км^2 при мощности в среднем 20 м. Кратерное поле представляет собой группу грязевых сопков высотой до 1 м, периодически извергающих грязеводную массу с газом. Диаметр кратерного поля не превышает 30 м, с высотой вала 8-12 м.

Распределение борного ангидрида на этом вулкане, как это показано на литогеохимическом профиле при описании вулкана Айрантекан, более или менее равномерное и в среднем составляет порядка 0,25%. Интересно, что такое относительно высокое содержание этого элемента оказалось в приконтактной полосе сопочных брекчий песчано-глинистого состава древнего извержения со свежим. Возможно, в опробуемые материалы попали остатки илистой грязи с кратерного поля, в которых, обычно бор имеет повышенную концентрацию. Из этих же вариационных кривых литогеохимического профиля через длинную ось грязевого вулкана Боздаг (Гобу) видно, что максимальные содержания борного ангидрида приходится на сопочные брекчий с большим количеством илистой грязи свежего излияния. Глубина геохимического опробования по этому вулкану не превышает 160 м и на протяжении ее заметно некоторое повышение концентрации изучаемого компонента в сторону развития молодых по времени извержений сопочных брекчий. Оценки параметров распределения борного ангидрида по выборке из 91 пробы даны в таблице 26.

В ней показано, что среднее значение содержания борного ангидрида по грязевому вулкану составляет 2420 г/т при коэффициенте вариации 40,8%. При этом, содержание его

колеблется от 700 до 1500 г/т в древних сопочных брекчиях и от 3100 до 3900 г/т в свежих. В последних, в единичных пробах фиксировано содержание борного ангидрида в 4500 г/т.

Таблица 26

Оценка статистических параметров распределения борного ангидрида в сопочных брекчиях грязевого вулкана Боздаг (Гобу)

Опробуемый материал	Интервалы содержания B_2O_3 кг/т X_1	Количество анализов, n	Среднеарифметическое содержание B_2O_3 кг/т, $\bar{X}$	Дисперсия выборки, S^2	Среднеквадратичное отклонение, S	Коэффициент вариации в %, V	Оценка X с 5 % уровнем значимости кг/т, Λ	Закон распределения	Коеф. конц.
Сопочная брекчия, преимущественно песчано-глинистого состава	0,7 1,5	8 18	1,25	0,14	0,38	30,10	0,503	лог. норм.	17,9
То же с гипсом	2,3	32	2,42	0,97	0,985	40,86	0,019	лог. норм.	30,2
То же свежего извержения с остатками илистой грязи	3,1 3,9 4,5	20 11 2	3,45	0,21	0,46	10,78		лог. норм.	43,0

Видимо, среднеарифметическое содержание этого компонента, составляющее 2420 г/т, благодаря низкой дисперсии и небольшого коэффициента вариации может быть использована для расчета по определению перспективных запасов борного ангидрида по данному вулкану. При площади сопочных брекчий в 3 км² и мощности их в 20м. объем этих пород составит 3.000.000 м² х 20 м = 60.000.000 х 2,5 г/см³ (объемный вес сопочной брекчий) х 2,42 кг/т=369.000 тонн борного ангидрида.

Грязевой вулкан Бибиэйбат входит в состав группы грязевых вулканов Бакинской бухты. Этот вулкан в настоящее время не действует и его обычно относят к ископаемым вулканам. Вулкан Бибиэйбат расположен на границе моря и суши. Поле, занятое брекчий, незначительное и едва ли составляет 2-3 га. Геологические условия нахождения вулкана характеризуются развитием песчано-глинистых отложений среднего и нижнего отделов абшеронского яруса, акчагыльской, сураханской и сабунчинской свит. Вулканический аппарат расположен вдоль осевой плоскости брахиантиклинальной складки, контролирующей в свою очередь нефтеносность данного района.

Наши исследования по рассматриваемому вулкану в части распределения бора и сопутствующих ему редких щелочей проводились с целью выявления характера поведения этих компонентов в ископаемых грязевулканических образованиях, находящихся в прибрежной полосе Каспийского моря. Важное значение приобретают вопросы, связанные с условием накопления бора в сопочных брекчиях грязевых вулканов, постоянно подвергнутых

действиям морских вод. Речь идет о возможных взаимообменных реакциях между грязепродуктами и морскими водами в прибрежных условиях, определенным образом влияющих на концентрацию бора. Изучение этих особенностей распределения последнего могло быть использовано для установления характера накопления бора в подводных грязевулканических образованиях.

По данным геохимического опробования сопочных брекчий и смешанных с ними песчано-глинистых материалов обнажающейся продуктивной толщи, определены оценки основных параметров борного ангидрида по вулкану Бибиэйбат. В таблице 27 приведены эти сведения с использованием результатов 85 проб. Последними охвачены все типы сопочных брекчий и с ними смешанные, в ряде случаев, коренные породы песчаников, глин и их промежуточных фаций продуктивной толщи.

Как показано в таблице 27, коэффициент концентрации борного ангидрида несколько ниже, чем в грязевых продуктах других вулканов, расположенных во внутренних частях Абшеронского полуострова и Гобустана.

В силу значительных масштабов размыва и вообще разрушения сопочных брекчий, считаем нецелесообразным приведение здесь данных о перспективных запасах борного ангидрида по вулкану Бибиэйбат.

Вопросы касающиеся баланса распределения борного ангидрида в сопочных брекчиях и омываемых их морских водах изучены на ряде анализов. Из них выясняется, что пробы, отобранные из грязи, представляющей смесь морской воды и сопочной брекчии, содержат борный ангидрид в количестве несколько меньше, чем сухие разности сопочной брекчии вулкана Бибиэйбат. При этом, содержание этого компонента в водном фильтре колеблется от 400 до 1400 г/т.

Распределение борного ангидрида с привязкой к отдельным пунктам по данному вулкану, не рассмотрено в виду того, что площадь развития грязевулканических образований не поддается даже схематическому оконтуриванию.

Таблица 27

Оценка статистических параметров распределения борного ангидрида в сопочных брекчиях грязевого вулкана Бибиэйбат

Опробуемый материал	Интервалы содержания B_2O_3 кг/т X_1	Количество анализов, n	Среднеарифметическое содержание B_2O_3 кг/т, $\bar{X}$	Дисперсия выборки, S^2	Среднеквадратичное отклонение, S	Коэффициент вариации в %, V	Оценка X с 5 % уровнем значимости кг/т, Λ	Закон распределения	Кэф. конц.
Сопочная брекчия в смеси с глинистой грязью	0,4-2,0	85	1,20	-	-	-	-	лог. норм.	12

Это обстоятельство указывает на заметное выщелачивание бора из сопочных брекчий в морские воды, омывающие эти грязепродукты в акватории Каспийского моря. Следует иметь в виду, что приведенные данные представляют собой сведения для первого, самого схематичного суждения о балансе борного ангидрида в различных средах, сопровождающих процесс грязевулканизма. Вопрос этот заслуживает специальных исследований и приведенные выше данные могут быть приняты как факторы, усиливающие необходимость постановки таких работ по разностороннему изучению борной минерализации в продуктах грязевых вулканов.

Грязевой вулкан Ахтарма (Пу́та) расположен в центральной части нефтяного месторождения Пу́та. Вулкан заметно возвышается над окружающей равниной с абсолютной отметкой 58 м и окаймлен с севера крутыми бортами Гюздецкого плато и с юга горой Кергез. Кратерное поле вулкана Ахтарма (Пу́та) сложено сопочной брекчий с пологим северным и крутым южным склонами. В пределах кратера отмечается ряд грифонов конусообразной формы, высотой от 0,5 до 2 м. Вулкан Ахтарма (Пу́та) описан рядом исследователей. Так, С.Р.Зубер, описывая извержение 1923 года, отмечает выделение сопочной брекчий, образовавшей языкоподобные потоки, выходящие из кратерного поля. Последнее имело четырехугольную форму с концентрическими кругами, размером до 3 м. Выделение газа не сопровождалось его горением, как обычно бывает на других вулканах.

Кратер вулкана в настоящее время засыпан сопочной брекчий. Последняя залегает на коренных породах продуктивной толщи. В состав сопочной брекчий входят обломки пород майкопа. Сам вулкан Ахтарма (Пу́та) приурочен к сводовой части путинской брахиантклинали складки, ориентированной в широтном направлении, входя в систему Локбатанской антиклинали. Ахтарминская складка асимметрична с более крутым северным ($25-30^\circ$) и относительно пологим южным ($15-20^\circ$) крыльями. Вдоль приосевой плоскости эта складка осложнена рядом продольных разрывных нарушений преимущественно сбросового характера. Последние с противоположно падающими плоскостями образуют в своде складки наподобие арки взаимокompенсирующие мелкие клиноподобные блоки [52]. Распределение борного ангидрида, исследование которого здесь осуществлялось также геохимическим опробованием, характеризуется обычными чертами поведения этого компонента, установленными для предыдущих вулканов. Наиболее представительными вулканами, в смысле полной характеристики литофациальной, пространственной и временной увязки в этой тектонической структуре, являются грязевые вулканы Шонгар, Сарынча и Гюльбахт, через которые и дан литогеохимический профиль. В связи с этим, для описываемого вулкана Ахтарма (Пу́та) необходимость в представлении такого профиля отпадает. Здесь, для характеристики распределения борного ангидрида приводятся сразу же сведения об оценке статистических параметров распределения его в сопочных брекчиях. Они даны в таблице 28, из которой видно, что пределы колебания концентрации борного ангидрида укладываются между его значениями от 300 до 3000 г/т с соответствующими коэффициентами концентрации от 7,8 до 26,4, что в целом указывает на заметное накопление бора в ходе грязевулканизма по вулкану Ахтарма (Пу́та). А распределение самого борного ангидрида в различных литофациях весьма закономерно и с малыми градиентами концентрации характеризуется увеличением его в сопочных брекчиях свежего извержения. В них значительное участие принимают водоилистые грязи, несущие повышенную минерализацию бора.

В этой связи, примечательным является то, что в таких грязью богатых, поздних по времени образованиях сопочных брекчий, содержание борного ангидрида варьирует от 1800 до 3000 г/т при суммарной частоте встречаемости от 509 анализов, что составляет около 20%.

Наибольшая встречаемость наблюдается в интервале содержания от 1300 г/т (213 анализов) до 800 г/т (112 анализов), равная 325 анализам или же около 64% от суммы всех анализов. В связи с этим не случайно, что среднее арифметическое содержание борного ангидрида, равное 1250 г/т как раз составляет приближенное к вышеуказанной величине его концентрации 1300 г/т с максимальной частотой встречаемости. Вместе с тем, эта величина среднего содержания вполне может быть принята, как представительная величина для расчета бороносности в первом приближении в сопочных брекчиях для указанного вулкана Ахтарма (Пу́та). Данное определение основано на относительно малой ошибке величины среднеарифметического содержания, равной 480 г/т, что обуславливает сравнительно небольшую его дисперсность. Перспективные цифры количества борного ангидрида могут быть определены исходя из площади, занятой сопочной брекчией, примерно в 50 га или 500000м² (эти данные определены поисково-ревизионными работами с применением ручного бурения), что составляет объем сопочной брекчии 500000м² x 5м=2.500.000м³, а вес 2500000 x 2,5 (объемный вес) = 6.250.000 тонн при среднем содержании в них борного ангидрида 1250 г. запасы составляют 6250000 тонн x 1,25 кг =78125 тонн борного ангидрида.

Таблица 28

Оценка статистических параметров распределения борного ангидрида в сопочных брекчиях грязевого вулкана Ахтарма (Пу́та)

Характеристика опробуемого материал	Интервалы содержания B ₂ O ₃ кг/т X ₁	Количество анализов, n	Среднеарифметическое содержание B ₂ O ₃ кг/т, X	Дисперсия выборки, S ²	Среднеквадратичное отклонение, S	Коэффициент вариации в %, V	Оценка X с 5 % уровнем значимости кг/т, Λ	Кэф. конц.
Сопочная брекчия, преимущественно песчано- глинистого состава	0,3-0.8	174	0,55	-	-	-	-	7,8
То же с гипсом	1,3	213	1,3	-	-	-	-	16,2
То же свежего извержения с остатками илистой грязи	1,8-2,3 2,3-3,0	110 12	2,11	0.0034	0.055	21,6	0,011	26,4

Грязевой вулкан Локбатан расположен в 15 км к юго-западу от г.Баку. Он довольно четко возвышается над равнинной местностью в виде двух вершин с абсолютными отметками 75 и 86 м. Вулкан сложен несколькими покровами, отвечающими неоднократным его извержениям. Примерная мощность сопочной брекчии составляет 120 м. при общей площади около 4-4.5 км². Сопочная брекчия сложена обломками пород почти всех ярусов кайнозоя

древнее продуктивной толщи. В ней отмечены обломки пород диатомовой, майкопской, коунской и ильхидагской свит. Коренные породы вулкана представлены продуктивной толщей, абшеронским и акчагыльскими отложениями. Последние тяготеют к краевым частям крыльев складки, где находится вулкан. Вулкан этот в 80-х годах прошлого столетия наиболее обстоятельно был описан геологом Г.Шегреном [162], а в наше время А.А.Якубовым [157] и другими. По данным Г.Шегрен установлено, что в 1864 году имело место сильное извержение Локбатана, а 26 апреля 1886 года он посетил вулкан и дал его первое описание. Вулкан Локбатан в виде конусообразной возвышенности сложен сопочной брекчий многократного излияния, фиксируемого часто чередующимися покровами. Относительная давность извержения сопочных брекчий устанавливается по степени развития на них растительного покрова. Характерным является наличие по всем покровам сопочных брекчий трещин сбросового типа, по которым выработались относительно глубокие овраги и балки. Такие трещины ориентированы в продольном субширотном и поперечном - субмеридиональном направлениях, по отношению к оси складки, слагающей вулкан Локбатан [7].

Некоторые покровы и потоки в своем размещении контролируются именно этими тектоническими трещинами. Так, отдельные потоки сопочных брекчий, длиной до одного километра и шириной до нескольких десятков метров вмещаются в такие трещины субмеридионального простираия. В свежих потоках трещины высыхания достигают ширины одного метра. Вертикальные смещения по основным трещинам часто вызывают появление трещин сжатия, а также многочисленные деформации в виде зеркал скольжения, сланцеватости и других признаков механических напряжений.

Интересно отметить, что Г.Шегрен еще тогда фиксировал связь между Бибиэйбатским нефтяным фонтаном и деятельностью грязевого вулкана Локбатан. Во всяком случае надо иметь в виду это обстоятельство для интерпретации условий боронакопления в пределах данного вулкана.

Распределение борного ангидрида в грязепродуктах Локбатана по результатам обработки аналитических определений 187 проб, характеризуется сравнительно пониженными значениями этого компонента. Данные о распределении борного ангидрида приведены в таблице 29. Интервалы содержания борного ангидрида по данному вулкану определяются от 300 до 2500 г/т при коэффициенте вариации 45,95% и ошибки его в 71 г/т при согласованности с нормальным законом распределения. В соответствии с интервалами концентрации и имеет место ее колебание, выражающееся в значениях от 7 до 27,5. Максимальное значение концентрации укладывается в сопочных брекчиях последнего извержения со значительным участием в их составе водно-илистой грязи.

**Оценка статистических параметров распределения борного ангидрида в сопочных
брекчиях грязевого вулкана Локбатан**

Опробуемый материал	Интервалы содержания B_2O_3 кг/т X_1	Количество анализов, n	Среднеарифметическое содержание B_2O_3 кг/т, X	Дисперсия выборки, S^2	Среднеквадратичное отклонение, S	Коэффициент вариации в %, V	Оценка X с 5 % уровнем значимости кг/т, Λ	Закон распределения	Кэф. конц.
Сопочная брекчия, преимущественно песчано-глинистого состава	0,30-0,40 0,40-0,50 0,50-0,60 0,60-0,70	21 24 14 1	0,49	0,03	0,19	37,00	0,076	лог. норм.	7,0
То же с гипсом	1,01-1,23	85	1,08	0,237	0,496	45,49	0,071	лог. норм.	13,5
То же свежего извержения с остатками илистой грязи	1,5-1,9 1,9-2,5 >2,5	25 18 4	2,2	0,23	0,46	21,1	0,084	лог. норм.	27,5

Наибольшая частота встречаемости наблюдается при значении концентрации 1100 г/т (85 анализов), в связи с чем среднеарифметическое содержание по вулкану близко к этому интервалу концентрации. Площадь сопочных брекчий в пределах грязевого вулкана Локбатан примерно составляет 400 га или 4 млн.м² со средней мощностью 50 м. Перспективные запасы борного ангидрида могут быть определены приблизительно: 4млн.м² x 50м = 200млн.м³ x 2,5 (объемный вес) = 500 млн.тонн x 1 кг/т B_2O_3 = 500000 тон борного ангидрида.

В таблице 30 приведены обобщенные данные распределения борного ангидрида в сопочных брекчиях Гобустана и Абшеронского полуострова.

Таблица 30

Распределение борного ангидрида в сопочных брекчиях грязевых вулканов Гобустана и Абшеронского полуострова

№ пп	Грязевые вулканы	Интервалы содержания В ₂ О ₃ , кг/т	Количество анализов η	Среднеарифметическое содержание В ₂ О ₃ в кг/т ± в % ур. зн	Среднеквадратичное отклонение, S	Коэффициент вариации в %, v	Коэффициент концентрации	Закон распределения
11	Дашгиль	0,5-2,3	1185	1,53±0,033	0,532	35	5	логнормальный
22	Готурдаг	0,3-2,2	501	1,25±0,047	0,536	43	4,3	//-//
33	Айрантекан	0,3-2,5	505	1,066±0,012	0,311	29	3,0	//-//
44	Диляниз	0,5-2,7	261	1,31±0,02	0,163	12,42	4,0	//-//
55	Дашмардан	0,25- 2,65	1134	1,04±0,023	0,396	38	3,0	//-//
66	Торагай	0,8-3,20	832	1,85±0,090	0,408	22,0	6,0	//-//
77	Календарахтарма	0,5-4,0	572	2,26±0,620	0,757	33,5	6,6	нормальный
88	Чеилдаг	0,4-2,0	71	0,99±0,094	0,405	41,0	3,3	//-//
99	Ахтарма (Пуга)	0,3-3,0	509	1,25±0,048	0,590	47,0	4,3	логнормальный
110	Локбатан	0,3-2,5	187	1,08±0,071	0,496	46,0	3,6	нормальный
11	Гюльбахт- Сарынча- Шонгар	0,5-4,0	362	2,06±0,077	0,746	36,0	6,5	//-//
12	Боздаг (Гобу)	0,7-4,4	91	2,42±0,019	0,985	41,0	8,0	логнормальный
13	Бибиэйбат	0,4-2,0	85	1,15±0,112	0,527	46,0	3,7	нормальный
14	Сев.Астраханка	0,5-2,2	270	0,97±0,040	0,331	34,0	3,3	//-//
15	Абиха	1,02-2,0	435	1,72±0,020	0,226	13,0	5,7	логнормальный
Средние значения		0,4-4,00	7000	1,46	0,355	34,3	4,6	

На рис.23 представлена карта средних содержаний борного ангидрида в продуктах грязевых вулканов области.

Рис.23. Карта средних содержаний борного ангидрида (кг/т) в солочных брекчиях грязевых вулканов Шамахи-Гобустанского района и Абшеронского полуострова.
Масштаб 1:500000.

5.5. НИЖНЕКУРИНСКАЯ ВПАДИНА

Нижнекуринская впадина занимает довольно обширную территорию юго-восточной части Кура-Араксинской низменности. На западе она граничит с р. Геокчай, на севере и северо-востоке с Лянгябизско-Алятской зоной поднятий, на юге и юго-западе предгорьями Талышского хребта и Малого Кавказа, а восточное-юго-восточное окончание ее перекрыты водами Каспийского моря.

Несмотря на свое название, Нижнекуринская впадина - это типичный синклиниорий небольшого размаха, в строении которого принимает участие мощная толща морских пост-плиоценовых отложений. Наиболее крупные грязевые вулканы территории расположены в ее северо-восточном крутом борту. Согласно последним интерпретациям геофизических данных, обработанных Эксон Эксплорэйшн, Нижнекуринско-Гобустан-Абшеронская зона пригибания характеризуется скоростным погружением поверхности консолидированной коры; от 12 км на западе до 20 км на востоке. К этой зоне приурочено максимальная концентрация грязевых вулканов не только Азербайджана, но и всего мира.

Преобладающая часть впадины равнинная территория, лишь на северо-востоке и в центральной части выделяются положительные элементы рельефа - отдельные возвышенности, представляющие собой конусы грязевых вулканов: Каламадын, Большой Харамин, Малый Харамин, Гырлыг, Мишовдаг, Пиргарин, Геоктепе, Бабазанан, Калмас, Кюрсангя, Хамамдаг, Дуровдаг, Гыздаг, Дуздаг, а также Нефтечалинские сопки.

Являясь наиболее глубоким прогибом Куринской межгорной впадины, Нижнекуринская впадина выделяется наличием мощной толщи осадочных пород, достигающей 15 км. Более 8 км указанного комплекса приходится на долю плиоцен - четвертичных отложений.

Непосредственным структурным продолжением Нижнекуринской впадины на восток служит Южно-Каспийская впадина. Следует отметить, что большая часть территории исследуемой области покрыта четвертичными отложениями и только на северо-восточном борту узкими полосками обнажаются средне и верхнеплиоценовые отложения.

Наиболее полно тектоническая схема и вопросы геологии Нижнекуринской впадины рассмотрены в работах В.Е.Хаина и А.Н.Шарданова (1952), А.К.Алиева (1960), М.Г.Агабекова (1960), Ш.С.Кочарли (1965), А.Ш.Шихлинского (1967), А.В.Мамедова, Ф.С.Ахмедбейли (1973) и др.

Согласно выводам вышеназванных исследователей, в ее тектонической структуре с северо-востока на юго-запад выделяются Навагинский геосинклинальный прогиб, выполненный четвертичными отложениями, Харамино-Сальянский антиклинорий и Нижнекуринский синклиниорий. Харамино-Сальянский антиклинорий резко суживается на северо-западе и упирается в Лянгябизско-Алятское поднятие и расширяется в юго-восточном направлении, образуя Каламадын-Бяндованский и Кюровдаг-Нефтечалинский антиклинальные зоны. Последние две зоны и разделяющий их синклинальный прогиб были оформлены в позднеплиоцен-четвертичное время, хотя начало их формирования относится к более раннему времени, так как по данным сейсморазведки с глубиной интенсивность складчатости увеличивается [9, 10].

Обе антиклинальные зоны Харамино-Сальянского антиклинория состоят из ряда узких и вытянутых брахиантиклинальных складок, размытых большей частью до низов верхнего плиоцена. В первую зону входят (с северо-запада на юго-восток) Каламадынское, Большое Хараминское, Малое Хараминское, Мишовдагское, Калмасское и Хыдырлы-Бяндованское

поднятия. Во вторую - Кюровдагское, Гарабаглинское. Бабазананское, Дуровдагское, Хиллинское и Нефтечалинское поднятия [118, 119].

Необходимо отметить, что продольные тектонические разрывы рассекают обе антиклинальные зоны по всей их длине, к которым и приурочены центры грязевулканических извержений. По сведениям некоторых исследователей корни этих вулканов доходят до полеоген-меловых отложений, т.е. на глубину 10-15 км.

В геологическом строении Нижнекуринской впадины принимают участие отклонения плиоцена и антропогена, с общей мощностью соответственно 5-6 км и 500-700 м [13].

Продуктивная толща (средний плиоцен) является основным нефтегазоносным объектом области и представлена чередованием мощных пластов глин с песками, песчаниками, алевролитами. Толща вскрыта неполностью. Но предполагаемая мощность её около 4000 м. Вскрытая часть толщи соответствует верхней половине разреза продуктивной толщи юго-восточной части Гобустана Западного Абшерона [14].

Ачкагыл-абшеронские отложения широко развиты в исследуемом районе. Они представлены в основном, в песчано-глинистой и карбонатной литофациями (рис.24).

По данным Ад.А.Алиева и З.А.Бунят-заде мощность ачкагылских отложений меняется от 35 (Большой Харамы) до 520-560 м (Падар), тогда как абшеронский ярус с общей мощностью 1100-1500 м представлен возвышенностях Малый Харамы, Мишовдаг, Бабазанан и др.

В восточном, юго-восточном направлении песчанистость абшеронского яруса заметно уменьшается. В этом направлении имеет место и убывание мощности пластов. Четвертичные отложения залегают на плиоценовом комплексе с угловым несогласием в пределах 8-12С и характеризуются уменьшением мощности отложений в юго-западном направлении [152].

Бакинский ярус представлен песчано-глинистой литофацией, с мощностью пластов от 60-80м на пл. Кюровдаг до 300-350 м на пл. Хыдырлы.

Тюркянский горизонт представлен, в основном, крупно-среднезернистыми песками, чередующимся с глинами.

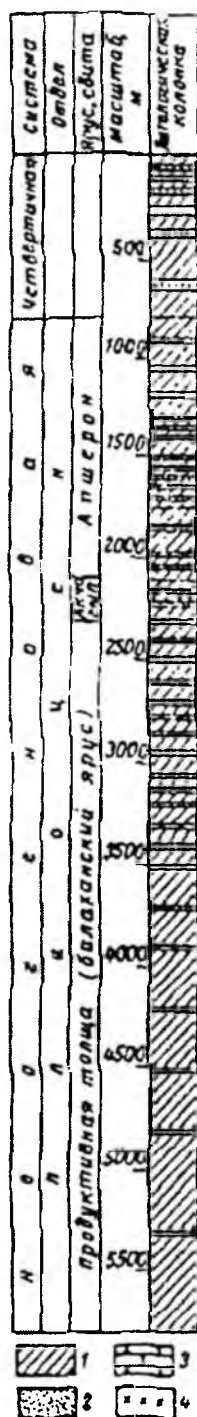
Голоцен характеризуется континентальными образованиями, состоящими из супесей, суглинов и глин (Алиев, 1956).

По структурно-тектоническим особенностям в Нижнекуринской впадине четко пролеживаются:

- а) Пирсагат-Хамамдагская;
- б) Каламадын-Мишовдаг-Бяндованская;
- в) Кюровдаг-Нефтечалинская зоны.

Все они представляют брахиантиклинальные складки, но более крупных размеров, с простиранием общекавказского направления разбиты на отдельные блоки продольными и поперечными разломами, к которым и приурочены грязевые вулканы [33].

Наиболее крупным структурным элементом Нижнекуринской впадины является Харамино-Сальянский антиклинорий. На северо-востоке к нему примыкает Навагинская складка (с одноименным максимумом силы тяжести), а на юге-западе - Мугано-Сальянский синклинорий. Эти структурные зоны образованы, в основном, кулисообразно расположенными куполовидными брахиантиклиналями, сложенными средне-верхнеплиоценовыми и антропогеновыми отложениями. Последние характеризуются крупными продольными разрывами сбросового характера с амплитудой 300-500 м, редко 1500-1900 м (структуры Калмас, Бабазанан). С этими разрывами связаны грязевые вулканы, продукты извержения которых содержат повышенные содержания бора [30, 31, 32].



Ри.24. Сводный геологический разрез Прикуринской области.

1 — глины; 2 — пески; 3 — песчаики;
4 — вулканические пеплы.

Грязевой вулкан Хамамдаг находится на расстоянии 9км к югу от пос.Алят-Пристань. На кратерном поле вулкана, в день нашего последнего посещения (24 апреля 1986), действовали около 40 сопок и грифонов. Вулкан приурочен с северо-запада на юго-восток. Как и в других аналогичных случаях, складка осложнена разрывом, с которым и связан вулкан Хамамдаг. В районе расположения сопочных брекчий вулкана, скважины вскрыли породы продуктовой толщи, акчагыльского и абшеронского ярусов, а также четвертичного периода.

В шестидесятых годах волны Каспия доходили только до основания вулкана Хамамдаг. После повышения уровня моря, начавшегося в 1978 году, волны доходят до отвесных обрывов различной высоты, образованных грязевыми потоками вулкана.

Ад.А.Алиев и З.А.Буният-заде на площади распространения вулкана выделяют три групп грифонов и сальз с различными фазами активности. Все они, и поныне, выделяют мутную воду и газ.

Для оценки бороносности сопочных брекчий вулкана Хамамдаг было отобрано геохимических проб, результаты количественного спектрального анализа которых приводятся в таблице 31.

Таблица 31

Оценка статистических параметров распределения борного ангидрида в сопочных брекчия грязевого вулкана Хамамдаг

Опробуемый материал	Интервалы содержания B_2O_3 кг/т X_1	Количество анализов, п	Среднеарифметическое содержание B_2O_3 кг/т, X	Дисперсия выборки, S^2	Среднеквадратичное отклонение, S	Коэффициент вариации в %, V	Оценка X с 5 % уровнем значимости кг/т, Λ	Закон распределения	Кэф. конц.
Сопочная брекчия преимущественно песчано-суглинистого состава	0,2-0,6	41	0.41	0.08	0.029	14	0,012	логн.	5,8
То же с гипсом	0,5-0,9	82	0,66	0,09	0.031	17	0,017	логн.	8,2
То же свежего излияния, с остатками илистой грязи	1,2-2,6	23	1.82	0.10	0.034	19	0.019	логн.	22,8

Грязевой вулкан Ахтарма-Пашалы. Вулкан находится в 17-18 км к северу-западу от г.Гаджи-Кабула, на стыке хребтов Каламадын, Большой и Малый Харамы.

Он один из крупных вулканов Азербайджана с высотой 300м над окружающей равнинной. Несмотря на то, что кратер вулкана разрушен, на вершине его расположено кратерное поле площадью около 10 кв. км. Общая площадь, занята сопочной брекчий различных периодов пароксизмов составляет более 40 кв. км. Кратерное поле вулкана покрыто многочисленными сопками и грифонами.

На кратерном поле четко выделяются разновозрастные излияния нефти с крупными включениями (1,0-1,25м в поперечнике) обломков пород.

Структурно-картировочным бурением бывшей конторы бурения Азнефти установлена мощность сопочного покрова, доходящая до 600 м в центральной части вулкана. Общий объем вынесенной сопочной брекчий составляет 16 млрд. куб м (400 га х 400м ср. толщины сопочных брекчий). Среди выбросов больше всего песчаников, глин известняков. По данным А.А.Якубова и др. в цементной глинистой массе обнаружена микрофауна палеогенового возраста.

Извержение 15 сентября 1948г произошло на месте южной группы сопок и грифонов, а извержение 7 июля 1969 года - на северной группе. Видимо центральный выводной канал раздваивается, не доходя до поверхности земли.

По вулкану отобрано 216 геохимических проб, в основном, песчано-глинистого и отчасти известкового состава, подвергнутых количественному спектральному анализу на бор.

В таблице 32 приводятся данные о распределении борного ангидрида в сопочных брекчиях вулкана.

Таблица 32

Оценка статистических параметров распределения борного ангидрида в сопочных брекчиях грязевого вулкана Ахтарма-Пашалы

Опробуемый материал	Интервалы содержания B_2O_3 кг/т X_1	Количество анализов, n	Среднеарифметическое содержание B_2O_3 кг/т, $\bar{X}$	Дисперсия выборки, S^2	Среднеквадратичное отклонение, S	Коэффициент вариации в %, V	Оценка X с 5 % уровнем значимости кг/т, Λ	Закон распределения	Козф. коэф.
Сопочная брекчия преимущественно песчано-суглинистого состава	0,3-0,8	92	0,55	-	-	-	-	лог. норм	7,8
То же свежего излияния, с остатками илистой грязи	0,8-1,5	124	1,15	-	-	-	-	лог. норм.	14,4

Грязевой вулкан Дуровдаг расположен на солончаковой равнине в 20км юго-восточнее г. Сальяны крайне северной окраиной примыкающей к Бабазананской гряде. Плоскосрезанный конус вулкана возвышается над окружающей площадью на 30м. Кратерное поле эллипсоидальной формы имеет диаметры 700 и 400м. Склоны вулкана изрезаны радиальными оврагами и балками, где наблюдается беспорядочное размещение большого количества (более 2000) активных и пассивных сопок, сальз и грифонов. Несмотря на хаотичное расположение последних, Н.М.Леднев (1927), А.Р.Шапино (1947), М.Г.Агабеков (1960) выделяли несколько групп и подгруппы сопок, сальз и грифонов, в основном, по их характерным признакам. Ад.А.Алиев и З.А.Буниятзаде, неоднократно посетившие Дуровдаг и всесторонне его обследовавшие, выделяют три группы действующих грязевулканических проявлений по их морфологическим признакам.

В тектоническом отношении Дуровдаг приурочен к юго-западному крылу южной присводовой части Хиллинского поднятия. В геологическом строении вулкана принимают участие отложения продуктивной толщи, ачкагыла, абшерона и голоцена.

Несмотря на довольно широкое поле распространения сопочной брекчии (около 20 га), мощность их незначительна (35м по данным скв.№11 конторы бурения Азнефти). Объем сопочной брекчии составляет 7 млн. м³.

Ввиду наличия определенных трудностей, связанных с агрегатным состоянием выделений, по вулкану было отобрано 43 образца для анализа.

Были опробованы воды с обильными нефтепроявлениями многочисленных сопок и грифонов, а также разжиженная грязь свежих выделений. В таблице 33 приводятся результаты обработки данных спектрального анализа о содержании борного ангидрида в сопочных брекчиях вулкана Дуровдаг.

Таблица 33

Оценка статистических параметров распределения борного ангидрида в сопочных брекчиях грязевого вулкана Дуровдаг

Опробуемый материал	Интервалы содержания B_2O_3 кг/т X_1	Количество анализов, n	Среднеарифметическое содержание B_2O_3 кг/т, $\bar{X}$	Дисперсия выборки, S^2	Среднеквадратичное отклонение, S	Коэффициент вариации в %, V	Оценка X с 5 % уровнем значимости кг/т, Λ	Закон распределения	Кэф. конц.
Сопочная брекчия преимущественно песчано-суглинистого состава	0,4-1,2	24	0.7	0.12	0.30	38,0	0,08	логн.	10,0
То же с гипсом	1,2-1,8	12	1.5	0.16	0,041	41.2	0,001	логн.	18,8
То же свежего излияния, с остатками илистой грязи	1,8-3,5	7	2.7	0.19	0.052	42.7	0.012	логн.	34,0

Геохимическому опробованию на бор были подвергнуты сопочные брекчии и других грязевых вулканов и сопок Нижнекуринской впадины. Несмотря на интенсивность прогибания сегмента ЮжноКаспийской впадины, захватывающего и район исследований с более мощным осадочным комплексом пород глинистого характера сравнению с Центральным и Южным Гобустаном, концентрация борного ангидрида здесь значительно ниже. То, что высокое содержание бора не всегда ассоциирует с глинистыми минералами, как это было принято почти всеми исследователями бора, нам стало очевидным при обобщении работ Прикаспийско-Губинского района. Предположение о поглощении бора глинистым материалом из морской воды в процессе осадконакопления и последующего диагенеза, ошибочно утверждаемого и нами в предыдущих работах, не находит своего подтверждения при более глубоком изучении проблемы. На основании последних данных, обобщенных нами в девяностые годы, становится очевидным, что глинистые минералы обогащаются бором в коре выветривания - на месте своего формирования. И не во всех случаях глинистые минералы здесь бороносны. Последнее определяется содержаниями бора в материнских коренных породах, независимо от того, где они сформировались - на самом верхнем слое коры выветривания или в водной среде.

Если это классический элювий, представленный глинистым пелитоморфным материалом, то содержание бора в нем будет зависеть не от степени и характера выветривания, а от концентрации его в исходных породах, из которых образовался данный элювий.

Видимо, совершенно обоснованно Г.Хардер (1965) и А.Ф.Горбов (1976) считают, что наличие бора в различных новообразованиях осуществляется в результате химического взаимодействия растворов борной кислоты (H_3BO_3) со свободными окислами и гидроокислами железа и алюминия в процессе образования глинистых минералов. В этих процессах бор ведет себя как анионогенный элемент, для которого явления адсорбции несвойственны.

Ниже, в сводной таблице 34 приводятся сведения о химическом составе вод некоторых характерных площадей района[13].

Таблица 34

Химический состав вод продуктовой толщи некоторых структур Нижнекуринской впадины

Структура	мг-экв/100 гр						мг/л		
	Сг	SO ₄ "	HCO ₃ ⁺	Ca"	Mg"	Σ _{A+K}	J	Br	B
Бабазанан	238,3	2,80	0,09	53,0	15,8	482,6	35	278	90
Хиллы	337,8	2,00	0,07	56,6	24,2	679,6	42	345	63
Нефтчала	342,8	1,85	0,05	47,6	25,5	695,0	42	250	68

Пробы вод, результаты химического анализа которых приведены в таблице, были подвергнуты вначале полному химическому анализу, а затем анализу на бор методом калориметрирования в зональной лаборатории ЦХАЛ (г. Баку).

Как видно из таблицы 34 содержание бора в пластовых водах нефтяных скважин, расположенных на север - северо-западе Нижнекуринской впадины, отдаленных от берега моря наиболее высокое. Такое положение наблюдается и на других площадях, чем глубже водоносный пласт и чем больше структура отдалена от моря, тем больше содержание бора в них (рис.25).

Кроме продуктов извержения и излияния грязевых вулканов, химическому анализу на бор подвергались воды из немногочисленных озерцов, солончаков и стариц, расположенных в районе, а также воды из нефтяных скважин (табл.35).

Таблица 35

Результаты химического анализа вод продуктивной толщи участка Нефтчала

Структура	мг-экв/100 гр						мг/л		
	Cl'	SO ₄ ''	CO ₃ ^{II} +HCO ₃ ^I	Ca''	Mg''	Σ _{A+K}	J	Br	B
ПТ _I	307,4	1,06	0,08	61,4	26,2	617,1	40	335	60
ПТ _{II}	342,7	1,70	0,05	58,5	23,4	688,6	44	340	63
ПТ _{III}	342,5	1,25	0,10	63,4	22	687,4	46	335	-
ПТ _{IV}	332,7	1,60	0,04	44,3	20,0	668,7	44	322	83
ПТ _V	342,8	1,85	0,05	47,6	25,5	695,0	42	250	68
ПТ _{VI}	277,7	1,76	0,05	38,7	18,7	558,8	36	254	36

Аналогическая картина наблюдалась и на Абшеронском полуострове. Содержание бора в водах отдельных горизонтов продуктивной тощи колебалось в больших интервалах: от 20 мг/л В₂О₃ в верхних горизонтах (II-IIa сураханской свиты) до 500-520 мг/л в нижних горизонтах продуктивной толщи. Как видно, воды нижних отделов ПТ в сравнении с водами верхних в десятки раз богаче бором.

Резюмируя итоги работ по Нижнекуринской впадине можно отметить следующее.

1. Повышенное содержание бора установлено в продуктах как твердой, так и жидкой фаз извержений грязевых вулканов, а также и в пластовых водах газонефтяных месторождений.

2. По сравнению с грязевыми вулканами других районов республики, продукты вулканов этого района содержат бор в значительно меньших количествах (максимум 1,8 кг/т).

3. Концентрация бора в виде ортоборной кислоты (H₃BO₃) в водах газонефтяных месторождений области, наоборот, в несколько раз выше (400 мг/л), чем в аналогичных площадях Гобустана, Абшерона и Прикаспийского-Губинского района (рис.26).

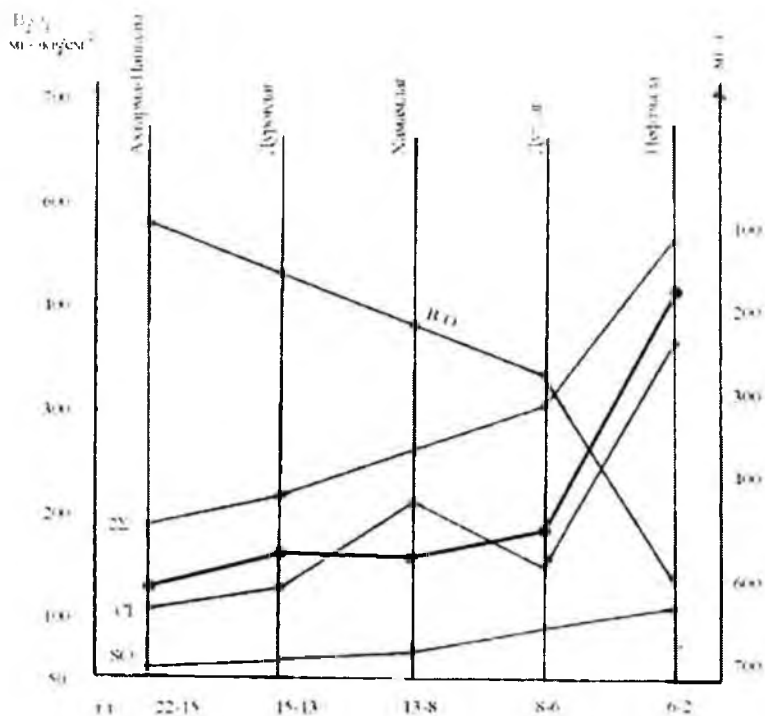


Рис.25. График зависимости общей минерализации вод и концентрации борного ангидрида от солевого состава грязевых вулканов Прикуринской области

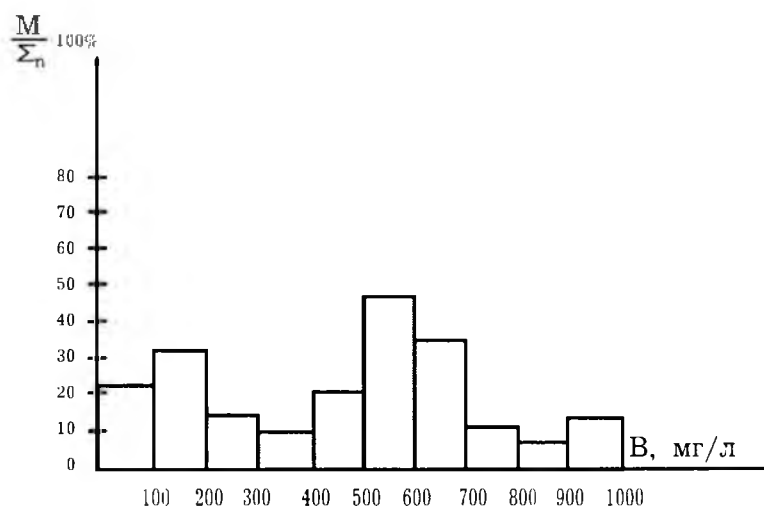


Рис.26. Гистограмма распределения бора в водах грязевых вулканов Прикуринской области.

5.6. ЮЖНО-КАСПИЙСКАЯ ВПАДИНА

Акватория Каспийского моря охватывает части таких тектонических элементов как докембрийская и эпигерцинская платформы, предгорный передовой прогиб и альпийскую складчатую систему.

Тектонические условия, геологическое строение и условия осадконакопления в Южном Каспии отличаются от таковых Северного и Среднего Каспия. В обособленном развитии области Южного Каспия определенную роль сыграл наметившийся с конца мелового периода и активизировавшийся в олигоцен-нижнемиоценовое время процесс орогенеза Кавказа, Копетдага и Эльбурса. После крупной регрессии моря наметилось интенсивное прогибание Южно-Каспийской впадины, сопровождающееся высокими темпами осадконакопления.

Азербайджанский сектор Южно-Каспийской впадины включает Абшеронский архипелаг, Западную часть Абшеронского порога и Бакинский архипелаг (рис. 27).

5.6.1. Абшеронский архипелаг

Единственным источником концентраций бора на островах Абшеронского, а также Бакинского архипелага и западной части Абшеронского порога являются продукты извержения грязевых вулканов - сопочные брекчии и воды. Эти острова своим существованием обязаны твердым продуктам извержений грязевых вулканов [139, 99].

Бузовнинская подводная сопка. Она расположена в 4-5 км к северу от одноименного села, в открытом море. Считается, что сопка приурочен к сводовой части Мардаканского морского поднятия, в геологическом строении которого участвуют отложения продуктивной толщи, акчагыльского и абшеронского ярусов.

В районе подводной сопки, за обозримое время, не раз появлялся островок, быстро размываемый волнами Каспийского моря. Самыми крупными из них считаются островки, появившиеся после извержений 1951 и 1953 г.г. В результате извержения 18-19 июля 1951 г. возник остров, высотой 3-4 м, размером 60 x 40 м. Впоследствии остров был размыт.

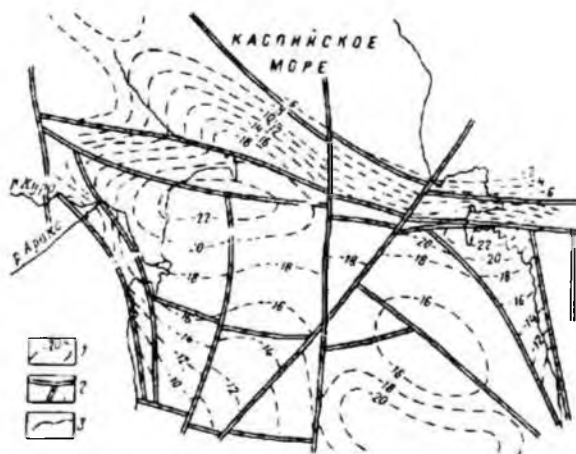


Рис.27. Тектоническая карта поверхности консолидированной коры Южного Каспия (Ф.М.Багир-заде др., 1988).

1-изопахиты осадочного чехла; 2-региональные разломы; 3-береговая линия

А 26 февраля 1953 г. он возник на том же месте, при тех же размерах и имел овальную форму. Через 20 дней остров был размыт до основания и спустя почти семь месяцев, 10 сентября вновь поднялся над уровнем моря, высотой на 4 м. Извержения возобновились 12 и 14 сентября того же 1953 года и остров принял очертания округлой формы с диаметром около 90 м. Средняя мощность сопочной брекчий доходила до 8 м, при площади островка в 6500м², следовательно, при последнем извержении было выброшено 52.000м³ сопочной брекчий.

Очевидцем извержения Бузовнинской сопки 10 сентября 1953 года был и профессор Халилов Н.Э. Но, к сожалению, он не смог приблизиться к вулкану и отобрать образцы сопочных брекчий. Образцы пород из продуктов извержений как 1951г., так и 1953 года нам любезно предоставил почетный нефтяник СССР, руководитель геологической службы "Бузовнынефть" Мамедов Вели Самед оглы. Ниже, в таблице 34 приводятся данные выработанные на показаниях количественного спектрального анализа этих проб на бор.

Таблица 36

Оценка статистических параметров распределения борного ангидрида в сопочных брекчиях Бузовнинской подводной сопки.

Опробуемый материал	Интервалы содержания B_2O_3 кг/т X_1	Количество анализов, n	Среднеарифметическое содержание B_2O_3 кг/т, $\bar{X}$	Дисперсия выборки, S^2	Среднеквадратичное отклонение, S	Коэффициент вариации в %, V	Оценка X с 5 % уровнем значимости кг/т, Δ	Закон распределения	Кэф. конц.
Сопочная брекчия, преимущественно песчано-глинистого состава, извержения 1951г.	0,44-0,75 0,75-1,42	6 2	0,55	0,0034	0,058	11,4	0,032	логнорм	16,0
Сопочная брекчия, преимущественно песчано-глинистого состава, извержения 1953г.	1,42-2,05	11	1,73	-	-	-	-	логнорм	26,1

Как видно из вышеприведенной таблицы, концентрация борного ангидрида находятся в прямой зависимости от степени свежести продуктов извержения вулкана. Так, пределы концентрации борного ангидрида в этих образованиях укладываются между значениями от 440 г/т до 2050 г/т. Минимальные содержания его (440г/т) приурочены к сопочным брекчиям песчанистого состава раннего извержения. Максимальное содержание борного ангидрида,

достигающее 2050 г/т с частотой встречаемости около 60% от общего немногочисленного количества проб, приходится на долю позднего извержения.

Среднее содержание борного ангидрида составляет 1,73 кг/т, что довольно примечательно, так-как сопочные брекчии интенсивно вымывались волнами Каспия.

Из-за скоротечного размыва волнами Каспия трудно рассчитать и перспективные запасы борного ангидрида в сопочных брекчиях подводных сопки и подводных банок. Тем не менее, для ориентации, а также учета общеонового значения распределения бора в процессе осадконакопления в Каспии, приводим следующие цифры по Бузовнинской сопке.

При максимальном распространении брекчии вулкана 1953 г. Извержения, достигающей 7 га и при средней мощности ее 70 м, объем сопочного материала достигал до 5 млн.м³. При среднем содержании борного ангидрида 1,73 кг/т и объемном весе сопочной брекчии 2,4 г/см³ перспективные запасы его могли быть:

$5 \times 10^6 \text{ м}^3 \times 2,4 = 12 \times 10^6$ тонн сопочной брекчии; $12 \times 10^6 \times 1,73 \text{ кг/т (B}_2\text{O}_3) = 20760$ тонн борного ангидрида.

Газевой вулкан "Банка Макарова" расположен в открытом море, на 29 км к югу от о. Гум адасы, на одинаковом расстоянии от банок "1906 г." и "1933г.".

В районе расположения вулкана, на дне моря четко прослеживается поднятие кратерного поля, покрывающего отложения верхнего плиоцена. Среди твердых выбросов встречаются породы продуктивной толщи и эоцена [46, 89].

"Банка Макарова" тектонически представляет собой самостоятельное поднятие простой антиклинальной складки, находящееся в отдалении от структуры о. Песчаного. В отличие от других структур, "Банка Макарова" не осложнена более или менее крупными тектоническими нарушениями (данные "Каспморнефти", 1989г.).

Предполагается одно нарушение меридионального направления в центральной части складки к которому, очевидно и приурочен вулкан.

Грязевой вулкан "Банка Макарова" один из активных вулканов на территории республики. Зафиксировано не менее 10 извержений вулкана. Одним из крупных является извержение, происшедшее 15 октября 1958г. Пламя этого извержения было видно на расстоянии 80 км от вулкана. В результате образовавшейся возвышенности, глубина моря над банкой уменьшилась до 16 м. Было время когда на месте банки образовывался временный остров, вскоре смыаемый волнами Каспия.

В районе "Банка Макарова" и по сей день наблюдается струи газа, выделяемые из трещин и подводных грифонов.

К сожалению, нам не удалось произвести геохимические опробование, хотя бы участка расположения подводного грязевого вулкана.

5.6.2. Западная часть Абшеронского порога

Подводный грязевой вулкан «Палчыг пильпияси». Он расположен на юго-востоке о. Чилон на расстоянии 20 км. О существовании сопки было известно давно. Батиметрические измерения дна Каспийского моря показывали подводную возвышенности на этом участке. Дальнейшие исследования показали, что сопка поднимается над окружающим дном на 14 м. Но, как бывает в подобных случаях, высота сопки, так же как и количество выделяемого его материала часто менялось. Поэтому, несмотря на довольно большое удаление от берега моря, глубина над сопкой, иногда уменьшается до 6м. По данным, приведенным Якубовым А.А. (1971), к юго-западу от подводной сопки расположено углубление, прослеживаемое на расстоянии 7 км, при ширине в северной части 2 км, в южной - 250 м.

Отложения района расположения вулкан «Палчыг пильпиляси» сложены песчано-глинистыми породами плиоцена, - от понта до абшеронного ярусов. В средней части разреза - в продуктивной толще увеличивается песчанность отложений, содержащих промышленные залежи нефти и газа [57, 58].

В тектоническом отношении площадь «Палчыг пильпиляси» представляет собой асимметричную брахиантиклиналь, с падением пластов на юго-западном крыле $35-40^{\circ}$, а на северо-восточном $40-45^{\circ}$ [159].

Вдоль оси складки прослеживается продольный разрыв, протягивающийся через свод складки на Нефт Дашлары.

К этому разрыву и приурочен подводный вулкан «Палчыг пильпиляси». Вулканический аппарат расположен вдоль осевой плоскости брахиантиклинальной складки, контролирующей нефтеносность данного участка моря.

Изучение распределения бора проводилось не столько для выяснения промышленных его значений, сколько для выявления характера поведения этого элемента в подводных условиях. Речь идет об условиях накопления бора в илистых продуктах излияния подводного вулкана, постоянно подвергнутых действиям морских вод и течений. Уточнение этих особенностей в распределения характера накопления бора в подводных грязевулканических образованиях. Тем более, что изучение химических микрокомпонентов в составе морской воды и в пробах, отобранных со дна моря, дает нам возможность судить о наличии подводных грязевых сопки и сальз в исследуемом секторе моря.

По данным геохимического опробования песчано-глинистого материала и сухого остатка проб морской воды, определены оценки основных параметров распределения борного ангидрида по вулкану «Палчыг пильпиляси». В таблице 37 приводятся результаты анализов 16 проб, отобранных как из аппарата сопки, так и коренных пород, вокруг вулкана.

Таблица 37

Оценка статистических параметров распределение борного ангидрида в продуктах извержения подводного грязевого вулкана «Палчыг пильпиляси»

Опробуемый материал	Интервалы содержания B_2O_3 кг/т X_1	Количество анализов, n	Среднеарифметическое содержание B_2O_3 кг/т, $\bar{X}$	Дисперсия выборки, S^2	Среднеквадратичное отклонение, S	Коэффициент вариации в %, V	Оценка X с 5 % уровнем значимости кг/т, Λ	Закон распределения	Козф. конц.
Илистый шлам, отобранный из сопки	0,1-0,85	10	0.68	0,244	0,511	42,8	0,102	логнор	6,8
Песчано-глинистые коренные породы	0,007-0,02	6	0,017	0,278	0,542	45,7	0,09	Логнор	0,2

Как показывают данные таблицы 37 коэффициент концентрации борного ангидрида в пробах существенно ниже, чем в продуктах извержений грязевых вулканов, расположенных во внутренних частях Абшеронского полуострова.

Для уточнения баланса распределения бора в грязевых выделениях сопки и омываемых их морских водах, производился химический анализ последних методом калориметрирования. Результаты анализов подтвердили мнение о том, что морские воды, оконтуривающие аппарат вулкана, содержат меньше борного ангидрида, чем глинистый шлам, отобранный в водах, удаленных от местонахождения сопки. Образцы отбирались специальным пробоотборником с корабля треста «Каспморнефтеразведка».

Учитывая интенсивной размыв продуктов выделения сопки водами Каспия, нет необходимости в расчетах, связанных с перспективными запасами борного ангидрида по подводному вулкану «Палчыг пильпиляси».

Таблица 38

Результаты оценок статистических параметров распределения борного ангидрида в пробах, отобранных из района Грязевой сопки.

Опробуемый материал	Место отбора проб	Интервалы содержания B_2O_3 кг/т X_1	Количество анализов, n	Среднеарифметическое содержание B_2O_3 кг/т, $\bar{X}$	Дисперсия выборки, S^2	Среднеквадратичное отклонение, S	Коэффициент вариации в %, V	Оценка X с 5 % уровнем значимости кг/т, Λ	Закон распределения	Коэф. конц.
Глинистый шлам сопки	Кратерное поле вулкана	0,1-0,85	6	0,68	-	-	-	-		6,8
Сухой остаток морской воды, омывающей сопку	Место соприкосновения с вулканом	0,04-0,3	4	0,24	-	-	-	-		2,4
Сухой остаток морской воды, отобранной вдали от сопки	Дно открытого моря, без признаков вулканизма	0,01-0,03	2	0,02	-	-	-	-		0,2

Погребенный грязевой вулкан Нефт Дашлары

Вулкан выявлен в 1959 г., при бурении разведочных скважин, в результате исследований отобранных кернов. Площадь развития вулкана представляет антиклинальную складку северо-западного протирания, длиной около 10 км и шириной 4 км (рис. 28). Складка осложнена многочисленными поперечными нарушениями и крупным продольным разрывом [40, 141]. К данной складке и приурочен грязевой вулкан Нефт Дашлары. В настоящее время, в районе погребенного вулкана действует множество грифонов, интенсивно выделяющих на дне моря нефть и газ.

Структурно - картировочное бурение показало наличие эоцен - плиоценовых отложений в сопочных брекчиях вулкана. Литологически они представлены глинистыми песчаниками, известковыми песчаниками и терригенно-карбонатными породами кайнозойского комплекса [152, 5, 108].

Для уточнения основных параметров распределения борного ангидрида в основных литофациях вулкана было обработано 12 образцов, любезно представленных нам из кернохранилища НГДУ «Нефтяные Камни» в 1986 г.

В таблице 39 приводятся результаты количественного спектрального анализа сопочных брекчий на бор по грязевому вулкану Нефт Дашлары.

Из таблицы 39 видно, что пределы концентрации борного ангидрида в сопочных брекчиях исследуемого вулкана составляют 0,3-2,1 кг/т. Учитывая то, что количество проб было ограниченным, дисперсия выборки и коэффициент вариации не в достаточной мере сопоставляются со среднеарифметическим содержанием B_2O_3 . Несмотря на достаточное количество пробуренных разведочных скважин, из-за неудовлетворительной сохранности керна, не представляется возможным подсчитать, хотя бы, приблизительные перспективные запасы борного ангидрида по данному ископаемому вулкану.

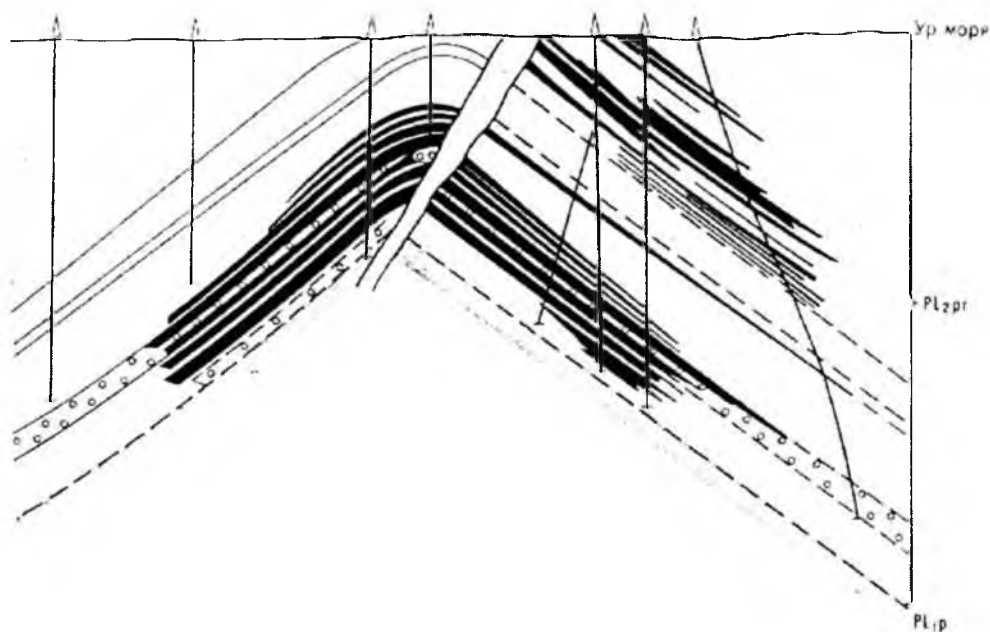


Рис.28. Геолгический профиль через грязевой вулкан Нефт Дашлары [159].

**Оценка статистических параметров распределения борного ангидрида в сопочных
брекчий грязевого вулкана Нефть Дашлары**

Опробуемый материал	Интервалы содержания B_2O_3 кг/т X_i	Количество анализов, n	Среднеарифметическое содержание B_2O_3 кг/т, $\bar{X}$	Дисперсия выборки, S^2	Среднеквадратичное отклонение, S	Коэффициент вариации в %, V	Оценка X с 5 % уровнем значимости кг/т, Δ	Закон распределения	Коеф. корр.
Глинистые песчаники эоцена	0,3-0,5	2	0,45	-	-	-	-	лог. норм.	6,4
Известковые песчаники олигоцена	0,9-1,2	5	0,99	-	-	-	-	лог. норм.	22,0
Глины миоцена	1,0-2,1	2	1,256	-	-	-	-	лог. норм.	12,6
Терригенно-карбонатные породы плиоцена	0,75-1,3	3	0,97	-	-	-	-	лог. норм.	22,0

5.6.3. Бакинский архипелаг

До недавнего времени наши представления о глубинном строении Южно-Каспийской впадины были основаны на результатах гравиметрических и сейсмических исследований, выполненных в шестидесятых годах.

В настоящее время достоверные данные по глубинной структуре впадины, истории ее возникновения и развития можно получать при геологической интерпретации новейших геофизических данных. Немаловажную роль сыграл и переход на интерференционные системы сейсмических наблюдений с 24-мя и 48-кратным перекрытием и обработка данных в специализированных вычислительных центрах. Увеличение плотности сейсмических наблюдений в совокупности с данными бурения и сейсмоакустического профилирования повысили точность представления о тектонике и некоторых особенностях геологического строения Южно-Каспийской впадины.

С точки зрения тектонических особенностей некоторые исследователи считают, что Бакинский архипелаг является продолжением Нижнекуринской и Джейранкечмязской впадин в пределах Каспия [127].

Первую тектоническую схему архипелага в 60-ых годах XIX века составил Г.В.Абих. В последующие десятилетия, в связи с расширением геологических исследований на архипелаге, проблемой тектонического строения района занимались К.П.Калицки, С.Р.Зубер, Н.В.Кленова, В.Ф.Соловьев, И.С.Гасанов, К.А.Исмаилов, Р.М.Гаджиев и др. [130]. В

результате проведенных работ составлены геологические и сейсмогеологические профили, а также структурная карта по кровле продуктивной толщи.

В настоящее время в районе Бакинского архипелага выделяют:

1. Пять антиклинальных линий:

Сангачал-дениз - Булла-дениз;

Пирсагат-Хамамдаг-дениз - банка Сабаил;

Бяндован-Муган-дениз - Мидия спутник;

Нефтчала-Куринский камень;

Кызыл-агач - Лянкяран-дениз.

2. Три антиклинальные зоны - Ширван-дениз - Д-34; Инам - Д-35; Д-7.

3. Восемь антиклинальных поднятий - 8 марта, Самедов, Аляти-дениз, Глиняный остров, Умид, м. Расулзаде, Чигиль-дениз, Восточный Ширван.

Бакинский архипелаг имеет сложное геологическое строение. Ситуация еще более осложняется наличием многочисленных продольных и поперечных разломов, различных по времени образования и глубины захвата (рис.29).

По сравнению с другими регионами республики, Бакинский архипелаг наименее изученный район с точки зрения обороноспособности. Удаленность от берега, транспортные проблемы и др. стали ощутимой помехой по исследованию островов архипелага. Тем не менее, благодаря помощи коллег из Управления комплексной морской геологической разведки (Гасанов Г.Ю.), Государственной компании «Азергызыл» (Мамедов М.М.) были организованы экспедиции по островам архипелага с отбором геохимических проб из сопочных брекчий и вод грязевых вулканов. Опробованию подверглись также подводные банки и грифоны архипелага. Дночерпателями из специализированных судов «Элм» и «Бакуви» при непосредственном участии сотрудников ЮЖЦНИГРИ Мустафазаде Б.В. и Кузнецова Э.А. были отобраны (1988-1999г.г.) многочисленные подводные образцы (каждый 10-12 кг), в дальнейшем подвергнутые спектральному и другим видам анализов.

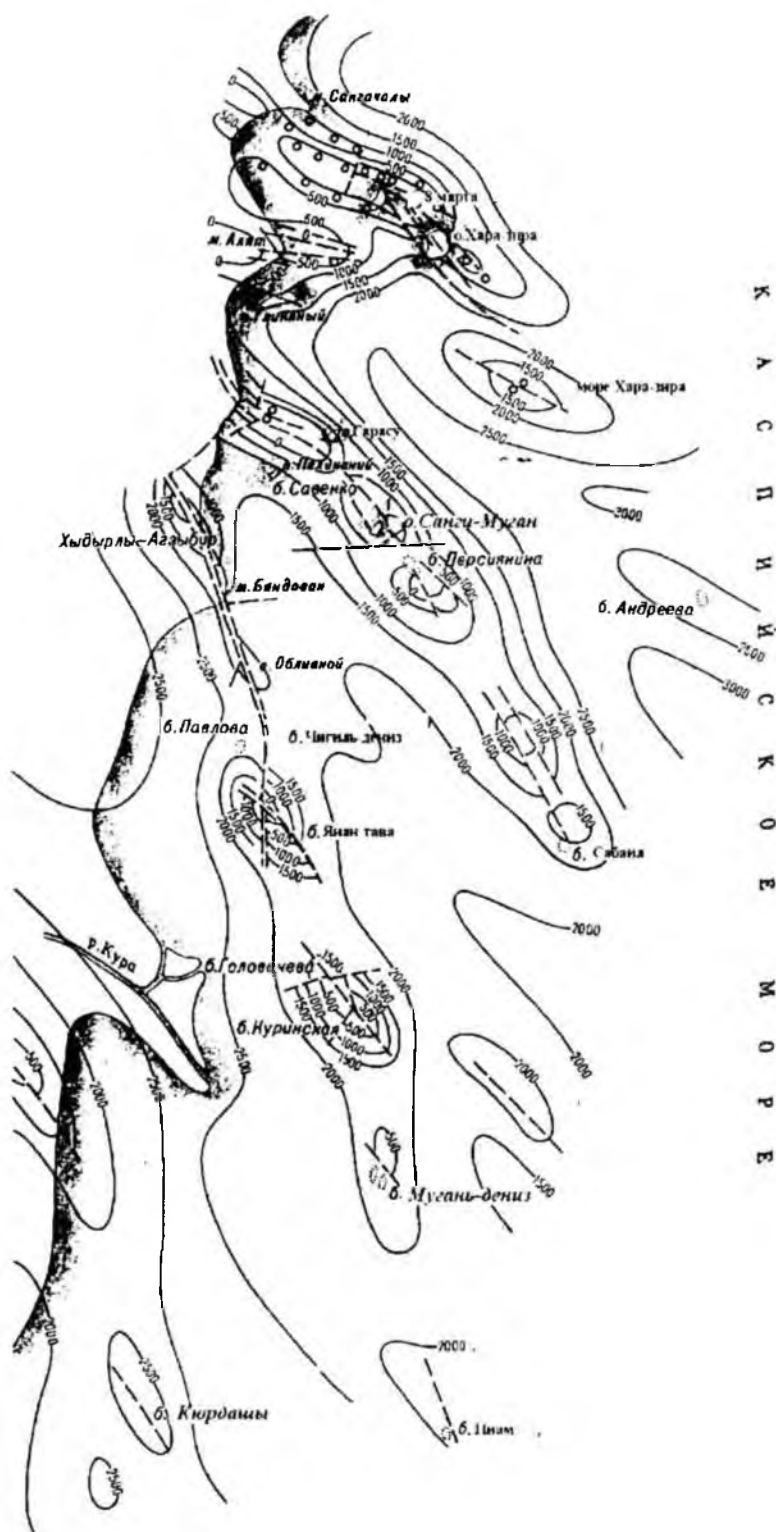


Рис.29 Бакинский архипелаг. Схематическая структурная карта по кровле ПТ [159].

Надо отметить, что как островные грязевые вулканы, так и подводные банки архипелага существенных отличий от Абшеронского архипелага не выявляют. Интересны и результаты химического анализа вод нефтеносных площадей архипелага (табл. 40).

Таблица 40

**Результаты анализов химического состава вод нефтегазоносных участков
Бакинского архипелага**

Участок	Страт. положение (свита)	Интервал л отбора	мг/л	Состав вод в мг-экв/л									
			В	Cl'	SO ₄ "	HCO ₃ '	H.K	Na'+K	Ca'	Mg'	Σ _{A+K}		
о. Зенбил													
северо-восточная часть	Балаханская	2500	87	50,6	9,2	0,6	0,8	50,5	12,1	0,8	122,5	0,83	0,184
юго-западная часть	Балаханская	2800	92	52,9	2,1	0,4	1,0	52,2	3,3	1,0	110,2	0,91	0,032
о. Хара-Зира:													
северо-восточная часть	Балаханская	3948	114	31,2	5,7	0,4	0,3	34,5	1,5	0,7	74,3	1,2	0,183
юго-западная часть	Сураханская	1186	68	126,4	11,3	-	-	118,3	11,4	83	278,3	0,96	0,092

Основными объектами исследований на бор в Бакинском архипелаге, естественно, были грязевые вулканы и подводные банки и сальзы, их почти 40. Одним из первых грязевые вулканы архипелага исследовал Г.В.Абих. В последующие годы заметных успехов в изучении твердых продуктов грязевых вулканов добились К.П.Калитски, С.Р.Зубер, А.А.Якубов, М.М.Зейналов, Ф.Г.Дадашев, А.Г.Алиев, Д.А.Агаларова, Ад.А.Алиев, Р.Р.Рахманов, А.А.Гаджиев, А.Д.Бабазаде, Р.Г.Султанов и др. В решении вопросов, связанных с особенностями жидкой и газовой фаз извержений вулканов, свою лепту внесли М.М.Абрамович, С.А.Ковалевский, В.А.Сулин, Б.И.Султанов, М.С.Агаларов, Ф.Г.Дадашев, Ф.М.Гаджиев, А.Я.Кабулова, З.А.Буниатзаде, А.И.Алиев, Р.Г.Абилов, Г.А.Исмаилов и др.

Изучение твердых выбросов грязевых вулканов Бакинского архипелага показало, что брекчии состоят из пород от верхнего мела до современных включительно [81].

Самое широкое распространение имеет продуктивная толща, состоящая из чередования песков, песчаников, алевролитов и глин.

Отложения Акчагыльского яруса представлены серыми, темно-серыми слоистыми глинами, прослойками песка и вулканических теплов.

Абшеронский ярус представлен всеми тремя подъярусами и литологически характеризуются плотными глинами с чередованием песчанистыми глинами и известняками. Отложения бакинского хвалынского ярусов имеют сравнительно малые мощности и характеризуются наличием бурых глин чередующихся пластами конгломератов и брекчий (рис. 30).

Грязевой вулкан о. Зенбил. Вулкан находится на расстоянии 10 км к юго-востоку от мыса Сангачалы. Кратерный вал диаметром 150 м возвышается над уровнем Каспия на 4 м.

Сам остров в тектоническом отношении представляет собой асимметрическую брахиантклиналь, осложненную продольным разрывом юго-восточного направления. Грязевой вулкан Зенбил приурочен к этому разрыву и является одним из активных вулканов архипелага.

Ниже, в таблице приводятся сведения о концентрациях борного ангидрида в сопочных брекчиях старых извержений и и извержения 4/IX 1961 года, контакт между которыми четко выделяется в рельефе острова.

Площадь распространение твердых выбросов вулкана около 260000 м, при средней мощности их 45 м. Объем сопочного материала будет 11 млн. куб м. При средней плотности брекчий 2,5 г/ куб см, вес их составит 27500000 тонн. Учитывая среднее содержание B_2O_3 в 1,5 кг/т перспективным запаса борного ангидрида по вулкану о. Зенбил составляет:

$$275 \cdot 10^5 \text{ т} \times 1,5 \text{ кг/т} = 46750 \text{ т.}$$

Таблица 41

Оценка статистических параметров распределения борного ангидрида в сопочных брекчиях грязевого вулкана о. Зенбил

Опробуемый материал	Интервалы содержания B_2O_3 кг/т X_1	Количество анализов, n	Среднеарифметическое содержание B_2O_3 кг/т, $\bar{X}$	Дисперсия выборки, S^2	Среднеквадратичное отклонение, S	Коэффициент вариации в %, V	Оценка X с 5 % уровнем значимости кг/т, Λ	Закон распределения	Коэффициент концентрации
Обломки песчаников, ожелезненных мергелей старых извержений	0,9-15 1,5-1,7	14 8	1,12 1,58	0,046 -	0,214 -	14,5 -	0,084 -	лог. норм.	1,2 15,8
Сопочные брекчии свежего извержения	1,8-2,1	3	2,00	-	-	-	-	лог. норм.	20

Грязевой вулкан о. Хара-Зира. Вулкан расположен в 5 км юго-восточнее о. Зенбил. Сам грязевулканического происхождения и изобилует как действующими, так и бездействующими грифонами на небольшой площади. Остров находится на поднятой части асимметричной брахиантклинальной складки юго-восточного направления. Геологическое строение и структура о. Хара-Зира идентичны таковым о.Зенбил.

Грязевой вулкан о. Хара-Зира довольно активный. Последние два извержения вулкана были в 1963 и 1997 годах, с выделениями крупных объемов сопочных брекчий. Несколько сальз и грифонов действуют и поныне.

Из 3,5 кв. км площади острова, почти четвертая часть занята свежими сопочными брекчиями последних извержений.

Общий объем твердых выбросов составляет 12 млн. кубометров. При среднем объемном весе 2,3 г/см³, вес их будет равен:

$$12 \text{ млн. м}^3 \times 2,3 = 27,6 \text{ тонн.}$$

Из-за скудности сведений, здесь не приведены данные о бороносности сопочных брекчий грязевого вулкана о.Хара-Зира.

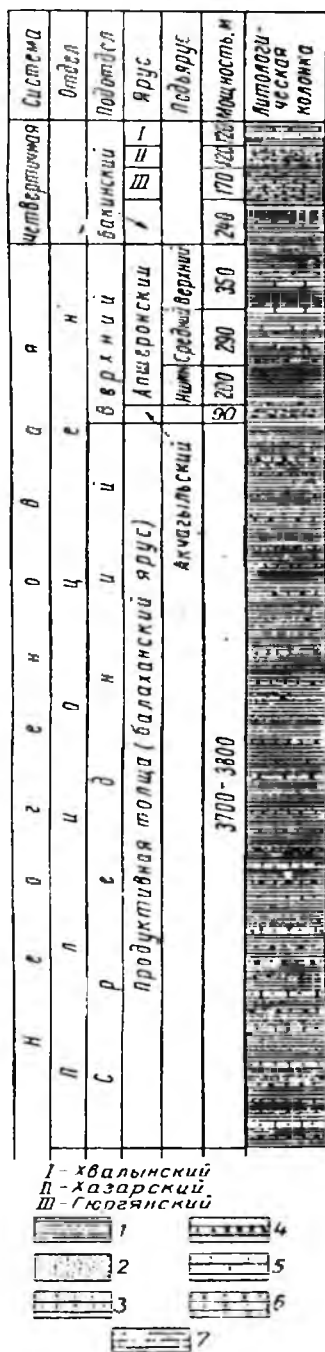


Рис.30. Сводный геологический разрез Бакинского архипелага
1—глины; 2—пески; 3—песчанники; 4—вулканические пеплы;
5—известняки; 6—алевролиты; 7—песчанистые глины.

Грязевой вулкан Гарасу приурочен к антиклинальной зоне Хамамдаг - о.Дашлы. Пароксизмы в деятельности вулкана за последние 75 лет не наблюдались. Но, из многочисленных грифонов различных размеров, и в настоящее время наблюдается излияние густой глинистой массы, медленно стекающей в море.

В составе сопочных брекчий грязевых вулканов не так часто встречаются магматические породы и минералы. Среди давних твердых выбросов вулкана о.Гарасу встречаются куски таких пород и минералов (порфириды, жильный кварц).

23 из 52 геохимических проб, отобранных с кратерного поля и периферийных частей покрова сопочных брекчий показали среднее содержание бора 1,92% борного ангидрида. При небольшом коэффициенте вариации распределение бора B_2O_3 регулировалось логарифмически нормальным законом.

Таблица 42

Оценка статистических параметров распределения борного ангидрида в сопочных брекчиях грязевого вулкана о. Гарасу

Опробуемый материал	Интервалы содержания B_2O_3 кг/т X ₁	Количество анализов, n	Среднеарифметическое содержание B_2O_3 кг/т, X	Дисперсия выборки, S ²	Среднеквадратичное отклонение, S	Коэффициент вариации в %, V	Оценка X с 5 % уровнем значимости кг/т, Λ	Закон распределения	Коэффициент концентрации
Сопочные брекции древних извержений с кусками кварца и порфирита	0,8-1,3	14	1,05	-	-	-	-	лог. норм.	18,0
Сопочные брекции свежего извержения песчано-глинистого состава, без включений кварца	1,30-2,04	8	1,67	-	-	-	-	лог. норм.	27,0

При площади распространения сопочной брекчий вулкана в 70 га и средней мощности ее 10 м объем сопочного материала составит 7 млн. кубометров. Учитывая удельный вес твердых выбросов в 2,5 г/см³ вес их составит 17500000 тонн. Среднее содержание B_2O_3 в продуктах излияния вулкана 1,7 кг/т. Тогда перспективные запасы борного ангидрида по грязевому вулкану о.Гарасу будет: $175 \times 10^5 \text{ т} \times 1,7 \text{ кг/т} = 29750000 \text{ кг}$ или 29750 тонн.

5.7. СЕВЕРО-ВОСТОЧНЫЙ СКЛОН МАЛОГО КАВКАЗА

Первым, серьезным исследованием Кавказа, в том числе и Малого, является Г.В.Абих, "отец геологии Кавказа", которым в 1865 году описаны стратиграфия, а также некоторые черты тектоники региона.

С 80-х годов прошлого столетия исследования касались, в основном, геологии юго-восточного Кавказа и только отчасти затрагивались проблемы и Малого Кавказа. К ним относятся и работы А.Бацевича (1881-1883 г.г.), И.Н.Барбонт-де-Марни и С.Симоновича (1891 г.), М.Бертрана (1897-1899 г.г.) и А.Гейна (1889-1898 г.г.).

В начале нашего столетия широко развивается деятельность Геологического Комитета Академии наук России, геологами которого была разработана стратиграфия меловых и палеогеновых отложений, начались работы геологического картирования, детальные съемки некоторых участков. Большой вклад в изучение геологии Азербайджана в тот период внесли Н.И.Андрусов, Д.В.Голубятников, К.И.Богданович и др.

С основанием Академии наук Азербайджанской ССР в 1945 году начинается всестороннее изучение геологии Малого Кавказа. В результате этих работ были установлены общие контуры перспективных площадей в отношении тех или других полезных ископаемых.

Надо отметить, что более пристальное изучение бора и редких элементов на территории республики началось в шестидесятых годах нашего столетия. К сожалению, эти работы, в силу их относительно ограниченных возможностей, большей частью носили эпизодический характер.

В частности, на отдельных участках Малого Кавказа Управлением ГиОН при СМ Азербайджанской ССР были выявлены в общих чертах, довольно интересные проявления галлия, германия, скандия и других элементов. В то же время, почти не были освещены вопросы боронности эндогенных и экзогенных комплексов области.

На Малом Кавказе, в связи с наличием известных месторождений, геологически наиболее детально были изучены Кедабекский, Чирагдересинский, Кяльбаджарский и Дашкесанский районы (рис.31). Из крупных исследователей данной территории до 1920 года следует упомянуть кроме Г.В.Абиха и А.С.Успенского, Л.К.Конюшевского, Е.С.Федорова и др. Но, исключительные заслуги К.Н.Паффенгольца в составлении стройной концепции геологического развития Малого Кавказа. Им, впервые для Малого Кавказа разработана стратиграфическая схема мезозойских и кайнозойских вулканогенных толщ, введено представление о складчатом строении Малого Кавказа взамен старого, ошибочного представления о «глыбовом» его строении, установлены надвиги регионального значения, дано петрографическое описание эффузивов и некоторых интрузивов, а также составлено краткое описание Кедабекского, Чирагдересинского, Дашкесанского и Загликского месторождений.

Много труда вложил в изучение Малого Кавказа и Азизбеков Ш.А.

Первые данные о наличии и количественных содержаниях редких и рассеянных элементов приводятся в работе М.А.Кашкая и Г.Х.Эфендиева «К геохимии Мехманинской группы полиметаллических месторождений» (1934).

Более полные данные по геохимии редких и рассеянных элементов на территории Малого Кавказа приводятся в работе Г.Х.Эфендиева «Гидротермальный рудный комплекс северо-восточной части Малого Кавказа» (1957).

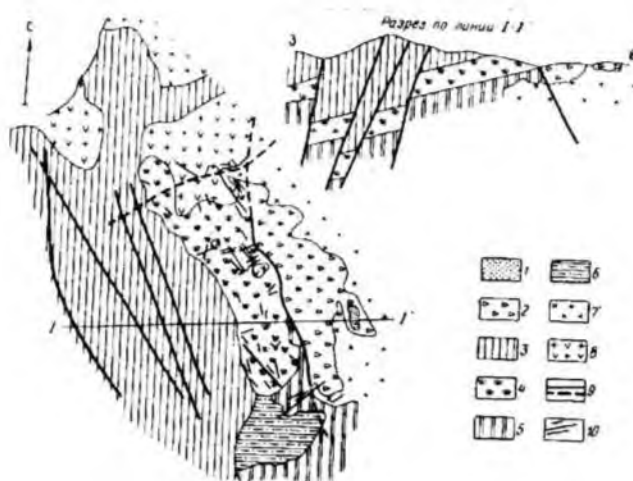


Рис. 31. Схематическая геологическая карта и разрез по линии I-I Кедабекского месторождения. Составил Г.И.Керимов

1—оксфордский ярус — гранат-скаполит-везувиановые скарны; 2—келловейский ярус — сильно рассланцованные биотитовые, эпидотовые, гранат- и пироксин-эпидотовые роговики; 3—батский ярус — верхняя вулканогенная толща, порфириды, их туфы и тфубрекчи; 4—верхний байос — сильно ожелезненные вторичные кварциты; 5—средний, нижний байос — нижняя вулканогенная толща, порфириды и их туфы и тфубрекчи; 6—средний байос — нижняя вулканогенная толща — эпидот-пироксеновые и гранат-эпидотовые роговики; 7—нижний мел (досеноман) — кварцевые диориты, местами гибридизированные; 8—средняя юра (предбатский плагиогранит) — порфириды; 9—линии нарушений (азлома, сбросы и взбросы); 10—дайки

Капитальный труд акад. М.А.Кашкая “Петрография и металлогения Дашкесана” и сегодня служит путеводителем для исследователей железорудных месторождений Азербайджана. Следует особо отметить вклад в изучение тектоники, петрологии, вулканизма региона Э.Ш.Шихалибейли, Р.Н.Абдуллаева и др.

Учитывая то, что вопросы геолого-структурного, литолого-стратиграфического и гидрогеологического аспекта нашли свое детальное освещение в опубликованных и фондовых материалах, мы их затрагиваем по мере необходимости.

Отметим, что в отчете за 1957 год, составленной Ф.В.Мустафабейли по материалам Западно-Азербайджанской партии АзГеолуправления, указывается на распространения в Мехманинском и Дашкесанском районах бериллия, циркония, германия, галлия и скандия, которые содержатся в зонах гидротермально-измененных пород.

Геология большинства объектов Малого Кавказа детально изучалась и приводится во многих работах предыдущих исследователей [2, 3, 16, 103, 129, 137]. Поэтому, в данной работе дается краткая геологическая характеристика района в связи с проведенными поисковыми работами на бор и другие редкие элементы.

Для лучшего понимания стратиграфической интерпретации Малого Кавказа в Азербайджане в целом, обратимся к схематизированной стратиграфической колонке территории Республики (рис. 2). Снизу вверх она выглядит так:

Кристаллические кварц-слюдисто-хлоритовые сланцы палеозоя.

Известняки, мергели, глинистые сланцы, песчаники и кварциты девона.

Известняки, глинистые сланцы и диабазы карбона.

Мергелистые известняки перми.

Мергели, известняки и доломиты триаса.

Нижнеюрская вулканогенно-осадочная толща Малого Кавказа и глинисто-песчаная флишевая толща Большого Кавказа.

Песчаники и глинистые сланцы средней юры Большого Кавказа и вулканогенно-осадочные породы Малого Кавказа. При этом, они делятся на верхне- и нижневулканогенные толщи, между которыми почти всюду залегают кварцевые порфиры, содержащие промышленные концентрации медно- и серно-колчеданных руд.

Верхневулканогенные и вулканогенно-осадочные породы относятся к бату, кварцевые порфиры к верхнему байосу, а нижневулканогенные - к среднему и нижнему байосу.

Глинисто-песчаные отложения нижней юры на Большом Кавказе перекрывают аналогичные, но более метаморфизованные породы средней юры. На Малом Кавказе среднеюрские вулканогенно-осадочные породы перекрываются песчано-глинистыми и карбонатными отложениями с покровами туфов, порфиритов и их кремнистых разностей.

На Большом Кавказе отложения нижнего мела представлены конгломератами, глинистыми сланцами, песчаниками, мергелями и известняками.

На Малом Кавказе они представлены мергелями, жильными породами, туфопесчаниками, туфобрекчиями и туффитами.

Верхнемеловые отложения на Большом Кавказе представлены известково-мергелистыми породами, а на Малом Кавказе - кроме того, конгломератами, туфопесчаниками, аргиллитами, туфами и различными порфиритами.

Эоцен - сложен вулканогенно-осадочными породами в виде туфов, порфиритов, аргиллитов, глинистых сланцев и мергелей.

Олигоцен - представлен вулканогенно-осадочными породами и маломощными покровами андезитов-дацитовых лав.

Мио-плиоцен Малого Кавказа, развитый, главным образом, в предгорьях и, несколько меньше, на Большом Кавказе, представлен глинами, известняками, ракушечниками, песчаниками, песками и мергелями.

В центральных частях Малого Кавказа развиты вулканические породы четвертичного возраста в виде андезитов и базальтов.

Для ряда районов республики, в частности, севера- и юго-восточных склонов Малого Кавказа, при наличии интрузивных фаций характерны проявления рудной и безрудной эндогенной минерализации. Примером могут служить рудные месторождения железа, кобальта, алюминия, серного колчедана, меди - в Дашкесане, Заглике, Чирагдереси, Кедабеке и ряде рудопроявлений. Этими интрузиями обусловлено формирование значительных концентраций Cu, Mo, FeS₂, Co, Al, Pb, Zn, Au, Ag, Cr, Ni, Pt, Fe, Ir, Os.

В специальной литературе подчеркивается слабое развитие на Малом Кавказе пегматоидов и пневмато-гидротермальных образований. На наш взгляд, это обстоятельство большей частью объясняется недостаточной изученностью соответствующих комплексов.

Вряд ли можно считать естественным, что при таком широком развитии гранитоидных интрузивов, связанные с ними пегматоидные и гидротермальные образования встречались бы столь редко.

В настоящее время известны маломощные пегматоиды Кедабекского района, содержащие рутил, ксенотим, биотит, турмалин, хлорит.

Интересны по своей минерализации вторичные кварциты экзо- и эндоконтактов Славянских плагиогранитов, содержащих повышенные концентрации турмалина.

В бассейне р.Тутхунчай выходят верхнемеловые скарнированные известняки с везувианом, скаполитом, волластонитом, диопсидом.

Интересны скарны Дашкесанского района с гранатом, диопсидом, кальцитом, часто содержащие промышленные залежи железных руд. Последние содержат и повышенные концентрации германия. Не исключена возможность наличия в них боросиликатов и боратов датолита, данбурита, ашарита, людвигита и др.

Особый интерес представляют новообразования, представленные вторичными кварцитами экзо-эндоконтактов вышеперечисленных гранитоидных интрузивов. В большинстве случаев они являются рудонесущими и слагают площади почти всех рудных полей исследованной территории.

Малый Кавказ характеризуется значительным развитием вулканогенных образований юрского возраста, а также крупными выходами сложных по составу гранитоидных и основных интрузивов доверхнемелового возраста.

Стратиграфический разрез района по К.Н.Паффенгольцу [129] представлен снизу вверх следующим (рис.32).

Различные порфириты, их туфы и туфогенные породы нижнего и среднего байоса —J₂b_{j2}, видимой мощностью 600 м (нижняя вулканогенная тоща).

На нижней вулканогенной толще с небольшим угловым несогласием залегают кварцевые порфиры; представленные здесь эффузивными и субвулканическими образованиями верхнего байоса - J₂b_{j3}. Мощность их колеблется от 200-300 м до 500 м.

На размытой поверхности толщи кварцевых порфиров с небольшим угловым несогласием залегают породы верхней вулканогенной толщи, по возрасту относящиеся к бату - J₂bt. Толща состоит из различных порфиритов, туфов и туфогенных пород. Мощность - до 400-500м.

Известняки и известково-песчаные фации верхней юры. На Кедабекском рудном поле верхнеюрские известняки нацело скарнированы и обнажаются в виде маломощных выходов. Мощность 150-200 м.

Выше, согласно залегают туфы киммериджского яруса. Мощность 30-40 м.

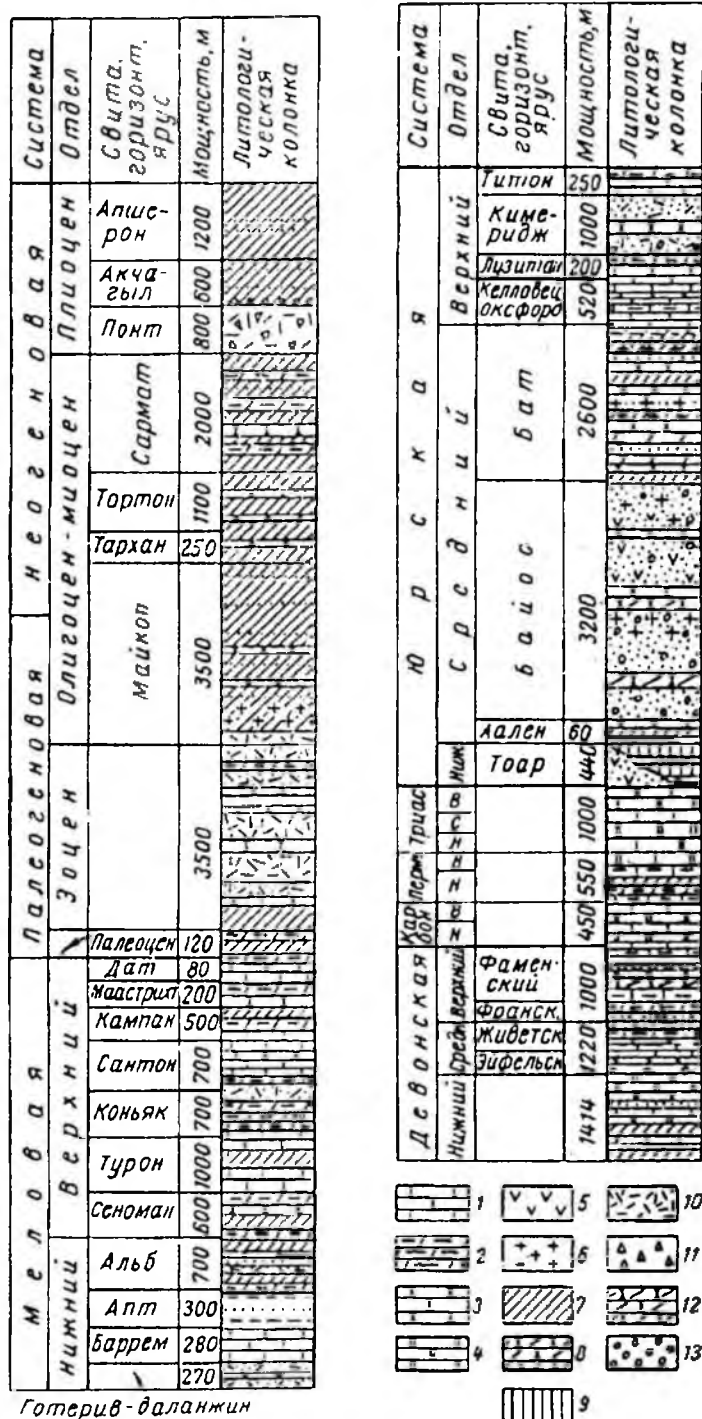


Рис. 32. Сводный геологический разрез Малого Кавказа.

1—известняки; 2—мегрели; 3—песчаники; 4—доломиты; 5—гипс; 6—порфори́ты;
7—глины; 8—глинистые песчаники; 9—сланцы; 10—эффузивы; 11—брекчии;
12—туфопесчаники, туфы; 13—конгломераты и галечники.

Четвертичные отложения - суглинки, пески и галечники залегают на эродированной поверхности более древних отложений. Мощность до 15 м.

Четвертичные отложения пользуются значительным развитием, образуя сплошной покров в долинах и на склонах возвышенностей.

В пределах рассматриваемой территории широко распространены доверхнемеловые интрузивные внедрения. Наиболее крупными выходами их являются Кедабекский, Дашкесанский, Славянский, Шамкирский и другие массивы.

Кедабекский интрузив имеет сложно-фациальное строение. В состав его входят габбро, габбро-диориты, габбро-пироксениты, гранодиориты. Изредка в краевых частях в контакте с кварцевыми порфирами выступают граниты. Интрузив содержит многочисленные ксенолиты порфиритов, вторичных кварцитов и других пород, слагающих экзоконтакты интрузива. Жильные производные интрузивы представлены диорит - порфиритами, лампрофирами, аплитами и реже пегматоидами, пользуются небольшим развитием и разнообразием. Местами отмечаются маломощные (0,1-0,2 м) кварцево - пирито- халькопиритовые жилы, протяженностью не более 3-5 м. Другие интрузивы сложены, в основном, плагиогранитами, плагиогранит-порфирами и гранодиоритами.

Среди них заслуживают внимания славянские плагиограниты, давшие в северо-западном контакте с юрскими порфиритами интенсивно выраженную турмалинизацию. Последняя обособливается на вершинах и склонах г. Айридаг. Турмалин - шерл в виде прожилково-вкрапленных агрегатов крайне неравномерно развит во вторичных кварцитах по кварцевым порфирам и порфиритам верхней вулканогенной толщи. Среднее содержание борного ангидрита в этих породах не превышает 2-3%. Отмечены редкие концентрации олова, достигающие первых сотых и менее долей процента. Более подробно об этих постмагматических проявлениях будет отмечено ниже.

Широко развиты в районе метаморфизованные породы. В зависимости от характера метаморфизма выделяются: гидротермально-измененные (вторичные кварциты), пневматолито-метаморфизованные (грейзены и грейзенированные кварциты), контактово-метаморфизованные (роговики, скарны и кварцево-серицитовые сланцы) породы.

Структурная обстановка района характеризуется наличием ряда складчатых и дизъюнктивных нарушений.

В.Е.Хаин, Л.Н.Леонтьев, Р.Н.Абдуллаев, Э.Ш.Шихалибейли выделяют следующие основные структурные единицы: Шамкирский, Гекгельский и Муровдагский антиклинории и Дашкесан-Кяпазский, Агджакендский и Агдаринский синклинии.

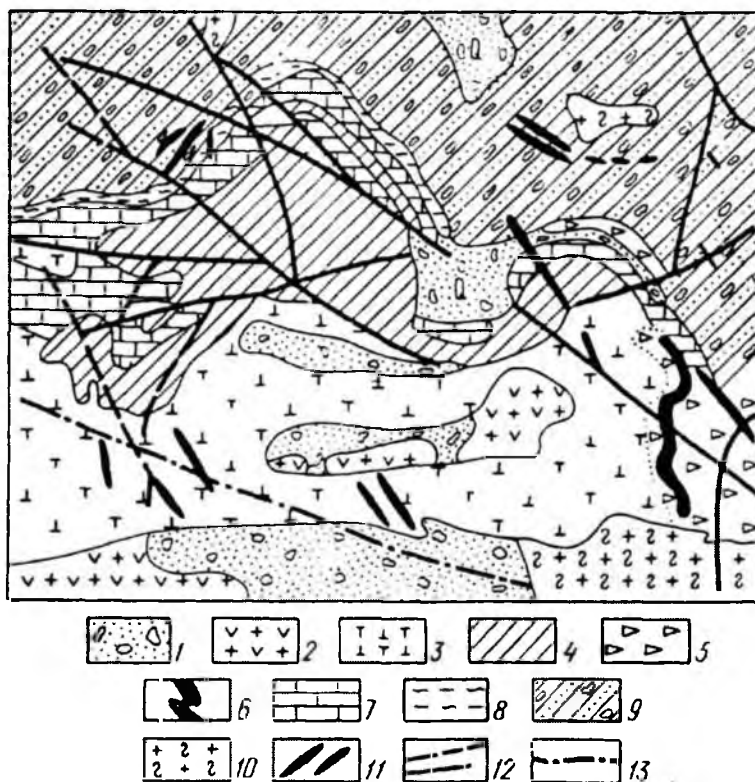
Главным структурным элементом, сыгравшим важную роль в металлогении и размещении многих месторождений области, является Шамкирский антиклинорий. Располагается он в междуречье Гасансу и Гошгарчай.

К наиболее приподнятой части Шамкирского поднятия приурочены крупные интрузивы области-Славянка, Новогореловка, Барум-Барсум и др. Причем, данными геологических съемок произведенных до наших работ установлено, что интрузивы плагиогранитового типа Славянка, Атабек и др. расположены в осевой зоне антиклинория, тогда как гранодиоритивые и габборидные интрузивы приурочены к зоне перехода в Дашкесан - Кяпазский синклиний.

Восточнее Дашкесан-Кяпазского синклиния располагается Гек-Гельское антиклинальное поднятие. В осевой части этого поднятия выступают кварцевые порфиры, являющиеся вмещающими породами колчеданных залежей: Чирагдеринского, Тоганалинского, Гек-Гельского (рис 33).

Методика проведенных как полевых, так и лабораторных исследований определялась рядом положений, связанных с постановкой задач настоящего труда. Значение тектонических, литологических, стратиграфических и др. особенностей территории в процессе боронакопления, собственно и предопределили методику сбора фактического материала в полевых условиях и их лабораторную обработку.

Маршрутные поиски масштаба 1:50 000 проводились на всех объектах с целью изучения и опробования естественных обнажений на бор и редкие элементы. В частности на северо-восточных склонах Малого Кавказа такие маршруты проводились по отдельным площадям и месторождениям, содержащим как сульфидные руды, так и другие продукты эндогенной минерализации.



1 — аллювиальные и делювиальные образования (Q); 2 — диабазовые порфиры (Cg—J₁); 3 — верхняя свита туфов и туффитов (J₃km); 4 — нижняя свита: алунизированная, пирофиллитизированная и каолинизированная толща (а), туффиты, подстилающие и покрывающие алунитовую толщу (б); 5 — роговики (J₃ox—km—J₂); 6 — скарново-железорудная залежь; 7 — известняки лузитанской толщи (J₃ox—km); 8 — аргиллиты и песчаники с прослоями мергелей (J₃kl); 9 — вулканогенные обломочные породы порфирового состава (J₂); 10 — габброиды и гранитоиды; 11 — дайки жильных пород основного состава; 12 — зафиксированные и предполагаемые линии тектонических разрывов; 13 — ось Дашкесанской синклинали

Рис. 33. Геологическая карта Заглик-Дашкесанской группы месторождений (по М.А.Кашкаю)

С помощью борозды опробовались канавы и шурфы, выполненные до нас, а также естественные обнажения. Шурфы и канавы опробовались по одной из стенок; изредка канавы опробовались по дну, а шурфы - по забою.

При опробовании пород, в естественных обнажениях борозда ориентировалась вкрест их простираения, т.е. по мощности пластов.

Опробование велось сплошной бороздой с учетом литологических разновидностей пород, типов и минералогического состава руд.

Длина борозды обычно равнялась 1 м, сечение - 10,0 x 5,0 см.

Отбор точечных и штучных проб, производился на месторождениях - Чирагдеринском, Дашкесанском, Кедабекском и др.

Точечная проба составлялась из нескольких пунктов опробования, расположенных по определенной сетке. Вес материала из каждого пункта не превышал 150 г. Общий вес проб составлял 5-6 кг.

Керн колонковых скважин, ранее пройденных на Чирагдеринском месторождении серного колчедана, опробовался сплошными пятиметровыми интервалами с учетом литологических разновидностей пород и минералогических разновидностей руд.

При опробовании рудных полезных ископаемых керн разбивался по длинной оси пополам керноколом или зубилом и половина шла в пробу.

Керн скважин ручного бурения опробовался сплошными однометровыми интервалами с учетом литологического состава пород. Столбик породы делился пополам: твердые породы-брекчии дробились, а затем квартовались, рыхлые породы-пески и супеси сразу квартовались до необходимого веса.

Исходный вес керновых проб в среднем равнялся 8-10 кг.

Обработка бороздовых, точечных, штучных и керновых проб производилась ручным способом. Дробление и последующая обработка производились по схеме оставленной в соответствии с формулой Чечотта $Q=kd^2$ при $k=0,2$. Конечный диаметр частиц обработанной пробы составлял 1 мм, конечный вес лабораторной пробы - 100-150 г.

Аналитические работы выполнялись, в основном, в Зональной лаборатории ЦХАЛ (г. Баку). Определенный объем анализов был произведен и в ЦХАЛ (г. Москва, Бронницы).

На химический анализ были отосланы рудные пробы для определения бора, рения и др. элементов. Водные и мономинеральные пробы подвергались полному химическому анализу.

Фотометрией пламени определялись редкие щелочи - литий, рубидий и цезий.

Спектральному анализу подвергались все рудные, мономинеральные и металлометрические пробы. Количественными спектральными методами определялись бор и германий, а полному полуколичественному методу подвергались пробы, взятые из наиболее интересных участков.

Как показывают результаты ранее проведенных исследований, концентрация бора находится в заметной зависимости от структурно-фациальной и геохимической природы комплекса пород, включающих тот или иной генетический тип боронакопления. Другими словами, как и предполагалось, повышенные содержания бора тесно связаны с конкретной геологической ситуацией. В качестве примера можно привести тот факт, что в эпигерцинских межгорных и краевых депрессиях верхнетретичные соленосные отложения Большого Кавказа оказались бороносными. В тех же депрессиях нижнетретичные отложения, вплоть до верхнего олигоцена лишены борной минерализации. Или другой пример по Малому Кавказу. Бороносными оказались предбатские гранитоиды и мио-плиоценовые экструзии среднего и кислого составов. Такие закономерности размещения борной минерализации находятся в

органической связи с геолого-тектоническим развитием структурно - фациальных зон. Эти зоны своим формированием обязаны условиям осадконакопления, магматизма, металлогении и тектогенеза.

Эндогенный и метаморфический типы концентрации бора в промышленно-интересных масштабах известны, в основном, в скарновых датолитосодержащих образованиях.

В процессе кристаллизации ультраосновных пород растворения в исходной магме вода не выделяется в окружающие породы, а видимо, почти полностью расходуется на кристаллизацию серпентинитов. Считаем, что эта особенность играет важную роль в формировании ультраосновных магматических комплексов, в том числе и его низкотемпературной серпентиновой фации.

Высокие содержания бора в серпентинитах приводят к мысли, что он является типоморфным элементом для этой группы ультраосновных магматических пород. Об этом свидетельствуют результаты спектрального анализа различных серпентинизированных пород приводимые в таблице 43.

Таблица 43

Содержания бора в серпентинитах Азербайджана

Место отбора проб	Количество анализов	Содержание В, г/т
Кяльбеджары (Джомардские и Левские массивы)	8	29-240 (205)
Лачын (дунитовые серпентиниты)	7	94-176 (124)
Среднее и верхнее течения р. Тертер (Хотаван, Аджарис)	12	109-695 (181)
Среднее		29-695 (110)

Сравнительно высокие концентрации бора в серпентинитах являются характерным свойством рассматриваемых выше геологических комплексов, независимо от их структурно-тектонического положения. Такое положение не может быть случайным и объяснимо только условиями образования серпентинитов. Так-как формирование серпентинитов неотделимо от условий кристаллизации и дифференциации глубинных бесполевошпатовых ультраосновных пород и происходит, в основном, в условиях закрытой системы, следует признать, что содержание бора в них связано с уровнем его концентрации в исходной ультраосновной магме.

Следует добавить, что процесс лиственитизации серпентинитов благоприятствует увеличению содержания бора. Об этом свидетельствует и данные анализа 6-ти лиственитовых проб, среднее содержание бора в которых доходило до 320 г/т. Основным носителем бора в этих породах, видимо, является серицит, всегда содержащий высокие содержание бора (до 2000 г/т).

Надо отметить, что до недавнего времени среди исследователей геохимических особенностей бора, бытовала мысль о том, что этот элемент не характерен для ультраосновных и основных пород, а больше тяготеет к кислым и ультракислым породам. Такое поведение бора разъяснялось вхождением его в изоморфной связи с атомами кремния и отчасти алюминия -- предположение, не выдерживающее никакой критики.

Результаты последних исследований вынуждают отказаться от представлений о необычности бора для гипербазитов и признать процессы кристаллизации и дегазации вещества астеносферы важнейшим механизмом в мобилизации и миграции бора в верхние зоны земной коры.

В виде определенных проявлений, бор в составе шерлового турмалина отмечается в пегматитах, преимущественно, в Кедабекском и Агдаринском районах.

М.А.Кашкаем и его группой сотрудников датолит был обнаружен и описан в районе Кяльбаджар, в контактах гранитоидов с песчано-карбонатными породами палеогена. Надо отметить, что специальных поисков на датолит здесь не проводилось, хотя необходимость в этом упомянутым исследователем неоднократно подчеркивалась. Датолитосодержащие комплексы на Малом Кавказе изучены слабо, несмотря на то, что они являются практически выгодным сырьем на бор.

Незначительные проявления турмалиноносных грейзенизированных плагиогранитов были отмечены нами в подножьях г. Айридаг (г. Косагор-Бугор) в Кедабекском районе.

Турмалин с мелкочешуйчатыми агрегатами мусковитоподобного серицита, при преобладающем вторичном кварците, в виде бесформенных пятен, обнаружен в глубоком северо-западном эндоконтакте плагиогранитовой интрузии Славянки в Кедабекском районе. Наиболее значительные площади турмалиноносных вторичных кварцитов находятся на г. Айридаг Кедабекского района. Турмалинизации здесь подвержены сложные серии вторичных кварцитов, образованные в результате гидротермального метасоматоза среднеюрских эффузивов.

Данная площадь, пожалуй, является наиболее изученной и представляет типичные гидротермальные образования [137,155].

Количество турмалина (шерла) в этих кварцитах нередко достигает 70-80%, что побудило Азербайджанское Геологическое Управление в 1959 г. произвести здесь поисково-разведочные работы на бор. Ознакомление с результатами этих работ выявило ряд редковстречающихся явлений, связанных со сложной природой формирования как самих вторичных кварцитов, так и содержащегося в них шерлового турмалина.

Вторичные кварциты г. Айридаг, как отмечалось выше, представляют собой продукты гидротермального метасоматоза исходных вулканогенных кислых и средних по составу пород средней юры, и частично, порфировидных плагиогранитов предбатского возраста.

Средняя юра представлена нижней вулканогенной (средний и нижний байос) толщей. Над ней с небольшим угловым несогласием залегают покровные кварцевые порфиры верхнего байоса. Весь этот комплекс средней юры в районе г. Айридаг интродуцирован плагиогранитами.

Указанные юрские эффузивы, состоящие из различных профиритов и их пирокластов, наряду с кварцевыми порфирами в пределах г. Айридаг, в различной степени окварцованы, серитизированы, хлоритизированы, эпидотизированы, турмалинизированы и каолинитизированы с образованием сложной серии вторичных кварцитов.

Формирование последних протекало в генетической связи с эндогенной минерализацией, обусловленной предбатскими двухкратными магматическими циклами. Одним из источников этих циклов явилась кислая магма, давшая многократные излияния покровов кварцевых порфиров, пользующихся широким развитием в Кедабекском районе. Завершающим этапом деятельности этой магмы явилось внедрение рудопроизводящих субвулканических кварцевых порфиров верхнего байоса, с которыми связаны промышленные медно- и серноколчеданные руды не только Кедабека, но и многих областей Малого Кавказа, что обстоятельно доказал М.А.Кашкай [103].

Эндогенной минерализацией субвулканических кварцевых порфиров вызваны гидротермальные преобразования вышеуказанных кислых и средних эффузивов байоса. Нижнемеловым магматизмом, обусловившим внедрение сложнофациального,

преимущественно, кварцеводиоритового интрузива Кедабекского района, вызваны относительно небольшие по объему, но весьма широкие по физико-химическим диапазонам вещественные преобразования. Они представлены скарнами, скарнированными породами и вторичными кварцитами по верхнеюрским песчано-карбонатным отложениям и батским эффузивам.

Вторым по времени внедрения являются предбатские плагиограниты, с которыми связана бороносность некоторых разностей вторичных кварцитов, из коих Айридагские несут максимальную турмалинизацию.

Среди рассматриваемых вторичных кварцитов удастся выделить турмалино-кварцевые, серицито-кварцевые, биотито-хлорито-кварцевые и актинолит-хлорито-кварцевые разности.

Вторичные кварциты, богатые турмалином, образуют маломощные, неправильной формы выходы размером порядка 10х13 м. На глубине не более 20-30 м, как показали скважины, пробуренные Азгеолуправлением, количество турмалина в них резко убывает. Содержание борного ангидрида в этих породах достигает 5-7%. Турмалин представлен отдельными кристаллами, сгруппированными в мелкие агрегаты размером 2х3 см. Местами отмечаются его радиально-лучистые агрегаты (турмалиновое солнце) размером до 10х7 см.

Спектроскопией в наиболее богатых турмалином вторичных кварцитах установлены: ванадий, олово, литий, никель, медь, свинец от первых сотых до тысячных долей процента.

Серицито-кварцевые вторичные кварциты, пользующиеся преобладающим развитием, несут наибольшую турмалинизацию.

В составе вторичных кварцитов в разных количествах входят: кварц, серицит, мусковитоподобные слюды, каолин, биотит, актинолит, турмалин, апатит, пирит, магнетит, рутил, андалузит, лимонит и каолин.

Среди них основными минералами, определяющими выделенные выше фации гидротермального новообразования, являются кварц, серицит, хлорит и, отчасти, турмалин. В зависимости от относительного количества этих компонентов, в целом контролируемого физико-химическими факторами, и возникли типы парагенезисов Айридагских вторичных кварцитов. К таким статическим термодинамическим системам относятся турмалинокварцевые, серицито-кварцевые и хлорито-кварцевые фации. Все они, как показали исследования, безусловно являются продуктом гидротермального метаморфизма, вызванного предбатским и впоследствии осложненными верхнемеловыми магматическими циклами.

Весьма интересны черты поведения турмалина во вторичных кварцитах, свидетельствующие о метасоматическом и, частично, коллоидном характере его образований.

В основном, турмалин замещает кварц длиннопризматическими шестоватыми агрегатами, радиально расходящимися от основного метакристалла с образованием обычных строений турмалинового сланца. В таких агрегатах, особенно на концах отдельных лучей, турмалин включает мелкие округлые зерна кварца, указывающие на незаконченность реакции замещения последнего турмалином [139, 155].

Следует отметить, что лишь в последнее время многими исследователями (А.Г.Бетехтин, В.Ф.Чухров, Т.Н.Шадлун и др.) признана возможность возникновения коллоидных систем при самых различных диапазонах температур и давлений.

Однако, всеми ими подчеркивается, что сохранение метаколлоидных реликтов для высокотемпературных эндогенных образований (каким является и турмалин) в силу их продолжительности и большой глубины мало вероятно. В связи с этим, рассматриваемый

случай нахождения метаколлоидного турмалина с явно колломорфными реликтами его представляет большой интерес.

Турмалин данных образований в Айридаге встречается в формах:

- почковидных агрегатов;
- кристаллически и концентрически зональных строений;
- тонкодисперсных, скрытокристаллических масс.

Помимо перечисленных, явно колломорфных реликтов встречаются и слабовыраженные их разности в виде характерных трещинок усыхания.

Интересны взаимоотношения турмалина с кварцем и слюдястыми минералами, свидетельствующие о специфических чертах формирования, отмечанных нами вторичных кварцитов. Исследования показывают, что с повышением содержания турмалина количество серицита и тонкослоистых агрегатов мусковита резко убывает. Замечено также, что турмалин кроме кварца не менее интенсивно замешает серицит и мусковит. Это свидетельствует о раннем выделении слюд, на которые уже в более позднюю стадию предбатского времени, с внедрением плагигранитов накладываются явления турмалинизации. Доказательством этому служит тот факт, что количество турмалина в серицито-кварцевых фациях не превышает 3-5%, тогда как в турмалино-кварцевых новообразованиях он достигает 70-80%. При этом, наибольшее количество турмалина обособливается в породах, содержащих вторичный кварц.

Надо также отметить, что мусковит появляется лишь в тех вторичных кварцитах, где серицит составляет более 15-20%. По всей вероятности, оба эти минерала образовались в одной фазе минерализации. Возможно, мусковит является продуктом перекристаллизации серицита. Ясно и то, что на процесс перехода серицита в мусковит турмалинизация не имела влияния. Вопросы существования самостоятельной фазы мусковитообразования, а также генетическая связь его с турмалинизацией в описываемых вторичных кварцитах остаются не до конца решенными. Однако, наличие фактического материала позволяют отметить следующее:

1. Крайне слабо и неравномерно развит мусковит на всей площади Айридага. Количество его в породах не превышает 8-10%, что является обычной величиной для вторичных кварцитов, образованных по кварцевым порфирам многих областей Малого Кавказа.

2. Нет четких обоснованных участков развития мусковита. Всюду этот минерал сопровождается преобладающим над ним серицитом. Некоторое увеличение количества мусковита наблюдается в породах, подверженных заметной пиритизации. Известно, что во вторичных кварцитах, несущих промышленные сульфидные руды ряда месторождений Малого Кавказа, мусковит наряду с кварцем и пиритом, является одним из главных, сопровождающих эти руды, минералом.

3. Отчетливо наблюдается взаимное исключение турмалина серицитом и мусковитом. В наиболее богатых турмалином фациях мусковит и серицит отсутствуют.

Приведенные данные о минеральных ассоциациях и метасоматическом характере накопления турмалина с колломорфными реликтами вполне относят рассматриваемые вторичные кварциты к гидротермальным образованиям. Площадь интенсивной турмалинизации не превышает 0,3 кв. км при среднем содержании в породах борного ангидрида 2-3%. Ввиду практически невыгодных параметров извлечения борного ангидрида из турмалина, данное месторождение пока не представляет интереса.

Дашкесанский интрузивный комплекс представляет наибольший интерес среди других интрузивов северо-восточного склона Малого Кавказа, с которым пространственно и генетически связаны образования разнообразных месторождений полезных ископаемых. Поэтому до настоящего времени Дашкесанский интрузивный комплекс и связанные с ним месторождения полезных ископаемых остаются объектом разносторонних исследований. Хотя все исследователи и признают, что железорудное, кобальтовое и другие оруденения генетически связаны с Дашкесанским интрузивом, однако характер этой связи и структурные условия, роль вмещающих пород и влияние состава последних на формирование руд трактуются и понимаются неоднозначно [105, 155].

Изучение Дашкесанского интрузивного комплекса освещено в многочисленных опубликованных работах [73,74].

Исследованиями М.А.Кашкая [104] впервые доказано, что Дашкесанской интрузив представляет собой полифазное и полифациальное образование.

Последние годы были получены новые данные о Дашкесанском интрузивном комплексе, роли трещинных интрузивов в ходе формирования комплекса и взаимоотношении интрузивов с железорудным кобальтовым орудением.

В ходе формирования Дашкесанского интрузивного комплекса выделяются четыре этапа или фазы, каждая из которых характеризуется своеобразным морфологическим типом формировавшихся тел, составом пород и характером взаимодействия интрузивов с вмещающими породами.

Для изучения поведения бора и других элементов-примесей интрузивных пород, нами были отобрано большое количество проб, которые подверглись спектральному анализу. Эти анализы представляют интерес, главным образом, в отношении поведения малых элементов, трудно определяемых общим химическим анализом.

Для определения содержаний элементов-примесей в интрузивных породах Дашкесанского района был применен метод «Фотометрия пламени».

Из породы первой фазы были анализированы 13 проб (габбро-7 проб, габбро-диориты - 2, диориты - 4; из породы второй фазы - 21 проб (гранодиориты - 19 и диорит-сиениты - 2); из породы третьей фазы - 13 проб (граноаплиты - 11, аляскиты - 1); из породы четвертой фазы - 4 (порфирит, плагиоклазовый порфирит, диабаз и диабазовый порфирит - по 1 пробе).

Содержание бора и щелочных металлов в интрузивных породах Дашкесанского района иллюстрируется в таблице 44.

Как видно из таблицы, содержание Li от породы первой фазы к породам четвертой фазы постепенно увеличивается (от 0,001 до 0,0052). Самое высокое содержание (0,07%) Rb оказалось в породах второй фазы, затем следуют породы четвертой фазы (0,022%), далее породы первой фазы (0,0087%); низкое содержание (0,00144%) обнаружено в породах третьей фазы. K_2O в значительном количестве (5,16%) присутствует в породах второй и четвертой фаз (3,38%). В породах первой фазы содержание его несколько уменьшается (до 1,84%). Низкое содержание (0,0245%) K_2O обнаружено в породах третьей фазы. Na_2O в значительном количестве также обнаружено в породах второй фазы (5,03%). В породах первой и третьей фаз Na_2O присутствует в равном количестве (выше 4%). В породах четвертой фазы содержание Na_2O уменьшается и не превышает 2,97 %.

Содержание бора в породах Дашкесанского района

Фазы интрузий и названия пород	Количество анализов	Содержание, в %				
		Щелочные металлы и окислы				B
		Li	Rb	K ₂ O	Na ₂ O	
Первая фаза: габбро, габбро-диориты и диориты	13	0,0014	0,0087	1,84	4,46	0,001
Вторая фаза: гранодиориты	21	0,0019	0,07	5,16	5,03	0,005
Третья фаза: граноаплиты	12	0,0044	0,00144	0,0245	4,67	0,01
Четвертая фаза: диабазовые порфиристы	4	0,0052	0,022	3,38	2,97	0,003

Количество бора в интрузивных породах Дашкесана не резко отличается от его кларков в подобных образованиях. Четко прослеживается повышение его уровня от основных (0,001%) до кислых пород (0,01%).

Содержание радиоактивных элементов в породах Дашкесанского интрузивного комплекса изучено Г.Х.Эфендиевым и А.С.Гейдаровым (1961).

По данным указанных авторов, среднее содержание урана увеличивается от $0,4 \times 10^{-4}\%$ в породах первой фазы до $4,2 \times 10^{-4}\%$ в породах третьей фазы (пегматит -аплиты). Аналогичное увеличение от пород первой фазы ($0,9 \times 10^{-3}\%$) к породам третьей фазы ($3,7 \times 10^{-3}\%$) обнаруживается в распределении тория.

В породах первой и четвертой фаз, а также в породах краевой фации второй фазы присутствует равное количество радиоактивных элементов.

Известно, что максимальное теоретическое содержание B_2O_3 в турмалине $[H_8Na(Mg, Fe)_6B_6Al_{12}Si_{12}O_{62}]$ составляет только 11,5%. Фактически это содержание еще ниже, что неоднократно доказывалось по результатам анализов различных образцов турмалиновых пород (табл. 40). Метод Л.Е.Берлина, по получению бора из турмалинового сырья, выглядит так: измельченное сырье спекают при $1000-1200^\circ C$ с известняком или с другими щелочными реагентами. Полученный спек после охлаждения и измельчения может быть использован как готовое борное удобрение. А для получения борной кислоты спек обрабатывают серной кислотой и отгоняют борную кислоту в виде сероборного соединения.

Так как процесс переработки турмалинового материала на борную кислоту представляет ряд трудностей, этот вид сырья пока не может претендовать на широкое использование. Однако, в ряде случаев турмалин является отходом при переработке руд (особенно цветных металлов) и использование его может оказаться рентабельным. Благоприятным является также то обстоятельство, что такое сырье нередко расположено в районах распространения известняков, широко развитых в Азербайджане.

В пределах района исследований на бороносность и редкометальность были осмотрены и частично изучены следующие известные месторождения:

Чирагдереси - Тоганалинская группа серно-колчеданных месторождений;

— Битти-Булагское месторождение медно-мышьяковых руд, Кедабекское месторождение колчеданных руд, Айридагское месторождение турмалина;
— Дашкесанское железорудное и кобальтовое месторождения, Загликское месторождение алунита, месторождение барита Човдарской группы;
— Кетахдагское месторождение бентонитовых глин и известняков.
Вкратце рассмотрим геолого-геохимические выше перечисленных месторождений.

Чирагдереси - Тоганалинская группа серно-колчеданных месторождений.

Сюда входят Чирагдересинское, Тоганалинское и Чирагдереси-Тоганалинское месторождения. Они находятся на территории Ханларского района Азербайджана.

Чирагдересинское месторождение расположено в ущелье Чирагдереси, находящемся на юго-восточном склоне г. Пант. Это месторождение, являющееся одним из крупных в Азербайджане, известно с 1900 года.

Геологическое изучение месторождения началось вслед за его разработкой - с 1910 года.

Интерес к Чирагдересинскому месторождению особенно усилился в годы восстановления и резкого подъема нефтяной промышленности. В это время разведаны Тоганалинское и Чирагдереси - Тоганалинское месторождения.

Тоганалинское месторождение находится в трех километрах к юго-западу от Чирагдересинского, а Чирагдереси-Тоганалинское - между ними.

В геологическом строении Чирагдереси - Тоганалинского рудного поля принимают участие вулканогенные и вулканогенно-осадочные породы юры и кварцевые порфиры, подверженные действиям гидротермальных процессов - сульфидизации, окварцеванию и каолинизации. Последние состоят из полевых шпатов, кварца, апатита, магнетита и вторичных минералов. Кроме того в районе развиты туфопесчаники с известково-глинистым цементом. Зерна состоят из кварца, полевого шпата, пирита, магнетита, кальцита, порфирита и пелитоморфного вещества.

Порфириты покровной толщи плагиоклазовые и авгитоплагиоклазовые. Среди плагиоклазовых выделяются мелко- и крупновкрапленные. Минералогический состав порфиритов следующий: плагиоклаз, авгит, апатит, магнетит, пирит, эпидот, хлорит, кальцит, цеолит, каолин.

Туфы и туфобрекчии, в основном, порфиритового состава. Составляющие минералы: кварц, плагиоклаз, авгит и др.

На территории рудного поля встречаются дайки плагиоклазовых и диабазовых порфиритов, которые прорывают все юрские отложения.

Чирагдереси-Тоганалинское рудное поле в структурном отношении расположено в осевой части Гек-Гельской антиклинальной складки широтного простирания.

Пликативные дислокации общекавказского направления осложнены наложением более поздних складок северо-восточного направления, создающих купольные структуры, подобные Пантдагской.

В периферической части этой купольной структуры, образовавшейся кроме того вследствие поднятия магматических масс, развивались дизъюнктивные дислокации, создавшие глыбовые ступенчатые поднятия и опускания отдельных блоков с разной

В раздробленных, трещиноватых зонах были созданы условия, способствовавшие концентрации серного колчедана из гидротерм остывающих интрузивных масс. Рудные тела рассматриваемой группы месторождений сформированы в пределах следующих основных дорудных разломов северо-восточного простириания: Ксюшин-лог, Чирагдересинский - которые в южной части пересекают более ранний сброс северо-западного простириания, проходящий по оврагу Чирагдереси-су. На участке Тоганалинского месторождения важным тектоническим элементом является ясно выраженный сброс северо-восточного направления, проходящий по балке Гамышлыдере.

В месторождениях Чирагдереси-Тоганалинского рудного поля колчеданные руды в виде изолированных метасоматических тел залегают в трещиноватых, гидротермально-измененных, местами нацело окварцованных, кварцевых порфирах. Приурочены рудные тела к разломам северо-восточного направления.

В вертикальном разрезе все они представляют собой сложные штокообразные тела, большинство из которых осложнено раздувами и пережимами, а также присутствием участков безрудных или слабо оруденелых пород.

На Чирагдересинском месторождении известно семь рудных тел: «старый», «малый», «четвертый» и «новый» штоки а также «пятый» шток, в последние годы работы месторождения были разведаны «шестой» и «седьмой» штоки; на Чирагдереси-Тоганалинском разведано три рудных тела, на Тоганалинском - два.

В составе рудных тел, естественно, очень много пирита, редко встречаются мелкие выделения халькопирита, магнетита, сфалерита, пирротина и др. Из нерудных минералов известны барит, флюорит, зуниит, кварц, реже - кальцит. Из гипергенных минералов присутствует лимонит, гипс, каолин, малахит, азурит.

За 1981-88 гг. была произведена ревизия данного месторождения на бор, селен, теллур и др. редкие элементы. При этом, было изучено 212 проб из керна скважин, пробуренных Азгеолоуправлением, 145 бороздовых проб из старых штолен и 14 средних проб из рудных отвалов.

В результате анализа проб было обнаружено присутствие в небольших количествах следующих элементов: титан, медь - до 1%; цирконий - до 0,03%; никель-кобальт - 0,001%; в отдельных пробах - индий, итрий, иттербий - до 0,003%. В семи пробах встречен германий до 0,001%; а в четырёх в количестве до 0,003%.

Отдельно были исследованы геохимические пробы на количественный спектральный анализ для определения бора. Во всех пробах бор был обнаружен в нижекондиционных пропорциях (0,0003-0,0075%), тогда, как селен и теллур показали близпромышленные содержания.

В целом, по данным этих анализов запасы селена и теллура (ориентировочно) для Чирагдереси-Тоганалинского месторождения определены порядка 300 тыс. тонн. При имеющейся схеме извлечения их в промышленный концентрат, серно-колчеданные руды Чирагдересинской группы месторождений безусловно представляют интерес.

Наряду с этим, для определения коэффициента корреляции и вариации содержаний серы, селена и теллура необходимо исследование мономинеральных пиритовых фракций. Все это должно быть систематизировано и подготовлено для окончательного решения вопроса редкометальности Чирагдересинской группы месторождений.

На месторождении преобладают руды с содержанием в них серы от 13 до 25-28%.

Анализами отмечены Ag, Te и Se в количестве тысячных долей процента.

Для определения содержания бора выполнен количественный спектральный анализ рудных и окорудных образцов со всех штоков.

Результаты анализа показали следующее:

- по старым пяти штокам концентрация бора - 0,001 - 0,007%
- по «шестому» и «седьмому» штоку - 0,003 - 0,015%

Надо отметить, что генезис месторождений Чирагдереси-Тоганалинской группы остается спорным вопросом. Большинство исследователей образование руд связывают с Зурнабадской интрузией гранитов и относят их к средне-температурной стадии гидротермального процесса.

В заключении можно отметить, что геологическая обстановка и состав руд Чирагдереси-Тоганалинской группы месторождений могут быть основой для продолжения работ на В, Se, Te и другие редкие и рассеянные элементы.

Район Битти-Булагского медно-мышьякового месторождения, Кедабекского месторождения колчеданных руд и Айридагского месторождения турмалина.

Все названные месторождения находятся на территории Кедабекского района. Битти-Булагское месторождение находится в Кебадекском районе Азербайджана, в 15 км на северо-запад от районного центра.

По данным К.Н. Паффенгольца [129] и И.Н. Ситковского [137], сводный стратиграфический разрез района представлен следующими отложениями (снизу вверх):

1. Толща порфириров, туфобрекчий, туфоконгломератов и других туфогенных пород. Мощность 600-2000м. Эти отложения широко распространены в окрестностях самого Кедабека и, особенно, на участке Битти-Булагского месторождения. Широкое развитие породы толщи имеют в районе среднего и нижнего течения р.Дзегамчай.

Подстилающие толщу породы в районе не известны, переход к вышележащим кварцевым порфирам постепенный.

2. Свита кварцевых порфиров, мощностью от 10 до 500м. Распространена к юго-востоку от Битти-Булагского месторождения.

3. Толща порфириров, туфов, туфобрекчий и туфоконогломератов; мощность толщи 800-1500м. Внизу толщи наблюдается пласт маломощных базальных конгломератов с кварцевыми порфирами.

Перечисленные образования по возрасту относятся к средней юре.

4. Свита известняков мощностью до 200м. По фауне определен возраст известняков как верхнеюрский.

5. Порфириты и их туфы, относящиеся тоже к верхней юре. Мощность до 500м.

Интрузивные породы в Кедабекском районе развиты широко и представлены производными гранодиоритовой или диоритовой магмы от гранитов и кварцевых диоритов до габбро.

Из жильных пород развиты плагиоклазовые и диабазовые порфириты, аплиты и пегматиты залегающие в форме даек.

Пликативные дислокации в рассматриваемом районе развиты слабо, но дизъюнктивные нарушения, сыгравшие важную роль в процессах рудообразования, резко выражены и имеют широкое распространение. В частности, работами отдельных партий Азгеолуправления установлено, что эндогенная минерализация, в том числе и сульфидное оруденение, обычно развивается на площадях интенсивного дробления и мелкой разноориентированной трещиноватости. Они всюду сопряжены с субширотными зонами основных нарушений, нередко пространственно обособлены северо-западными разрывными

структурами относительно слабых нарушений, напоминая в целом, структуры оперения. Ими контролируются Кедабекское, Ново-Гореловское, Гареликское и Битти-Булагское месторождения.

Кроме бора и редких щелочей нами была предпринята попытка более детального изучения месторождения на германий. При этом, были проведены как горные выработки так и бороздовое опробование - 8 проб, штуфное опробование - 17 проб, отбор проб из рудных отвалов - 9 средних проб.

Пробы были обработаны и подвергнуты спектральному анализу.

Кроме того, по нашим сборам несколько аншлифов было изучено в минералогической лаборатории ЦХАЛ Геолого-разведочного Треста №-1 (Москва).

Спектральный анализ был проведен как для рудных, так и для мономинеральных проб, причем для последних по фракциям - эннергитовой и пиритовой. Анализ рудных проб показал наличие следующих элементов: висмут - до 0,01%, галлий, индий, иттрий, теллур - до 0,03%.

Анализ пиритовой фракции показал довольно высокое (до 1%) содержание стронция, бария, циркония, титана, а также следы серебра и галлия. В эннергитовой фракции кроме того обнаружены: серебро - до 0,03% и теллур - до 0,1%.

Отдельно был проведен количественный спектральный анализ на германий - 10 проб. В 2-х пробах германий был обнаружен в виде следов, в остальных - от 0,0023 до 0,0080%. Отмечено повышенное содержание германия в эннергитовой фракции до 0,03%.

Месторождение Битти-Булаг по специфике вещественного состава руд, в виде пирито-эннергитовых от сплошных (массивных и сыпучих), густых прожилково-вкрапленных до редкой вкрапленности агрегатов является единственным в СНГ. С эннергитом нередко ассоциируют халькопирит, борнит и другие медьсодержащие минералы. Данные аналитических исследований показывают тесную связь германия с эннергитом, в котором он составляет от нескольких десятков до первых сот граммов на тонну. Минералогической лабораторией Комитета Геологии и Минеральных ресурсов Азербайджана совсем недавно в этих рудах было обнаружено несколько зерен ренворита. Вероятно, часть германия изоморфно поглощена в пирите, а также в других, даже нерудных минералах - кварце, барите, хлорите и др. Но, несомненным является обособление промышленных содержаний германия в преобладающей эннергитом фракции. Все подземные выработки на месторождении завалены и совершенно недоступны для осмотра. Прошлыми работами здесь подсчитаны запасы медных руд порядка 200000 тонн, каковые могут быть увеличены в случае возобновления работ по доразведке месторождения на медь из эннергита. При выгодных технико-экономических условиях добычи меди, а, возможно, и мышьяка, указанные концентрации германия приобретают безусловно промышленно важное значение. Уже сейчас, ориентируясь на оконтуренные запасы руды в 200000 тонн, примерные количества германия в них составляют 30-40 тонн. Все это, безусловно, требует того, чтобы Битти-Булагское месторождение в ближайшем будущем было подвергнуто комплексному исследованию с постановкой поисковых разведок путем применения геофизических методов а также проходки горных выработок.

В геологическом строении участка Битти-Булагского месторождения принимают участие вулканогенные, жильные и гидротермально-измененные породы.

Рудное поле сложено вторичными кварцитами, образованными за счет порфириров, их туфов и туфобрекчий нижней вулканогенной толщи средней юры.

Интрузивные породы непосредственно на участке месторождения не наблюдаются, но вблизи от него они имеют широкое развитие. Ближайший выход интрузивных пород расположен у с. Славянка (в 3,5 км на восток от месторождения).

И.Н.Ситковский рассматривает породы этого интрузива как плагиограниты.

Встречающиеся на участке дайки сложены диабазовыми порфиритами.

В тектоническом отношении район месторождения характеризуется слабым развитием пликтивных нарушений и более резко выраженными дизъюнктивными дислокациями. Первые проявились в форме антиклинальных и узких синклинальных складок. Дизъюнктивные нарушения представлены разломами близширотного и близмеридионального простирания.

Гидротермально-измененные породы на месторождении, являющиеся результатом изменения порфиритов, туфобрекчий и туфоконгломератов, имеют развитие между двумя вершинами в левом борту ручья Халамныкчай. Главные процессы изменения вмещающих пород выразились в эпидотизации, серицитизации, окварцевании и каолинизации.

Процессы рудоотложения, преимущественно, связаны с явлениями серицитизации.

Морфологически руды представлены отдельными изолированными друг от друга гнездами и линзами, но чаще это неправильные тела, расположенные вдоль вышеотмеченных трещин и разломов. Размер рудных тел колеблется от 0,2х0,3 м до 3,0х3,5 м. Во всех случаях рудные тела находятся среди кварцево-серицитовых пород.

На месторождении Битти-Булаг выделено два типа руд:

1. Вкрапленный,
2. Прожилковый.

Первый тип имеет повсеместное распространение и является преобладающим, второй тип приурочен к северо-западной части рудного поля, известной здесь под названием «Рудный овраг».

Состоят руды, главным образом, из пирита и энаргита, с преобладанием то одного, то другого.

Из описаний пяти аншлифов следует, что главную массу руды составляют энаргит, пирит и барит.

Энаргит чаще образует самостоятельные, разрозненные зерна сложной конфигурации, насыщенные округлой вкрапленностью пирита, нерудных частиц и очень редко - борнита. Размер зерен энаргита колеблется в пределах от 0,03мм до 1,0-0,7мм. Размер зерен пирита колеблется в пределах 0,01-0,032мм.

Среди пирита и энаргита в виде мелких вкрапленников встречается халькопирит, ковеллин, халькозин, теннантит, галенит, сфалерит. В рудах с преобладанием энаргита заметно увеличивается содержание галенита и сфалерита. Из других минералов нужно отметить кварц, серицит, каолин.

Содержание меди в рудах колеблется от сотых долей до 2-3%.

Типы и состав руд говорят за то, что Битти-Булагское месторождение образовалось при средних температурах гидротермально-метасоматического процесса, сопровождающего внедрение интрузий.

Присутствие германия в рудах Битти-Булагского месторождения, несмотря на малые запасы руд, говорит о необходимости продолжения здесь поисково-разведочных работ.

Что касается борной минерализации, то надо отметить, что ни в одной из отобранных на спектральный анализ проб, концентрация бора не превысила близкларкового для этих тип пород — $1,0 \cdot 10^{-3}$ — $1,7 \cdot 10^{-3}\%$.

Кедабекское месторождение колчеданных руд находится рядом с районным центром Кедабек.

Все рудные тела приурочены к верхним горизонтам кварц-порфировой толщи.

На месторождении насчитывается всего 16 рудных штоков. Большинство их разработано еще в дореволюционное время. Нахождение новых рудных тел на месторождении многими геологами отвергается.

Формы и размеры отдельных штоков весьма различны, часто они соединены между собой тонкими рудными прослойками.

Работами предыдущих исследователей оруденение прослежено на глубину 171м и представлено следующими типами руд: медным, серно-колчеданным и, редко, цинковым.

В составе руд главными минералами являются халькопирит, пирит и сфалерит, причем, сверху вниз сфалерит сменяется халькопиритом, последний - пиритом.

Из других рудных минералов в небольшом количестве встречаются арсенопирит, тетраэдрит, пирротин, марказит, магнетит, гематит, халькозин, ковеллин, куприт, самородная медь, лимонит, малахит, азурит и др.

Данное месторождение было изучено на редкие элементы. При этом были взяты пробы из рудных отвалов, из отходов медеплавильного завода. Пробы были обработаны и анализированы, но результаты не были обнадеживающими с точки зрения промышленных концентраций искомых элементов.

Хотя месторождение это полностью разработано прошлыми горнодобычными работами, нашими исследованиями предусматривалось определение условий концентраций редких и рассеянных элементов в сульфидных рудах. Таким образом, изучением этих руд намечалось выявление поисковых критериев и методики исследований редких элементов в сульфидных рудах Малого Кавказа.

Из Айридагского месторождения турмалина были изучены 145 бороздовых проб.

Результаты полуколичественного спектрального анализа показали наличие следующих элементов: ванадий - 0,01-0,03%, иттрий - 0,003-0,01%, цирконий - 0,01-0,03%, бериллий, иттербий, скандий - следы - 0,001%. Химический анализ на бор показал, что содержание B_2O_3 колеблется в довольно широких пределах от 0,2 до 5,8%. Содержание окиси лития в пределах от 0,001 до 0,006. Изучение вещественного состава позволяет считать, что вторичные кварциты, несут в себе указанные концентрации борного ангидрида и редких элементов, вызванные пневмолито-гидротермальным метасоматозом под влиянием эндогенных растворов кислой магмы, образовавшие славянские плагиограниты. Именно экзо- и эндоконтакты последних явились площадями концентрации этих элементов. Те же микроскопические исследования с учетом полевых наблюдений, а также материалов поисковой разведки бывшего Азгеолуправления совершенно определенно показали, что вся концентрация борного ангидрида заключена в шерловом турмалине. Химическими анализами чистой, мономинеральной пробы из турмалина, произведенными лабораторией профессора Л.Е.Берлина /Москва-НПУПОР/ борный ангидрид составляет от 8 до 9%. Среднее содержание его по месторождению на площади 0,20 кв.км не более 3%. Максимальная глубина распределения такой концентрации не превышает 10м. Исходя из этих данных при объемном весе бороносных вторичных кварцитов $2,5 \text{ г/см}^3$, потенциальные запасы борного ангидрида

составят порядка 500000т. Учитывая дороговизну технологической схемы извлечения борного ангидрида из турмалинов при весьма низком содержании его в породах приходится отнести Айридагское месторождение к практически нерентабельным объектам борного сырья. Однако, опыт изучения подобных рудопроявлений бора позволяет все же продолжать поиски и изучение продуктов относительно высокотемпературных эндогенных минерализаций, генетически связанных с кислыми интрузивами Малого Кавказа. В частности, в этой связи безусловно интересными могут быть грейзены, аплитовые дайки и другие вторичные минералообразования, широко развитые в районе.

Сравнительно повышение содержание бора приурочены к верхним горизонтам кварцевых порфиров месторождения ($1,5 \cdot 10^{-3}$ - $7 \cdot 10^{-3}\%$).

На Айридагском месторождении турмалинизации подвержены разнообразные вторичные кварциты, являющиеся результатом гидротермально-метасоматического изменения эффузивов среднеюрского комплекса.

Геолого-тектонические особенности Айридагского месторождения приведены в предыдущей главе. Поэтому здесь ограничимся только геохимической характеристикой участка.

Согласно принятой схеме, среди турмалиноносных вторичных кварцитов г.Айридаг выделяются: турмалино-кварцевые, кварцевотурмалиновые, серицито-кварцевые, мусковито-серицито-кварцевые, биотито-хлорито-кварцевые и актинолит-хлорито-кварцевые фации.

Наиболее широко здесь распространены серицито-кварцевые вторичные кварциты, образованные за счет кварцевых порфиров. Незначительные участки в юго-западной части г.Айридаг занимают вторичные кварциты хлорито-кварцевой фации по порфирирам и их туфам бата, перекрывая вторичные кварциты по кварцевым порфирам. В основании последних редко отмечаются тела хлорито-кварцевой фации по порфирирам нижней вулканогенной толщи нижнего и среднего байоса.

Турмалин, находясь в разнообразных вторичных кварцитах, образует прожилково-вкрапленные руды. Рудные тела, обычно, неправильной формы, реже встречаются маломощные линзообразные их обособления.

Формы нахождения турмалина разнообразны: он встречается в виде монокристаллов, раздельно-лучистых агрегатов, метаколлоидных образований в форме почковидных агрегатов, кристаллически зональных и концентрически зональных образований, а также тонкодисперсных и скрытокристаллических масс. Кроме турмалина в рудах присутствуют следующие минералы: рутил, магнетит, актинолит, биотит, мусковит, серицит, хлорит, кварц и др. Преобладают кварц, хлорит, серицит и, редко, турмалин. Количество турмалина колеблется от нескольких процентов до 60-70%, содержание борного ангидрида достигает 3-8%. Спектральным анализом, кроме того, установлены несколько повышенные концентрации олова (0,1-0,05%) и ванадия (0,08-0,02%).

Турмалинизация всюду развивается в сложной среде вторичных кварцитов, являющихся производными гидротермально-метасоматического изменения. Исходными породами последних явились кислые и среднекислые эффузивы среднеюрского комплекса.

Процесс турмалинизации во всем Кедабекском районе пространственно размещается лишь в пределах экзоконтактов досеноманского кварц-диоритового интрузива.

Самые тщательные поиски и исследования вторичных кварцитов, расположенных вне контуров экзоконтактов указанного интрузива, не могли обнаружить ни малейшего признака турмалинизации.

Наряду с этим, здесь обнаруживается эндогенная минерализация в покровных верхневулканогенных среднекислых эффузивах бата. т.е. образование вторичных кварцитов за счет порфиритов верхневулканогенной толщи. Турмалин всюду замещает кварц различных генераций, а мусковит и серицит образуют при этом метакристаллы. Во вторичных кварцитах, по породам верхневулканогенной толщи, метакристаллы турмалина встречаются очень редко.

Следовательно, источником, вызвавшим турмалинизацию, является магма, образовавшая досеноманские плагиограниты Славянского района.

Судя по минеральным парагенетическим ассоциациям и метасоматическому способу накопления метаколлоидов турмалина с реликтами колломорфных структур, процесс турмалинизации является метасоматически-гидротермальным. Отсутствие типичных минералов грейзена: топаза, берилла, касситерита и др. подтверждает гидротермальный характер процесса турмалинизации.

Многочисленные анализы турмалинов и турмалиноносных пород из Славянки указывают на промышленно-кондиционные содержания бора. Результаты химических и спектральных анализов, приведенные в работе Д.Д.Мазанова [122] яркое тому пример. Лабораторные исследования четырёх образцов, отобранных им из турмалинов и турмалинизированных кварцитов показали результаты, приведенные в таблице 45.

Таблица 45

Результаты анализов турмалинов и турмалинизированных пород

Компоненты	Турмалинизированный кварцит			
	Обр. №11	Обр. №14	Обр. №12	Обр. №13
SiO ₂	37,83	38,35	63,87	68,70
B ₂ O ₃	9,24	8,58	4,62	3,47
Al ₂ O ₃	29,22	25,29	14,66	14,09
Fe ₂ O ₃	7,73	10,31	3,37	3,74
FeO	1,48	1,26	2,23	1,45
TiO ₂	0,65	1,17	0,45	0,16
CaO	1,52	1,27	0,88	0,47
MgO	8,94	8,23	4,58	3,24
MnO	следы	Следы	Следы	Следы
K ₂ O	1,87	0,11	0,62	0,14
Na ₂ O	0,17	1,78	0,63	0,92
Li ₂ O	Спектральным анализом не обнаружено			
F	не обнаружено			
H ₂ O	0,08	0,20	0,20	0,32
EOIAI	98,73	96,55	96,11	96,70

Из таблицы видно, что содержание B₂O₃ в турмалинизированных кварцитах около 3-4% (т.е. около 30-40 кг B₂O₃ на одну тонну породы), а в чистом турмалине, который нередко образует отдельные гнездообразные тела внутри турмалинизированных вторичных кварцитов - от 8,58 до 9,24%.

Необходимо добавить, что ещё в 1952 году профессор Л.Е.Берлин доказал возможность получения борной кислоты из турмалинов. Таким образом, учитывая все возрастающий спрос на борное сырьё, турмалиноносные залежи Айридага Кедабекского района приобретают

практическое значение. Отметим, что турмалин обнаружен и в Дашкесанском рудном поле (М.А.Кашкай, 1965).

Следует отметить, что в эндогенно-метаморфических группах боронакопления наиболее интересными являются месторождения, связанные с грейзенами, вторичными кварцитами, медно-порфировидными эффузивными породами, кислыми интрузивами и скарнами. При этом, наиболее перспективными в отношении поисков борного сырья являются боропроявления пневмалито-гидротермального происхождения.

Район Дашкесанского месторождения железа и кобальта, Човдарского месторождения барита и Загликского месторождения алунита.

Дашкесанское рудное поле находится в 35 км к югу-западу от г. Гянджа.

В геологическом строении района вышеназванных месторождений, образовавшихся на территории Дашкесанского рудного поля, принимает участие комплекс средне- и верхнеюрских, вулканогенно-осадочных и осадочных пород, интродуцированных габброидными, гранодиоритовыми интрузиями и их железными дериватами [45, 73].

Тектоника района характеризуется значительной сложностью, вследствие развития большого количества зон разломов, трещин сбросового типа, надвигов и сбросо-надвигов.

Имеются разломы как дорудные, так и пострудные.

Интенсивная магматическая деятельность и благоприятная структурная обстановка способствовали формированию в вулканогенных и вулканогенно-осадочных породах месторождений железа, кобальта, алунита, барита и др. полезных ископаемых.

Из образовавшихся здесь месторождений Дашкесанское железорудное - является метасоматическим /скарнового типа/, остальные - гидротермальными.

Несмотря на многочисленные исследовательские и разведочные работы в Дашкесанском районе, геохимия редких и рассеянных элементов изучена слабо. В частности, заслуживают внимания количественные содержания и формы нахождения бора и германия в железных рудах.

С целью изучения распределения редких элементов и, главным образом бора, лития и германия в магнетитовых и кобальтовых рудах данного месторождения, также были проведены аналитические работы. За время полевых работ были отобраны 381 различных проб и направлены на лабораторные исследования.

Результатами анализа было обнаружено присутствие следующих элементов: бора от 0,001 до 0,007%, галлия - следы до 0,01%, скандия (в нескольких пробах) - следы и стронция - до 1%. Надо отметить, что до наших исследований работами Западно-Азербайджанской экспедиции Азгеолоуправления галлий был обнаружен не только в рудных телах, но и во вмещающих породах. Это подтверждает общеизвестное положение о широком геохимическом распространении галлия. Германий не был обнаружен ни в одной пробе первой и четвертой фаз внедрения интрузий. Это можно отнести за счет неправильной методики опробования. В то время как опробовались просто рудные тела, надо было отбирать пробы из концентратов и мономинеральных фракций. Отбор последних явно не соответствовал величинам вариации содержания германия в магнетитовых рудах. К этому времени Азгеолоуправлением в них были выявлены несколько десятков (до 30-40) грамм германия на тонну. Учитывая эти пробелы, считаем необходимым произвести повторные и более детальные обследование магнетитовых руд Дашкесанского месторождения на германий.

Загликское месторождение алунитов

Указанное месторождение было опробовано на предмет нахождения редких элементов и, в частности, бора и германия. К этому времени Азгеолоуправлением, в связи с детальной разведкой алунитов параллельно с глиноземом, подсчитывались запасы галлия.

Был произведен полуколичественный спектральный анализ, в результате которого обнаружилось, что в пробах содержится галлий - 0,003-0,01%, скандий - до 0,003% и стронций - 1%. Германий не обнаружен. Бор присутствовал в близ кларковых содержаниях ($2 \cdot 10^{-3}$ — $7,5 \cdot 10^{-3}$).

Човдарское баритовое месторождение

Човдарское баритовое месторождение было подвергнуто ревизии на бор и др. редкие элементы. При этом было изучено 8 бороздовых, 6 средних и 2 штучные пробы из баритов с включениями полиметаллов, из чистого пирита, из вторичных кварцитов и из сильно гидротермально измененных лимонитизированных пород. Результаты анализов оказались обнадеживающими. Следует заметить, что данное баритовое месторождение уже давно закончено разработкой. Наши работы велись с целью получения побочных данных для выявления закономерностей распределения редких элементов в среднетемпературных образованиях гидротермальной минерализации Малого Кавказа.

Кетахдагское месторождение бентонитовых глин и известняков.

Была произведена рекогносцировочная проверка на бор и редкие щелочи. Всего было изучено 18 бороздовых проб, которые и анализированы методом фотометрии пламени на литий, рубидий, цезий, стронций.

Результаты анализа показывают, что содержание Li_2O колеблется от 0,001% в фильтрате до 0,007% в осадке; Rb_2O - от 0,001% в фильтрате до 0,005% в осадке; Cs_2O - от 0,01 до 0,47%. Спектроскопия показала содержание бора в пределах 0,003-0,124%.

Эти данные позволяют продолжить в дальнейшем более детальные работы на месторождении с проходкой поверхностных горных выработок.

Приведенные в предыдущей главе материалы по результатам полевых и лабораторных исследований позволяют отметить следующие особенности редкометальной специализации Малого Кавказа:

1. Малый Кавказ, в силу ряда структурных, стратиграфо-литологических, магматогенных и др. особенностей является одной из перспективных регионов в отношении нахождения практически интересных концентраций бора, особенно, эндогенного и метаморфогенного типов.

2. Полоса развития мезозойского гранитоидного интрузивного комплекса, в ряде мест отличается интенсивной турмалинизацией с образованием сплошных кристаллических агрегатов турмалина, - возможного сырья для извлечения борных соединений.

3. Промышленно выгодные концентрации (0,008-0,01%) селена и теллура в серно-колчеданных рудах Чирагдереси, высокие содержания германия в медно-мышьяковых рудах Битти-Булага, (80 до 200 г/т) приобретают важное значение.

4. Полученные результаты соответствующих анализов на редкие щелочи (Li, Rb, Cs), а также на скандий, ванадий и др. редкие элементы, делают необходимым приступить к дальнейшим поискам и разведке этих элементов.

5. Выявленные закономерности об условиях накопления и размещения концентраций бора на рассматриваемой территории могут быть приняты в качестве некоторой основы для

разработки будущих научных исследований по поискам борного сырья на аналогичных комплексах других регионов [52].

6. Поздние интрузии гранитондов отличаются повышенными концентрациями бора.

7. Турмалин без всякого сомнения, джумортьерит- предположительно-основные минералы бора в составе вторичных кварцитов области.

8. Повышенным содержания бора в серпентинитах Кяльбджарского и других районов связаны, в основном, с развитием в них ашаритоподобных минералов, образовавшихся в процессе серпантинизации.

Перечисленные результаты определяют основные направления будущих работ. А частности, они заключаются в:

1. Поисковых работах на бор и редкие элементы в палеоген-неогеновых песчано-глинистых и глинистых формациях северо-восточных предгорий Малого Кавказа с охватом Газахского, Гянджинского, Агдеринского участков, расположенных в периферии Куринской депрессии.

2. Производстве гидрохимических исследований на бор и редкие элементы в грунтовых, напорных, термальных и минеральных водах Малого Кавказа и прилегающих площадей.

3. Поисково-ревизионных работ на бор, германий, селен, теллур и др. рассеянные элементы в медно и серно-колчеданных рудах Кедабекского, Чирагдересинского и Аскеранского рудных полей.

4. Детальных поисках в железных рудах Дашкесанского месторождения германия, бора и др. редких элементов.

5. Подсчете запасов селена и теллура в серно-колчеданных рудах Тоганалинского, Чирагдереси-Тоганалинского и Чирагдересинского месторождений.

6. Выяснении геохимико-минералогических условий нахождения германия в пирит-халькопирит-энаргитовых рудах Битти-Булагского месторождения.

5.8. НАХЧЫВАНСКИЙ РЕГИОН

Геологическая характеристика района исследований, в основном, дается по опубликованным и фондовым материалам с некоторыми незначительными поправками личных наблюдений.

С юга и юга-запада регион ограничен долиной р. Араз, а с севера и северо-востока Даралагезским и Зангезурским хребтами, сложенными вулканогенными и метаморфизованными туфогенно-осадочными породами (рис. 34).

В геологическом строении региона участвуют отложения от среднего девона до антропогена включительно.

По данным Ш.А.Азизбекова в тектонике района основную роль играют Шаруро-Джюльфинский, Зангезурский антиклинории и Ордубадский синклиний общекавказского простиранья. В пределах этих крупных геоструктур выделяются отдельные антиклинальные и синклиналильные пояса, имеющие характер линейной складчатости [138].

На юго-западе региона выделяется крупная наложенная мульда, покрытая отложениями неогена. На юго-востоке мульда охватывает западную часть Ордубадского синклинория, а в средней части мульды четко выделяется несколько пологих брахиантиклинальных структур, сложенных сарматскими отложениями.

В геологическом строении Нахчыванского региона принимают участие осадочные и вулканогенно-осадочные породы девона, карбона, перми, триаса, юры, мела, эоцена и миоцена.

Девонские отложения являются наиболее древними в пределах территории. Они представлены нижним, средним и верхним отделами.

Нижний девон характеризуется, в основном, углисто-графитизированными известняками с прослоями их глинистых и песчанистых разностей, аргиллитов и известковистых песчаников.

Средний девон - представлен тонко - средне и толстослоистыми органогенными известняками с прослоями кварцевых песчаников и слабоуглистых аргиллитов.

Верхний девон - представлен аналогичными песчаниками с прослоями листоватых мергелей и глинистых сланцев.

Общая мощность девонских отложений - 3600 м.

Карбон - представлен чередованием тонко - средне - толстослоистых брекчиевидных органогенных известняков, глинистых сланцев с прослоями пелитоморфных органогенных детритусовых известняков. Мощность - 500 м.

Пермь - представлена редким чередованием разнослоистых, глинистых, глинисто-битуминозных, кристаллических или брекчиевидных сланцеватых известняков с прослоями доломитизированных их разностей. Мощность - 570 м.

Триас - представлен тонко - средне и толстослоистыми известняками с прослоями брекчиевидных доломитов и песчанистых мергелей. Мощность - 950 м.

Юра - представлена, главным образом, гравелитистыми кварцевыми песчаниками, глинами, мергелями, известняками, а сверху разреза - порфиритами и их туфами.

Мел. Отложения этого периода представлены глинами, мергелями, аргиллитами, конгломератами, песчаниками, известняками с прослоями туфопесчаников, алевротуфитов, реже - туфогравелитов. В подчиненном количестве присутствуют эффузивные породы альбского возраста, представленные кварцевыми порфирами и порфиритами. Мощность - 1185 м.

Палеоцен - эоценовый комплекс представлен мергелями и глинисто - мергелистыми фациями («фораминиферовый слой»), кварцевыми песками и песчаниками, биогенными известняками, гальками с прослоями песчаников и мергелей, терригенно-карбонатным флишем, толщами лав и пирокластов среднего и кислого составов, имеющими большое развитие в регионе. Наибольшая суммарная мощность указанных фациальных комплексов, по данным некоторых исследователей, достигает 4,5 км [98].

Эоцен - представлен туфами, туфобрекчиями, туфоконгломератами и пепловыми туфами. Ш.А.Азизбеков делит средне-эоценовый комплекс на две толщи:

вулканогенно-осадочную, характеризующуюся частым переслаиванием аргиллитов, песчаников, туфопесчаников, агломеративных лав и порфиритов;

туфоконгломератовую, представленную различными туфоконгломератами, местами переходящими в туфопесчаники, аргиллиты, гравелитовые туфопесчаники с прослоями туфобрекчий. Мощность - около 2500 м.

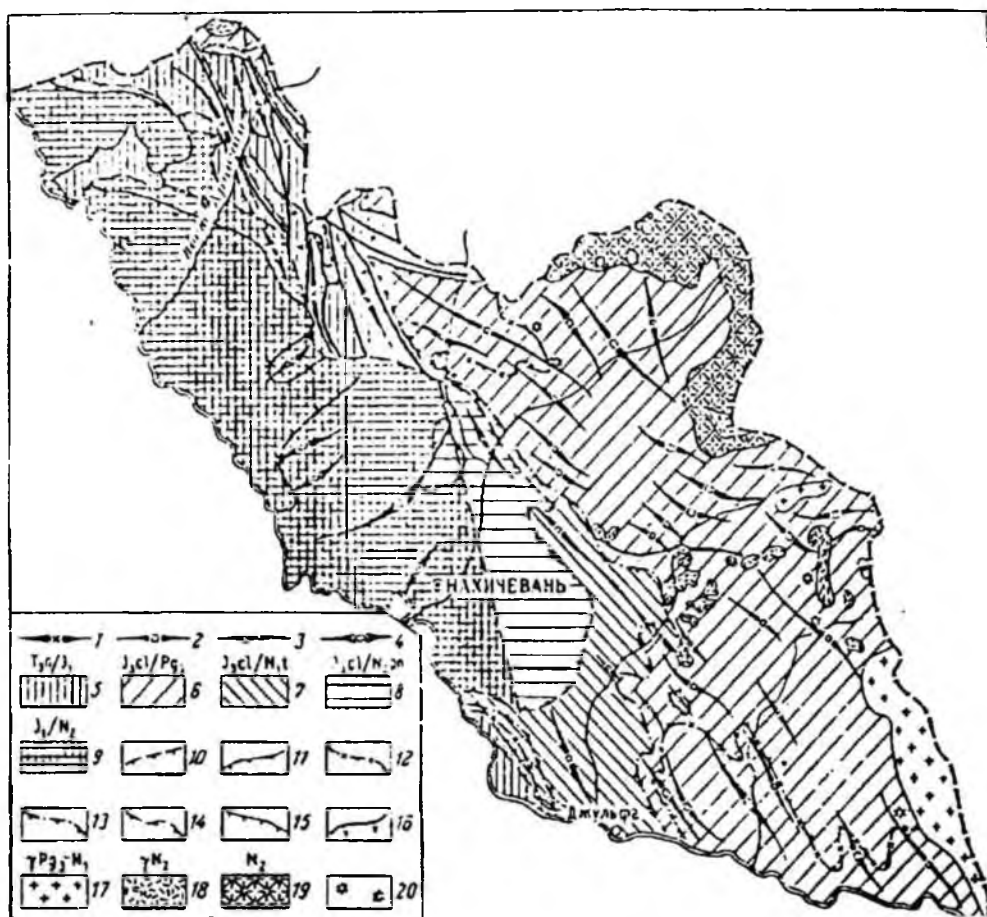


Рис. 34. Тектоническая схема Нахчывана. (По Ш.А.Азизбеков и Г.П.Корневу)

Антиклинали: 1—сформировавшиеся перед средней юрой; 2—сформировавшиеся перед верхним олигоценом; 3—сформировавшиеся перед верхним миоценом; 4—сформировавшиеся перед верхним плеоценом

Структуры: 5—доалпийские поднятия; 6—среднеальпийские структуры; 7, 8, 9—познеальпийские структуры

Границы структурных этажей: 10—верхнего карбона; 11—нижнего мела; 12—палеогена; 13—олигоцена; 14—миоцена; 15—четвертичных отложений; 16—линии разломов

Интрузивы и эффузивы: 17—послеолигоценовые — домиоценовые полифазные гранитоидные интрузивы; 18—нижнеплиоценовые интрузивы и эффузивы; 19—нижнеплиоценовые эффузивы; 20—палеогеновые вулканические центры

Олигоцен - представлен известковистыми туфопесчаниками, алевролитами, аргиллитами, туфоконгломератами и туфобрекчиями, а также прослоями мергелей и глин. Мощность - 550 м.

Согласно данным Е.Е.Милановского (1963) неогеновые отложения района литологически разделяются на:

а) морские толщи межгорных и передовых прогибов, состоящие из глин с прослоями мергелей, иногда диатомитов, песчанистых глин с прослоями песков и ракушечников, конгломератов, оолитовых известняков и др., в основном, мелководных фаций;

б) лагунно-озерные отложения, представленные пестроцветными глинисто-алевритовыми породами с прослоями песчаников и мергелей, а также глинисто-песчано-конгломератовыми фациями;

в) континентальные толщи песчано-конгломератовых отложений с прослоями суглинков, аллювиально-пролювиальной и делювиогляциональной фациями;

г) наземные вулканогенные толщи из лав, туфов и туфобрекчий с фациальными переходами в туфогенно-осадочные породы аллювиально-озерного происхождения. Мощность отложений среднего и верхнего миоцена колеблется от нескольких сот до 1000-1200м.

Миоценовые отложения Нахчыванской мульды обогащены галогенными фациями. В них отмечена повышенная концентрация бора и редких щелочей [56], что позволяет отнести эти отложения к интересным объектам поисков на бор.

Миоценовые отложения делятся на три отдела: нижний, средний и верхний.

Нижний отдел - представлен горизонтом плотных пелитоморфных известняков, переслаивающихся глинами и мелкозернистыми песчаниками, а также гравелито-песчаным горизонтом.

Средний отдел - характеризуется частым чередованием глин, песчаников, известковистых песчаников, песков и алевритов.

Верхний отдел - представлен двумя свитами: нижним и средним сарматом и верхним сарматом.

Отложения нижней свиты представлены глинами разных цветов, разномзернистыми песками и песчаниками, а также редкими прослоями известняков, мергелей, алевритов и вулканических пеплов.

Верхнесарматские отложения представлены известковистыми глинами разных цветов с тонкими прослоями гипса, загипсованных песчаников и линзами каменной соли. Мощность более 2000м.

Четвертичные отложения в пределах исследуемой территории пользуются широким развитием. Они представлены ледниковыми, аллювиальными, пролювиальными и делювиальными отложениями. В ряде мест отмечаются минеральные источники с боросодержащими водами. Мощность четвертичных отложений до 10 м.

Как свидетельствует Н.С.Шатский (1953), Нахчыванская мульда представляет собой «наложенную» структуру, пересекающую под острым углом более древние структуры. С севера и с юга к мульде примыкают зоны неогеновых поднятий.

Характерной чертой соленосной толщи, наиболее интересной для наших поисков, является различная интенсивность ее дислокации от периферии Нахчыванской мульды к ее центру. По мере приближения к центру, складки приобретают северо-восточное направление, выполаживаются, но вместе с тем, усложняются флексурами. Разрывные структуры в пределах мульды пользуются меньшим развитием. Они выражены поперечными трещинами небольших протяжений (до 100 м).

Иногда встречаются более развитые и мощные разломы локального проявления, идущие вдоль осевых плоскостей местных северо-восточных складок. Такие структуры в пределах мульды обычно обладают благоприятными условиями для дренирования подземных вод. Последними, во многих случаях, привносятся водо-растворимые борные соединения,

которые откладываются на поверхности глинистых пород, слагающих склоны ручьев и балок. Такие разрывные структуры явились благоприятными критериями для поисков повышенных концентраций бора в пределах Нахчыванской мульды.

Вкратце об истории изученности региона.

До 1920 года территория Нахчывана подвергалась только региональным исследованиям.

В 1925-35 годах здесь проводятся геолого-съёмочные и поисковые работы по линии ВСЕГЕИ и бывшего Закавказского геологоразведочного треста Мингео СССР. Было изучено Гюмушлугское месторождение полиметаллов и открыты в Ордубадском районе проявления молибденовых руд. В 1946 году было доразведано и передано в эксплуатацию Парагачайское молибденовое месторождение.

Минеральные источники Нахчывана изучались в основном А.А.Флоренским (1935г.), М.А.Кашкаем (1952 г.) и А.Г.Аскеровым (1954).

Особое место в геологическом изучении территории занимают геолого-съёмочные работы масштаба 1:50.000, проводимые под руководством Ш.А.Азизбекова в 1945-1954 г.г.

В 1940-1948 г.г. К.Н.Паффенгольц составил геологическую карту Нахчыванской АР масштаба 1:200000. А в 1956 году И.Н.Ситковским составлен сводный отчет по металлогении Нахчывана.

Начиная с 1945 года по 1959 год различными партиями Азгеологуправления проделана значительная работа по разведке ранее выявленных месторождений и рудопоявлений в Нахчыване и расширению их площадей. При этом было уделено внимание вопросу изучения геохимических особенностей распространения редких элементов. В ряде рудопоявлений были выявлены значительные концентрации германия, индия, галлия, тантала, рения, кадмия и др. редких элементов.

В 1959 году на рассматриваемой территории работали поисково - ревизионная партия Азгеолуправления, в задачу которой входило и изучение распространения бора в отложениях соленосной толщи Нахчыванской мульды.

Начиная с 1960 года нами, вместе с сотрудниками Кавказской комплексной геологической экспедиции были начаты исследования бороносности галогенных отложений миоцена Нахчыванской мульды, геохимические особенности распространения бора и сопутствующих ему редких элементов в бокситах Нахчывана [51] и в сканированных зонах экзо- и эндоконтакта Мегри-Ордубадского интрузивного массива. При этом, особое внимание было уделено и редкометальной специализации многочисленных минеральных вод области.

Объектом пристального внимания был и Далидагский гранитоидный интрузивный массив, отличающийся значительным развитием альбититов, пегматоидов, скарнов и вторичных кварцитов, представляющих интерес в смысле их редкометальности.

Как известно, одним из основных полезных ископаемых Нахчыванской мульды является каменная соль Неграмского, Сустинского и Нахчыванского месторождений.

1. Неграмское месторождение приурочено к кровле средне - миоценовых отложений, мощность залежи от 46,5 до 84,8 м. Генезис месторождения считается морским, - пласт соли образовался в заливе типа Кара - Богазгол в Туркмении.

Соль месторождения представляет собой кристаллическое вещество от прозрачно - белого до темно - серого.

Разведанные запасы соли на 1980 г. составляли 345,9 млн. т и представляют собой техническое сырье.

По нашим данным, основанным на редкой сети опробования, на месторождении отмечено незначительное (0,01%) присутствие борного ангидрида и еще меньше окисей лития (0,0088%), рубидия (0,011%) и цезия (0,0071%).

2. Сустинское месторождение. Соленосная толща миоцена в пределах месторождения представлена преимущественно глинами с редкими прослоями полимиктовых песчаников, гипсов, мергелей и алевроитов. К периоду наших изысканий (1960-1964 г.г.) на месторождении были разведены два пласта соли, в основном, буровыми скважинами до глубины 225 м. Запасы соли составляли 18 млн. т. по категории A_2+C_1 ; соль является пищевой и кормовой.

Усредненные данные спектрального анализа на бор по месторождению показали содержание B_2O_3 - 0,02%, а фотометрии пламени на Li_2O - 0,005%.

3. Нахчыванское месторождение. Приурочено к верхнемиоценовым отложениям, представленным, как было отмечено выше, глинами с тонкими прослоями мергелей, известняков, гипсов и алевроитов.

Поисково-ревизионной партией Азгеолуправления произведено бурение на глубину 250 м и вскрыты три пласта соли (на 1983 г.). Запасы по категориям A_2+B+C_1 , вычисленные выше названной партией, составляли 90 млн. т.

Следует отметить, что данные минералогического анализа миоценовых пород, отобранных нами по месторождению, подтверждают наличие в песчаных породах: граната - 1 кг/м³, рутила - 0,08 кг/м³, циркона - 1 кг/м³, сфена - 0,96 кг/м³, титанита - 6,28 кг/м³; а в глинистых: магнетита - 13,0 кг/м³, рутила - 0,64 кг/м³, циркона - 0,473 кг/м³, сфена - 0,494 кг/м³, барита - 0,215 кг/м³.

В нижней свите верхнемиоценовых отложений отмечено содержание сфена до 1,2 кг/м³ и барита - 1,065 кг/м³.

Анализы соляно - кислых вытяжек из миоценовых пород доказывают растворимость соединений основных порообразующих окислов. Известно, что такие химические ассоциации представляют, в свою очередь, благоприятную среду для извлечения в растворы соединений бора и некоторых редких щелочей.

Парагачайское месторождение молибдена представлено системой кварцево - молибденовых и кварц - медно - молибденовых жил северо-западного направления.

Вмещающими породами являются гранитоиды Мегри - Ордубадского батолита постэоценового - ранне олигоценового времени. Специалисты считают, что молибденовое орудунение связано с третьей граносиенитовой фазой Мегри - Ордубадского батолита [17, 65]. Вблизи последней наблюдается зона окисления, где преобладают молибденит, гематит, лимонит и ковеллит.

Еще ниже расположена зона, где окисленный молибденит достигает до 50%. Общая мощность этих двух зон составляет 15 м. После этого идет зона первичных руд, где количество молибденита и ковеллита ничтожно.

Гидротермальные изменения боковых пород представлены окварцеванием, серицитизацией, каолинитизацией. Эта зона не превышает 0,5 м.

Содержание молибдена колеблется от 0,21 до 1,36% (результаты количественного спектрального анализа). К сожалению, в пробах, отобранных нами из зон окисления, а также из зоны первичных руд, содержание бора оказалось близкларковым:

-0,003-0,018% (для первой зоны окисления)

-0,001-0,003% (для второй зоны окисления)

-0,0006-0,001% (для зоны первичных руд)

Всего было изучено 46 геохимических проб, в том числе 12 керновых из скважин, пробуренных поисково-разведочной партией Азгеолуправления. Микроскопией в рудных жилах обнаружены следующие минералы: пирит, халькопирит, молибденит, арсенопирит, сфалерит, галенит, сидерит, гематит, гетит, халькозин, кавелин, блеклые руды, малахит, азурит, золото, вуртцит, пирротин, умангит, алраит, петцит.

Кроме того, геолого-поисковой партией Азгеолуправления, в пробах с Парагачайского месторождения был обнаружен рений в количестве 0,005-0,03%.

Проводимые исследования по настоящей тематике включали в себе как полевые, так и лабораторные работы.

Полевые работы. В связи с наличием на территории Нахчывана различных типов боронокопления, приходилось пользоваться и различными методами полевых работ. Так, маршрутные поиски проводились на всех объектах масштаба 1:50 000 с целью изучения и опробования естественных обнажений на бор и сопутствующие ему редкие элементы. В Нахчыванской мульде рекогносцировочные маршруты проводились с целью изучения закономерностей концентраций бора, лития и др. элементов в соленосной толще.

Маршруты задавались вкрест простирания Нахчыванской мульды через 0,5-1,0 км друг от друга на участках соленосных месторождений, расстояние между точками наблюдения составляли 150-200 м и лишь в отдельных зонах увеличивалось до 500 м. Площадь, охваченная маршрутными поисками, образовала узкую полосу, соединяющую участки месторождений каменной соли Нахчыванского, Неграмского и Сустинского. Единичные маршруты производились по отдельным площадям распространения различных фаций Мегри-Ордубадского батолита.

С помощью канав и расчисток опробовались коренные породы, вешающие соленосные формации Нахчывана. Канавы задавались по наиболее выгодным линиям, идущим вкрест простирания отложений и рудопроявлений. Изредка, по геологическим соображениям, канавы проходились вдоль простирания изучаемых пород.

Бороздовое опробование производилось в канавах, шурфах на естественных обнажениях. Канавы, обычно, опробовались по одной из стенок, редко по дну. При опробовании пород в естественных обнажениях борозда ориентировалась вкрест простирания пластов, т.е. по их мощности.

Опробование велось сплошной бороздой с учетом литологических разновидностей пород, типов и минерологического состава руд.

Длина борозды обычно равнялась 1 м, сечение 10.0х5.0 см.

Следует отметить, что бороздой опробовались и старые выработки на известных месторождениях на редкие и рассеянные элементы.

Отбор точечных и штучных проб производился на месторождениях соли в Нахчыванской мульде и на Парагачайском месторождении молибдена.

То, что рений, как изоморфная примесь, всегда присутствует в молибдените известно давно. А для выяснения наличия других редких элементов, особенно бора, в молибдените Парагачайского месторождения, было отобрано четыре точечных проб: одна из рудного исходного порошка, вторая от промежуточного концентрата, третья - от конечного концентрата и четвертая - из хвостов.

Точечным и штучным способом опробовались и месторождения соли в Нахчыванской мульде.

При этом, точечная проба состояла из нескольких пунктов опробования, расположенных по определенной сетке. Вес материалы из каждого пункта не превышал 150 г., а общий вес пробы - 5-6 кг.

На месторождении каменной соли в Нахчыванской мульде отбирались и пробы керна.

Мономинеральные пробы отбирались для изучения связи бора и других редкометалльных элементов с породообразующими минералами или минеральными ассоциациями, слагающих рудные тела. Всего было отобрано шесть проб на Парагачайском месторождении молибдена для определения содержаний бора, рения и др. элементов в молибдените. Материалом для мономинеральных проб служили крупнозернистые выделения минералов, а также молибденовый концентрат руд Парагачайского месторождения.

Крупные зерна и агрегаты рудных материалов в ступке дробились до преобладающих размеров зерен и под биноклем отделялись от других рудных и нерудных минералов. Таким образом, из каждой пробы набиралось 10-15 г. чистого минерала для спектрального анализа. Отбор гидрохимических проб производился специальным сосудом, позволяющим отбирать проб воды как вблизи поверхности, так и на глубине нескольких метров, объемом 1 л. В районе Нахчыванской мульды, где галогенные формации пользуются большим развитием, отмечены многочисленные минеральные источники с повышенной соленостью. Кроме того, общеизвестны минеральные воды этого края, используемые для бальнеологических целей. Поэтому, в этом перспективном на бор районе, анализ вод рек, озер и минеральных источников на бор и другие редкие элементы обязателен.

Аналитические работы. Рудные пробы для определения бора, а также водные и мономинеральные пробы изучались химическим анализом.

Редкие щелочи исследовались методом фотометрии пламени. А на спектральной анализ все отобранные рудные, мономинеральные и металлометричные пробы.

На минералогический анализ были подвергнуты образцы солей для определения в них минералов бора.

Необходимо отметить, что наряду с исследованием собственной соленосной толщи Нахчыванского месторождения, нами проводился ряд рекогносцировочных маршрутов в поперечных направлениях в северной части Нахчыванской мульды. Ими, кроме всего, уточнялся и стратиграфический разрез миоцена.

Некоторая часть проб подвергалась полевому лабораторному химическому анализу, но значительных результатов не было получено.

Спектральный анализ, выполненный автором в Зональной лаборатории ЦХАЛ Мингео СССР показал, что содержание элементов в геохимических пробах колеблется в следующих пределах:

литий - 0,001% (в каменной соли); 0,01% (в гипсах и глинах); стронций - 0,01-1% и больше; титан - 0,01-1%; никель - до 0,1%; кобальт - следы - 0,01%; цирконий - до 0,03%; медь, бериллий, молибден, галлий, скандий, иттрий, иттербий - следы - 0,003%.

В единичных пробах встречались цинк и лантан в пределах 0,003-0,1%. Кроме того, в большинстве проб присутствовал бор в количестве от 0,003 до 0,92% (по данным спектрального анализа), от 0,088 до 0,3% (по данным химического анализа), связанный, в основном, с гипсоносными глинами и гипсами.

Этими исследованиями вырисовывались некоторые черты размещения бора и сопутствующих ему редких элементов в палеоген - неогеновых породах Нахчыванской мульды. В частности, выяснилось, что концентрация борного ангидрида в своих величинах не зависит от собственно соленосных фаций. Наибольшие концентрации бора встречаются в

гипсоносных пелитоморфных глинах, мергелях и редко встречающихся их брекчиях, расположенных на значительных расстояниях от известных месторождений каменной соли. Дополнительные маршруты показали, что верхнесарматские и частично, ниже - средне сарматские отложения заключают в себе значительные прослои рыхлых и полурыхлых образований, погребенных вышележащими глинами, мергелями и четвертичными отложениями.

Все приведенное позволяет отнести Нахчыванскую мульду к наиболее перспективному объекту в отношении нахождения в ее отложениях промышленных объемов борного ангидрида. Кроме того, отмеченные сарматские рыхлые отложения также заслуживают детальных исследований на редкометальное оруденение.

По Парагачайскому молибденовому месторождению, все отобранные пробы были обработаны и произведены полуколичественный спектральный анализ на редкие элементы, а в отдельных случаях химический анализ на бор. Результаты спектрального анализа показали наличие следующих элементов:

- литий - сл. - 0,01%;
- стронций - 0,1-1%;
- никель - сл. - 0,03%;
- кобальт - 0,001 - 0,003 %;
- медь - сл. - 1% и больше;
- цирконий - 0,003 - 0,01 %;
- бор - 0,03 - 0,10%.

Молибден был определен в количестве до 0,03%. Химический анализ на Re для этих проб показал его содержание - 0,00012 - 0,006%.

В современных озерных и подстилающих их четвертичных отложениях проводилось ручное бурение с глубиной скважин до 15 м. Кроме того, были отобраны и бороздовые пробы.

Полуколичественный спектральный анализ этих проб на бор, литий, бериллий и германий показал, что германий вообще не содержится в данных пробах, бериллий содержится в очень незначительном количестве - до 0,001%, а бор в количестве до 0,1% (1 кг/т), причем содержание последнего увеличивается в глинах по сравнению с песками.

Для этих же проб был проведен анализ методом фотометрии пламени на окиси лития, рубидия и цезия. Результаты анализа показали, что Li_2O содержится в пробах в количестве от 0,003 до 0,01%, Rb_2O от 0,01 до 0,02%, а Cs_2O - от 0,001 до 0,01%, причем в глинах больше, чем в песках.

Приведенные выше величины концентраций борного ангидрида и др. элементов в современных озерных и подстилающих их четвертичных отложениях, в силу незначительных объемов полевых и лабораторных работ, не могут являться основанием для однозначного отрицательного решения, и исключающего перспективность дальнейших их изучений. Наоборот, в ближайшем будущем необходимо проведение дополнительных работ, с применением новых прогрессивных методов в озерных отложениях, с целью поисков промышленных концентраций бора.

5.8.1. Эндогенный тип боронакопления

Датолитсодержащие скарны развиты в северо - восточных и северных краевых частях Нахчыванской мульды. Впервые геолого - поисковые работы на бор здесь были начаты в 1959 году Кавказской комплексной геологической экспедицией в экзоконтактах миоплиоциеновых экстрוזий андезито-дацитового состава с песчано - глинистами, известково - песчанистыми и мергелистами отложениями верхнего эоцена. Сами экстрозивы г.г. Иландаг, Норашен, Алинджа и др. морфологически представляют несогласно залегающие столбообразные, куполовидные тела, размерами 2х3 км и меньше [102].

Вмещающие экстрозии андезито - дацитов осадочные породы заметно уплотнены, ороговикованы, местами скарнированы. Последние преимущественно гранат - диопсидо-эпидотового состава. В них крайне неравномерно распределены зерна датолита в количестве, колеблющемся от нескольких до 50-60%.

Содержание борного ангидрида соответственно колеблется от первых десятых долей процента до 4-6 %.

Из имеющихся, далеко не полностью собранных материалов, видно, что датолитсодержащие скарны г. Иландаг генетически могут быть связаны с магмой, давшей андезито - дациты в нижнеплиоценовое время [138].

По данным Ш.А.Азизбекова, образование куполовидных экстрозий контролировалось северо - западными глубинными разломами [18]. Они хорошо фиксируются вдоль Даррыдаг - Нагаджирской зоны разлома, которой собственно и определяются северо - восточные и юго - восточные границы Нахчыванской межгорной мульды. Здесь краевые части названной эпигерцинской мульды оказались сильно раздробленными глубинными разломами. По ним, как указывает Ш.А.Азизбеков, в обстановке интенсивных механических напряжений по принципу «filter Pressing» выжимались магматические растворы, обособившиеся в виде куполовидных и столбоподобных маломощных тел. Явно выраженная геохимическая специализация на бор для ранних постмагматических скарнообразующих производных и на халькофильные элементы более поздних гидротермальных растворов составляет характерные черты магмы, давшей плиоценовые экстрозии андезито - дацитового состава.

Указанные магматогенные и структурные особенности формирования и размещения борной минерализации вполне могут быть отнесены к рациональным поисковым критериям.

Последние должны быть учтены при постановке работы по отысканию практически интересных концентраций бора на территории расположения Нахчыванской мульды.

Следует отметить, что турмалин с мелкочешуйчатыми агрегатами мусковитоподобного серицита обнаружен в некоторых пунктах Мегри - Ордубадского массива.

Какие либо количественные определения в части содержания борного ангидрида в этих турмалиноносных комплексах, к сожалению не производились. Между тем, интересно привести данные, полученные лабораторией профессора И.С.Берлина о содержании борного ангидрида в составе мономинерального турмалинового образца из Кедебекского района:

SiO₂ - 34,56%

Fe^{II} - 8,87%

K₂O₃ - 38,64%

B₂O₃ - 9,57%

MgO - 8,36%

Следует также отметить, что в качестве косвенного доказательства накопления промышленных концентраций бора в третичных отложениях Нахчыванской мульды могут служить вышеописанные датолитсодержащие скарны г. Иландаг.

Здесь, экструзия андезито-дацитов нижнеплиоценового возраста несомненно питалась концентрацией бора, накопившейся еще в лагунно-морских отложениях олигоценового и особенно миоценового бассейнов.

Щелочной состав экструзивного магматизма, в свою очередь явился благоприятным фактором, резко повышающим растворимость борных соединений. Известно, что при сугубо амфотерных наклонностях бора, его соединения предельно растворимы при показателях потенциалов водородных ионов от 2-2.5 (кислая среда). В связи с этим, в экструзивных вулканических образованиях в виде трахилипаритов, слагающих лакколитовые поднятия, могло иметь место промышленное накопление бора. Вероятно, такая петрохимическая связь борной минерализации с верхнетретичным вулканизмом в краевых зонах эпигерцинских депрессий, сочленяющаяся с альпийскими геосинклиналями, может быть принята как один из надежных поисковых критериев на бор. Известно, что в почти аналогичных геолого - тектонических условиях образовались датолитсодержащие скарны гранитоидных интрузий Малого Кавказа.

Полученные нами скудные данные об эндогенного типа бороносности края все же позволяют констатировать, что возможные бороносные промышленные формации в виде датолитсодержащих скарнов Нахчывана генетически связаны с позднетретичным вулканизмом умеренно кислого и щелочного состава. Этот тип боранакопления развит в местах проявления блоковых нарушений палеозойского фундамента, которые в свою очередь контролировали развитие позднемиоценового вулканизма.

5.8.2. Экзогенный тип боронакопления

Нахчыванская мульда в своем формировании, в основном контролировалась геолого-тектонической природой палеозойского фундамента. Она от граничащей с ней Ереванско - Ордубадской геосинклинальной складки отделяется глубинной зоной разлома, также осложненной рядом боковых разрывов. Вдоль этой зоны развиты гипабиссальные интрузии и некоторые экструзии. Все они по возрасту датируются как нижний плиоцен (Ш.А.Азизбеков, 1954)

Специализированные геолого-поисковые и поисково-ревизионные работы на бор в пределах мульды проводились в 1958 г. Азербайджанским геологическим управлением и в 1959 - 64 г.г. Кавказской комплексной геологической экспедицией с участием автора настоящей работы. Анализ материалов, собранных в результате этих работ с учетом данных наших исследований, показывает, что площадь мульды, в смысле ее бороносности, пока еще не получала своей однозначной оценки.

В геологическом строении мульды принимают участие, как было отмечено выше, в основном вулканогенно-осадочные породы олигоцена и значительные по своим мощностям миоценовые лагунно-морские отложения. Последние почти полностью слагают Нахчыванскую мульду и они содержат промышленные месторождения каменной соли.

Как показали поисковые и геоботанические исследования Централизованной экспедиции при Геологоразведочном тресте, а также систематизация существующих материалов, наиболее повышенные концентрации борного ангидрида в пределах центральной части Нахчыванской впадины отмечаются на участке Дюзчай. Последний сложен верхним и отчасти ниже и среднесарматскими зеленовато - желто - серыми глинами с прослоями галопелитовых образований, гипса и мергелей. Мощность верхнесарматских отложений достигает около 260 м. Помимо гипса в них отмечаются прослои (до 0,1 м) каменной соли. Эти

отложения образуют синклинальную складку антикавказского субмеридионального направления.

Породы в крыльях синклинали имеют пологое (до 5^0), а в осевых частях крутое ($35-40^0$) падение.

В солеродных (каменная соль, гипс и ангидрид) верхнесарматских отложениях довольно четко выделяются нижняя, собственно каменносолевая свита и верхняя гипсоносная с ангидридом свита. При этом, мощность нижней свиты составляет порядка 90-100 м, а верхней - 170 м.

Из этих свит наиболее бороносной оказалась верхняя, образования которой во времени отвечает позднесарматскому. Видимо сильно кислая среда, имевшая место в период отложения нижней соленосной свиты, впоследствии сменилась слабокислой, вплоть до нейтральной. Этому предшествовало небольшое накопление сульфатов кальция, которое в последствие уступило место карбонатным соединениям. В этот докарбонатный период отложений и имело место относительно большое накопление борного ангидрида. Из этого следует, что цикл солеродной седиментации уже в период отложений вышеуказанных фаций верхней свиты весьма благоприятствовал накоплению борных соединений.

Однако, диапазон существования данного бороносного интервала оказался ничтожным в силу общей тектонически мобильной обстановки самого верхнесаматского бассейна. В результате этого, объемы и величины концентрации борного ангидрида имеют незначительные размеры.

Так, мощность пластов с повышенной бороносностью составляет от 0,15 до 0,6 м для мергелей, от 3 до 5 м - для глин и от 4 до 5 м для соленесущих илистых материалов. Содержание борного ангидрида по данным калориметрирования серно-кислородного фильтрата в этих отложениях колеблется от сотых до первых десятых долей процента. Пласты пород с подобными концентрациями борного ангидрида по простиранию прослеживаются до 2-3 км и по падению до 0,5 - 1 км.

Интересен стратиграфический разрез описываемой верхней свиты, которая подразделяется на более или менее фациальные индивидуализированные пачки.

Последние снизу вверх представляются таким образом (текст из описания геолога О.Наибова с некоторыми нашими поправками).

Пачка 1. Зеленовато и желтовато - серая, слегка тонко - песчанистые глины с прослоями мергелей, гипса и ангидрида. Прослой мергелей увеличиваются вниз по разрезу и, как правило, каждый из них завершается тонкими (до 0,02 - 0,03 м) коржиками гипса. Нижняя часть пачки сложена сильно загипсованными тонкозернистыми песчаниками, мощностью до 1,5 - 2 м. Мощность же всей пачки составляет 30 м.

Пачка 2. Разнозернистые, сильно загипсованные и во многих местах гравелистые песчаники с переходами в мелкообломочные конгломераты, с прослоями зеленовато - и желтовато - серых глин, мощностью 0,3 - 3 м. Мощность пачки 45 м.

Пачка 3. Те же зеленовато - и желтовато - серые глины с прослойками гипса и ангидрида, мощностью 15 м. Верхние слои глин заметно запесочены и более гипсоносны (мощность 0,10 - 0,15 м).

Пачка 4. Сильно загипсованные тонкозернистые слабо глинистые песчаники, мощностью 5-6 м. Вверх по разрезу через 2-х метровой слой глины зеленовато - серого цвета. Песчаники переходят в грубозернистые, гравелитовые разности с меньшей загипсованностью (мощность 8 м).

Пачка 5. Желтые, зеленовато - серые глины с прослоями (0,5 - 0,6 м) загипсованных

песчаников и мергелей. Мощность пачки до 20 м.

Пачка 6. Слабо или вовсе не отсортированные разномерные загипсованные песчаники, гравелитовые песчаники, гравелиты вплоть до мелкообломочных конгломератов с прослоями (0,3-0,5 м) желтовато - серых глин с редкими включениями гипса. Мощность пачки составляет 18 м.

Пачка 7. Глины желтовато - серые и серовато - зеленого цвета с прослоями и мелкими включениями гипса. С появлением в верхних горизонтах запесоченных участков увеличивается количество прослоев гипса. Мощность пачки 25 м.

Пачка 8. Песчаники, местами переходящие в гравелиты и мелкообломочные конгломераты, слабо загипсованы. В зависимости от уровня эрозионного среза мощность пачки колеблется от 3-х до 10 м.

В связи с вышеуказанной природой неоднородного развития Нахчыванской впадины, всецело регулируемого структурным строением палеозойского фундамента, распространение верхней свиты также неравномерно. Оно наиболее развито вдоль балки р. Дюзчай. Содержание борного ангидрида несколько повышается в нижних горизонтах свиты (пачки 1 и 2), которые хорошо обнажены вдоль названной балки. Оно колеблется от 0,05 до 0,2% и в отдельных случаях до 0,3 - 0,4%. Такое содержание борного ангидрида фиксируется в галопелитах, глинах и мергелях.

Минералогическая форма нахождения борного ангидрида, несмотря на ряд микроскопических исследований проведенных нами, пока что не определена, за исключением некоторых и то сомнительных случаев.

Таковым является, описанный минерологом Кавказской комплексной геологической экспедиции У.Эфендиевым колеманит в шлифах, изготовленных из образцов отобранных нами в районе балки Дюзчай. Этот минерал образует мелко - призматические кристаллы, вытянутые по оси «а» размером от десятых и до сотых долей мм. Он бесцветен со слабо лавандово-серым оттенком с показателем преломления в пределах 1,58 - 1,59 (определение произведено иммерсионной жидкостью).

Интерференционная окраска минерала имеет зеленовато - синий цвет 2-го порядка $N_g - N_p = 0,028$. Погасание прямое и положительное в отношении второго пинакоида. Величина угла оптических осей в двух определениях не превышала $30-32^\circ$, что на 6° меньше, чем у типичного колеманита.

Колеманитовые выделения в общей пелито-гипсоносной массе фиксируются несколькими единицами. В остальных случаях минеральные соединения бора не были фиксированы. Однако, на ряде обнажений вышеописанных галопелитов, мергелей и глин нижней и верхней свиты вдоль балки Дюзчай были отмечены выцветы, корки и натёки белого порошковидного агрегата борного ангидрида в массе гипса и землистого материала.

Содержание борного ангидрида в этих агрегатах, по данным калориметрирования, достигало 0,5 - 0,8%.

Кроме того, в пластовых водах, омывающих бороносные глины, мергели и галопелиты, содержание борного ангидрида составляет 1,5 - 2,5 г/л. Видимо, такое высокое содержание борного ангидрида возникло за счет растворения указанных бороносных пород нижней и верхней свит.

Рядом поисково - ревизионных скважин, пробуренных в районе балки Дюзчай «Азкоптажминводоём» на глубине от 70 до 150 м установлено резкое убывание, почти до кларковых значений, концентрации борного ангидрида. Замечено, что с появлением прослоев каменной соли в пробуренных породах содержание борного ангидрида резко уменьшается. Помимо кернов, определение этого компонента производилось и в промывочных водах скважин. В них содержание борного ангидрида также уменьшалось с глубиной и появлением рассолов каменной соли.

Таким образом, заканчивая этот краткий обзор данных исследований борной минерализации в верхнетретичных лагунно - морских галогенных отложениях Нахчыванской мульды, следует отметить:

1. Наиболее бороносными породами являются верхнесарматские солеродные отложения, развитие которых в пределах гетерогенно сложенной мульды возможно в более глубоких депрессиях или тектонических провалах.

Для выявления бороносных горизонтов верхнего сармата необходимы по всей мульде детальные геолого-структурные исследования.

2. В силу того же неравномерного прогибания Нахчыванской впадины весьма возможно появление богатых бором горизонтов и в более древних лагунно-морских отложениях.

3. В качестве весьма надежного поискового метода могут быть применены геоботаническое, биогеохимическое или гидрохимическое опробование.

Первые наблюдения в этой части показывают, что зональное распределение растительности и различные концентрации борного ангидрида в водах обусловлены исходным содержанием бора в коренных породах верхнего сармата.

4. В качестве косвенного доказательства о накоплении промышленных концентраций бора в палеоген-неогеновых отложениях Нахчывана могут служить датолитсодержащие скарны г. Иландаг. Здесь, экструзии андезито-дацитов нижнеплиценового времени несомненно питались концентрацией бора, накопившейся еще в лагунно-морских отложениях олигоценового и особенно миоценового бассейнов.

5.8.3. Бор в галогенных отложениях миоцена Нахчыванской мульды

Галогенная формация является благоприятной средой для накопления практически интересных концентраций ряда микроэлементов. К ним относятся, прежде всего, бор, рубидий, цезий, стронций и др.

В связи с этим с учетом общеизвестной зараженности пород Нахчыванской мульды бором целесообразно изучение галогенных отложений с точки зрения выявления геолого-геохимических условий миграции, распределения и накопления указанного элемента. Геолого-структурная характеристика галогенных отложений и размещенных в них залежей каменной соли - Дуздаг, Неграм, Сустинск дана в некоторых монографических работах [16, 91].

Наличие месторождений каменной соли, ныне разрабатываемых и предполагаемых к эксплуатации, является одним из экономически благоприятных факторов комплексной разведки галогенных формаций Нахчывана, как важных концентраторов редких и рассеянных элементов. Галогенные формации миоцена изученного района своим происхождением обязаны аридному режиму осадконакопления, обусловленному лагунно-морскими условиями палеобассейна.

Изучение микрокомпонентов в галогенных отложениях Нахчыванской мульды проводилось на шахтном поле Дуздагского месторождения. Район месторождения сложен миоценовыми, древнечетвертичными и современными отложениями (рис.35).

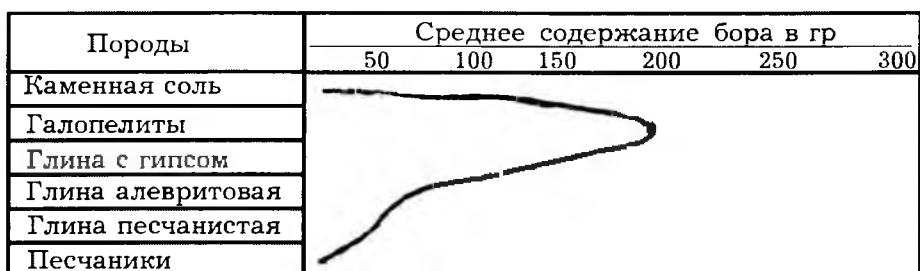


Рис.35. График зависимости содержания бора от пород галогенной формации

Миоценовые отложения расчленены на 6 свит (N^1_1 , N^2_{1t} , $N^2_{1t^2}$, N^2_{1S1-2} , $N^3_1S^1_2$, N^1_3 , S^2_3). Пласты каменной соли приурочены к пятой свите $N^3_1S^1_2$, толща которой сложена зеленовато - бурыми, буро - серыми и сиреневыми глинами с редкими прослоями песчаников и гипса, мощностью до 0,1 - 0,3 м. Глины преимущественно песчанистые и известковые. Каменная соль залегает тремя пластами, мощностью до 10 - 12 м, разделенных 9-метровой пачкой плотных тонкослоистых глин. Эти глинистые пропластки насыщены солью и гипсовыми слоями и представляют собой типичные галопелиты. Общая мощность свиты составляет 107 м. Пробы, отобранные из всех разновидностей пород, слагающих Дудзагское месторождение, были подвергнуты количественному спектральному анализу на бор.

В таблице 46 показано распределение бора в соленосной толще миоцена Нахчыванской мульды.

Таблица 46

*Распределение бора в галогенных отложениях
Дудзагского месторождения каменной соли*

Породы	Опробованная мощность, м	Число анализов	Содержания бора в г/т			Коэффициент концентрации	S	V, %
			Пределы		среднее			
			от	до				
Песчаники	18	4	5	50	25	0,25	8,75	35
Галопелиты	120	12	50	550	200	2,0	160	80
Каменная соль	48	5	н/о	8	3	-	1,2	40
Глина зеленовато-серая с гипсом	18	4	40	270	145	1,45	65,25	45
Глина алевритистая, желтовато-серая	18	4	10	90	36	0,36	10,80	30
Глина темно-серая с буроватым оттенком, песчанистая	15	4	10	50	27	0,27	5,94	22

Из таблицы следует, что весь комплекс пород, слагающих месторождение, характеризуется наличием бора. Концентрация бора колеблется от 8 до 550 г/т, а величины среднего содержания его - от 3 до 200 г/т. Минимальное содержание бора отмечалось в каменной соли, а максимальное - в галопелитах. Глинистая фация выражена несколькими

разновидностями и все они отличаются повышенной бороносностью - от 10-до 270 г/т. Так, алевроитистые разновидности показывают значения 10 - 90 г/т, а глины, включающие пропластки гипса, - 270 г/т.

Данные статистических параметров, величина среднеквадратического отклонения (S) и коэффициент вариации (V) также подчеркивают выявленную изобретательность распределения бора в отложениях миоцена. В частности, породы с высоким содержанием бора характеризуются высоким коэффициентом вариации (45%).

На рисунке 35 наглядно видна тенденция накопления бора в определенных типах пород. Такая связь объясняется, очевидно, образованием в галопелитах собственных минералов бора (возможно, бура), что необходимо установить более детальными методами.

Вышеизложенное дает нам основание утверждать, что максимальная концентрация бора в галогенных отложениях Нахчыванской мульды контролируется глинистостью и гипсоносностью, обладающими еще и высокими сорбционными свойствами. Отсюда следует, что нахождение повышенных концентраций бора в галогенных отложениях Нахчывана вызывает практический интерес к ним, как к важному источнику сырья на бор.

5.8.4. Бор в бокситах Нахчывана

Первые определения бора в бокситах выполнялись В.М.Гольдшмитом и К.К. Петерсом [1938] с целью проверки выдвинутого ими тезиса о талассофильности бора в породах, обогащенных глиноземом. Полученные данные полностью подтвердили обогащение глиноземистых морских осадков бором за счет морской воды, так как в изученных ими бокситах - продуктах элювиально-латеритного происхождения, несмотря на высокую их глиноземистость, бор присутствовал в незначительных количествах (табл. 47).

Таблица 47

Содержание бора в бокситах различных регионов мира, г/т

Местонахождение бокситов	Число определений	Среднее содержание	Автор, год
Франция	1	3,3	В.М. Гольдшмидт, К. Петерс, 1936
США	2	1,7	-«-
Гвиана	3	1,7	-«-
США	4	28,5	Г. Хардер, 1965
Гвиана	1	30,0	-«-
Германия	1	45,0	-«-
ВНР	3	68,3	-«-
Греция	1	70,0	-«-
Франция	1	40,0	-«-
РФ (Тихвинск, Дибодамск)	2	90,0	В. Барсуков, 1968
РФ (Черемховск)	3	150,0	-«-
РФ (Мягк.)	1	180,0	-«-
Нахчыван	3	95	Н.И. Бабаев, 1983
Среднее по всем бокситам	2	59,0	

Проведенные нами исследования бора в бокситах Нахчывана были направлены на решение следующих задач:

- Количественной оценки поведения бора при элювиально-латеритном выветривании не только магматогенных пород, изученных в прошлом упомянутыми авторами и сравнительно недавно Г. Хардером [147], но и в осадочных глиноземистых морских отложениях, в данном случае - глинистых и других породах, слагающих бокситоносные площади Нахчывана.

- Изыскание возможностей использования полученных количественных геохимических характеристик распределения бора для генетической интерпретации самих бокситов и их прогнозирования.

Бокситы, по данным поисковых работ Нахчыванской геологоразведочной экспедиции, представлены, в основном, глинистыми и песчано-глинистыми породами, преимущественно, красноцветной и серовато-бурой окраски. Они прослеживаются в виде пласта, протяженностью около трех километров, мощностью до 12 м, приуроченного к основанию карбонатных пород верхней перми в пределах северо-западной части Нахчывана.

Настоящие исследования базируются на результатах 13 спектральных и 26-ти химических анализов с чувствительностью, достаточной для исключения пропусков возможных аномальных концентраций бора в изученных отложениях.

Существующие аналитические материалы по бору в бокситах различных регионов мира (табл.47) показывают весьма разнообразные уровни распределения этого элемента, что, как нам представляется, обусловлено генезисом и составом бокситов и бокситоносных пород. Содержание бора в бокситах, как видно из табл.42, составляет от 1,7 до 180 г/т и в среднем - 59,03 г/т. Минимальные концентрации элемента чаще всего приходится на бокситы, анализированные В.М.Гольдшмидтом и К.К.Петерсом [76] и позже Г.Хардером [147], а максимальные - на бокситы, изучение В.Барсуковым [60]. Любопытно, что приведенное выше значение среднего содержания бора в бокситах, опробированных упомянутыми авторами, оказалось близким к величине (г/т), полученной нами по Нахчыванским бокситам (табл. 48).

Ознакомившись с аналитическими данными бора в бокситах по табл.47, следует отметить, что повышенные концентрации этого элемента приурочены к бокситам осадочно-морского происхождения или к тем их разностям, которые образовались за счет латеритно-элювиального выветривания морских глинистых отложений. Известно, что эти морские глиноземистые породы обычно обогащены бором за счет его повышенных концентраций в морской воде. Поэтому Тихвинские и другие бокситы, образованные за счет выветривания таких морских отложений, изученные В.Барсуковым, по сравнению с бокситами, анализированными В.Г.Гольдшмидтом, К.К.Петерсом и Г. Хардером, и не связанными с морской фацией оказались обогащенными бором. Помимо талассофильности, столь повышенными концентрации бора в указанных бокситах типа Тихвинских, по нашему мнению, обусловлены тем, что в условиях элювиально-латеритного выветривания морских глинистых отложений возникают щелочные среды, благоприятные для боронакопления. Процессы в таких средах протекают с обогащением исходных пород бором с выносом кремнезема, щелочей, щелочных земель и других компонентов.

Аналитические данные весьма отчетливо подчеркивают зависимость бора от содержания в бокситах глинозема и кремнезема (табл.48).

B, Al₂O₃ и SiO₂ в бокситах Нахчывана

Породы	Содержание B, г/т	Al ₂ O ₃ %	SiO ₂ %	$\frac{Al_2O_3}{SiO_2}$
Бокситы красноцветные	65	50,64	11,50	4,4
-«-	46	36,89	14,24	2,4
-«-	95	49,02	16,02	3,1
-«-	80	47,22	15,44	3,0
Пределы и средние	<u>46-95</u>	<u>36,89-50,64</u>	<u>11,50-16,02</u>	<u>2,6-4,4</u>
	71,5	45,91	14,27	3,27
Бокситовые породы	40	34,57	23,96	1,4
-«-	50	41,92	24,02	1,8
-«-	65	37,08	31,59	1,2
-«-	70	27,71	34,37	0,8
-«-	60	36,26	34,73	1,0
-«-	70	43,83	34,86	1,2
-«-	65	41,60	35,63	1,1
-«-	45	41,55	38,16	1,1
-«-	35	33,64	36,7	0,7
Пределы и средние	<u>35-70</u>	<u>27,71-41,92</u>	<u>23,96-38,16</u>	<u>0,7-1,8</u>
	55,5	37,57	32,66	1,1
Пределы и средние (общ.)	<u>35-95</u>	<u>27,71-50,64</u>	<u>11,50-38,16</u>	<u>0,7-4,4</u>
	60,35	41,25	23,46	1,8

Прежде всего следует отметить, что по содержанию этих компонентов и величине отношений Al_2O_3/SiO_2 первые четыре пробы 1, 2, 3 и 4 могут быть отнесены к бокситам. В них величина этого отношения составляет от 2,6 до 4,4 и в среднем - 3,27, что вполне отвечает бокситам известных месторождений. В изученных бокситах концентрация бора колеблется от 46 до 95 г/т и в среднем составляет 71,5 г/т.

Это на 10 г больше среднего содержания элементов в бокситах других регионов (табл.47). В бокситовых породах значение Al_2O_3/SiO_2 колеблется от 0,7 до 1,8 и в среднем составляет 1,1. В них содержание бора варьирует от 35 до 70 г/т и в среднем составляет - 55,5 г/т.

Максимальная концентрация бора наблюдается в богатых глиноземом бокситах. Бокситы с содержанием глинозема в них от 36,89 до 50,64% и в среднем - 45,94% являются носителями наибольших концентраций бора от 46 до 95 г/т и в среднем - 71,5 г/т.

Бокситовые породы, содержащие глинозем от 27,71 до 43,83% и в среднем - 37,71%, отличаются сравнительно меньшими концентрациями бора - от 35 до 75 г/т и в среднем - 55,5 г/т. Среднее же содержание глинозема во всех изученных бокситах и бокситовых породах Нахчывана составляет 40,15%, а бора - 60,5 г/т. Все эти цифры весьма отчетливо иллюстрируют прямую коррелирующую связь между концентрациями глинозема и бора в изученных породах. Эта близость для кремнезема и бора в бокситах и бокситовых породах отсутствует. Так, бокситы с указанными повышенными концентрациями глинозема и бора в них содержат минимальные содержания кремнезема - от 11,5 до 16,02% и в среднем - 13,92%. В бокситовых породах, с наименьшим содержанием бора и глинозема, наблюдаются относительно повышенные концентрации кремнезема от 23,96 до 38,16% и в среднем - 32,66%.

Отмеченные черты связи глинозема с бором и кремнезема с глиноземом в бокситах выражены в статистических параметрах в виде коэффициентов ранговой корреляции с 5%-ным уровнем значимости (табл.49).

Таблица 49

Коэффициенты ранговой корреляции бор-глинозем и глинозем-кремнезем в бокситах

Порода	Бор - Al_2O_3	Al_2O_3 - SiO_2
Бокситы красноцветные	+0,75	-0,50
-«-	+0,55	-0,35
-«-	+0,65	-0,25

Из данных таблицы 49 видно, что корреляционная связь между концентрациями в паре бор-глинозем в бокситах существенно положительна, а в паре глинозем-кремнезем отрицательна.

Повышенные содержания бора в бокситах Нахчывана связаны с вхождением атомов бора в виде примесей в решетки алюминия, железа и галлия и накоплением его совместно с последними в элювиальных продуктах коры выветривания, в новообразованиях каолиновой зоны. Кроме того, необходимо учесть, что среди пород коры выветривания и области седиментации широко распространено аутигенное образование и глинистых минералов. Это четко прослеживается на территории Нахчыванской АР, так как здесь происходят процессы, свойственные ариднему литогенезу, где в водных растворах могут присутствовать продукты конечного гидролиза. В этом случае бор активно участвует в окислительно-восстановительных реакциях в четырехвалентном состоянии, образуя активных, отрицательно зараженных комплексов иона $(\text{BO}_4)^{5-}$, ассоциирующих с гидролизатами и глинистыми минералами.

Повышенные содержания бора в бокситах Нахчывана связаны с вхождением атомов бора, в виде примесей, в структурную решетку алюминия и накоплением его в элювиальных продуктах коры выветривания.

Таким образом, изучение поведения бора в бокситах Нахчыванской области позволило:

- установить уровни и средние содержания бора в бокситах Нахчывана и сравнить их с таковыми зарубежных стран;
- выявить избирательность в распределении бора в бокситах. Бокситы, образованные за счет глинистых морских отложений существенно обогащены бором по сравнению с бокситами, обязанными своим происхождением континентальным глинистым породам, образованным в зоне гипергенеза;
- предположить, что процесс латеритно-элювиального выветривания глинистых морских отложений протекает в щелочной среде, явно мобилизирующей концентрации бора в бокситах;
- сделать заключение о том, что полученные данные по распределению бора в бокситах могут быть использованы для генетических интерпретаций и прогнозирования бокситов в аналогичных условиях других регионов.

5.8.5. Бор минеральных вод Нахчывана

Прежде чем перейти к рассмотрению вопроса о наличии борных соединений в минеральных водах области, несколько слов о гидрогеологической характеристике региона.

Гидрологические условия территории Нахчывана освещены в ряде опубликованных и фондовых материалах [19], откуда следует, что основные источники водопроявлений отмечаются лишь на участках, связанных с тектоническими нарушениями и зонами дробления, к которым и приурочены все известные месторождения минеральных вод Нахчывана.

Скважины, пробуренные на пресную воду в пределах Джульфинской наклонной равнины, показали наличие пресных вод, уровень которых устанавливается на 25–26 м ниже поверхности земли. Питание грунтовых вод осуществляется за счет инфильтрации атмосферных осадков, а в более низких частях равнины и за счет подруслового потока р. Араз [39]. Химический состав грунтовых вод области весьма разнообразен. В горных и предгорных районах, грунтовые воды большей частью пресные с минерализацией до 1 г/л. На равнинах участках минерализация грунтовых вод различная. Известны здесь и совершенно пресные воды, слабосоленоватые воды с минерализацией до 3 г/л и сильно засоленные воды.

Напорные воды в пределах области изучены недостаточно. Артезианские скважины, пробуренные в пределах наклонных равнин не дали положительных результатов, т.к. вскрытые водоносные горизонты были слабо водообильными.

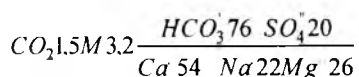
Что касается собственно минеральных вод, то в пределах Нахчыванской АР они развиты чрезвычайно широко и представлены разнообразными типами.

Наиболее известными месторождениями минеральных вод Нахчывана являются Сираб, Бадамлы, Вайхир, Нагаджир, Гемюр, Лякатах, углекисло - мышьяковистые воды Дарыдагского месторождения.

Месторождение минеральных вод Сираб находится в 3 км к северо - востоку от сел. Сираб (15 км от г.Нахчыван). Оно сложено мергелями и известковистыми песчаниками эоцена. По своему химическому составу, минеральные воды Сираба делятся на три типа.

I тип - близкий к водам Северного Кавказа (типа Нарзан). Вода углекислая, гидрокарбонатная, натриево - кальциевая. Температура воды около 20⁰С, общий дебит 1200 м³/сутки.

Полный химический анализ этого типа воды из одной их скважин (№ 9), выполненный в Зональной лаборатории ЦХАЛ в 1965 году, показал следующую формулу химического состава:



Приведенные данные немногим отличаются от таковых, приведенных другими исследователями по водам из этого же месторождения.

Содержание метаборной кислоты (HBO₃) - 0,7695 г/л.

II тип - вода, близкая к известному типу вод «Боржом».

По химическому составу она углекислая, гидрокарбонатная, натриевая. Температура воды - 18–23⁰С.

Формула химического состава, выполненная вышеуказанной лабораторией, следующая:

$$CO_2 0,8 \text{ М } 6,9 \frac{HCO_3^- 70 \quad Cl^- 18}{Na 67 \quad Ca 27}$$

Содержание метаборной кислоты - 0,5824 г/л.

III тип - минеральная вода, близкая к водам «Арзни».

По химическому составу углекислая, гидрокарбонатная, хлоридно - натриевая, с температурой 28°C.

Формула, для определения химического состава данной минеральной воды:

$$CO_2 1,1 \text{ М } 2,86 \frac{Cl^- 70 \quad SO_4^{2-} 50}{Na 85}$$

Содержание метаборной кислоты - 0,7981 г/л.

Бадамлинское месторождение расположено на юге селения Бадамлы (25 км севернее г. Нахчыван). И на этом месторождении выходы вод приурочены к зонам тектонических нарушений. Температура воды источников около 17°C.

В районе месторождения находятся многочисленные источники, а также две скважины, пробуренные экспедицией «Азгеокаптажминвод». Химический анализ вод, отобранных в 1968 году из этих скважин, показал следующее:

По скважине № 1, минеральная вода с температурой около 20 °С. Вода имеет следующую формулу:

$$CO_2 1,57 \text{ М } 4,1 \frac{HCO_3^- 71 \quad Cl^- 20 \quad SO_4^{2-} 9}{Na 48 \quad Ca 40 \quad Mg 16}$$

Содержание метаборной кислоты - 0,8476 г/л.

По скважине №2 - вода углекислая, минеральная, с температурой 21 °С.

Вода имеет следующую формулу:

$$CO_2 1,5 \text{ М } 1,9 \frac{HCO_3^- 62 \quad Cl^- 21}{Na 68 \quad Ca 28}$$

Содержание метаборной кислоты - 0,7281 г/л.

Минеральная вода, отобранная в 1982г. из источника №5, расположенного на дне карстовой воронки с большим дебитом, характеризовалась следующим составом:

$$CO_2 1,1 \text{ М } 2,9 \frac{HCO_3^- 62 \quad Cl^- 22}{Na 68 \quad Ca 27}$$

Содержание метаборной кислоты - 0,7687 г/л.

Минеральная вода, отобранная из источника №2 (200 м выше источника №5) в 1982 г. выходит из мергелистого известняка.

Вода углекислая, хлоридно - гидрокарбонатная, натриевая, с минерализацией 6,2 г/л.

Химический состав воды выглядит так:

$$CO_2 1,4 \text{ М } 4,8 \frac{HCO_3^- 49 \quad Cl^- 32}{Na 63 \quad Ca 27}$$

Содержание метаборной кислоты - 0,8192 г/л.

Углекисло - мышьяковистые воды Дарыдагского месторождения выходят на поверхность в 8 км к северу от гор. Джульфа, в долине Шорсу - дара. До недавнего времени здесь наблюдалось около 20 постоянно действующих источников. В связи с бурением вблизи источников буровых скважин, большинство из источников теперь не функционируют.

*Химические анализы минеральных вод "Дарыдага" (данные по
Р.И.Аликулиеву) температура на устье 52⁰ С*

В одном литре содержится	Количество, г	мг-экв.	экв. %
Катионы			
NH ₄ ⁺	не обнаружены		
K ⁺	0,2200	5,63	1,75
Na ⁺	6,8749	298,91	91,84
Mg ⁺⁺	0,1157	9,51	2,95
Ca ⁺⁺	0,1576	7,86	2,44
Fe ⁺⁺	0,0020	0,07	0,02
Fe ⁺⁺⁺	не обнаружены		
Al ⁺⁺	не обнаружены		
Mn ⁺⁺	не обнаружены		
Ce ⁺⁺	не обнаружены		
CO ⁺⁺	0,0000004		-
Ni ⁺⁺	не обнаружены		
Pb ⁺⁺	0,00003		-
Zn ⁺⁺	0,00004		
Ti ⁺⁺⁺⁺	не обнаружены		
Сумма катионов	7,3702	321,98	100,0
Анионы			
F ^l	0,00012	0,01	-
Cl ^l	7,3748	207,97	64,59
Br ^l	0,0211	0,26	0,08
J ^l	0,0059	0,05	0,02
SO ₄ ^{ll}	0,9643	20,08	6,24
HCO ₃	5,7096	93,07	29,07
HPO ₄	0,0006	0,01	-
NO ₂	не обнаружены		
NO ₃	не обнаружены		
Сумма анионов	14,0464	321,98	100,00
Сумма ионов	21,4166		
CO ₂	0,5810		
H ₂ SiO ₃	0,0325		
H ₃ AsO ₃	0,0370		
Метаборная к-та	0,9192		
Общая минерализация	22,4053		
Сухой остаток при 180 ⁰	19,5683		

Суммарной дебит действующих скважин 4600 м³/сутки.

Температура вод месторождения меняется от скважины к скважине от 17⁰-до 52⁰ С.

Мышьяковистые воды Дарыдагского месторождения наиболее бороносны. В некоторых скважинах, пробуренных экспедицией «Азгеокаптажминвод», содержание метаборной кислоты доходит до 1 г/л.

Полный химический анализ минеральных вод месторождения, произведенных лабораториями конторы Геоминвод и «Азгеокантажминвод» приведен в таблице 50.

Гемюрская группа минеральных вод расположена вдоль левого берега реки Гемюрчай, в 3 км от с. Гемюр. Вода выходит из ранее образованных травертинов, лессовидных отложений. Температура воды 15-20 °С. Дебит одного источника равен 9 м³/сутки. Присутствует значительное количество серы. Общая минерализация воды исследуемого источника (№ 1) 3,6 - 3,9 г/л. Воды источников используются как лечебные от ревматизма и чесотки; имеются естественные бассейны грязи, насыщенные серой, железом и бромом, также используемые для бальнеологических целей.

Содержание метаборной кислоты, в пробе воды, отобранного из источника № 1 - 0,8412 г/л.

Нагаджирская группа минеральных вод расположена в 17 км на северо-восток от гор. Нахчыван. Большинство источников находится у основания одноименного небольшого лакколита. Воды источников интенсивно отлагают травертин. Самый мощный источник имеет дебит не более 3,0 м³/сутки, при температуре воды 27°С.

Общая минерализация воды около 5,5 г/л. По химическому составу она близкая к известному «Ессентуки № 17»

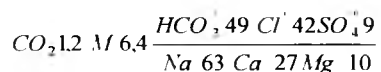
По данным химического анализа, выполненным лабораторией «Азгеокантажминвод» в водах Нагаджирской группы источников отмечено довольно высокое содержание борной кислоты (H₃BO₃), достигающее до 200 мг/л, что свидетельствует о связи этих вод с ювенильными водами.

К сожалению, пробы воды, взятые нами из источников в 1986 году и анализированные на борную вытяжку не дали положительных результатов.

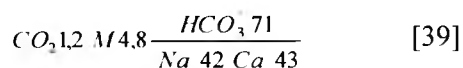
Минеральные источники Вайхир расположены у сел. Вайхир. Эти воды приурочены к одной той же тектонической зоне, с которой связаны и вышеописанные Бадамлинские и Сирабские источники. Видимо, только с этим и связана однотипность их химического состава. На площади функционируют как источники, так и скважины, пробуренные для увеличения дебита воды, «Азгеокаптажминвод»ом.

Вода углекислая, хлоридно - гидрокарбонатная, кальциево - натриевая, с температурой воды 18-20°С.

Химический состав выражен следующей формулой:



Скважиной №7 получена вода с дебитом около 210 тыс. литров в сутки. Формула химического состава данной воды несколько отличается от таковых других скважин и источников:



Содержание метаборной кислоты - 0,5706 г/л.

На основе проведенных работ в Нахчыванском регионе по проблеме бороносности территории, можно сделать следующее заключение:

1. Максимальные содержания бора в галогенных отложениях Нахчыванской мульды контролируются глинистостью комплекса пород, обладающими высокими сорбционными свойствами.

2. Установленные повышенные концентрации бора в галогенных отложениях района вызывают практический интерес к ним, как эффективному источнику борного сырья.

3. Выявлена избирательность в распределении бора в бокситах Нахчывана. Бокситы, образованные из морских глин существенно обогащены бором, чем бокситы, связанные с континентальными глинистыми породами.

4. Предполагается, что процесс формирования латеритно - элювиального комплекса глинистых морских отложений протекает в щелочной среде, приводящей концентрированию бора в бокситах.

5. Большинство исследованных минеральных источников Нахчывана, в химическом составе своих вод содержат повышенная концентрации бора в виде борной и метаборной кислот, местами достигающих соответственно до 200 мг/л и 1 г/л, (Нагаджирские и Дарыдагские источники).

Перечисленные результаты проведенных исследований определяют основные направления работ в ближайшем будущем. В частности, они заключаются в:

- детальном изучении миоценовых отложений на бор и сопутствующим ему редким элементам в пределах Нахчыванской мульды. Уточнении вещественного состава фаций, несущих повышенную концентрацию бора, а также минеральной формы распространения его в Нахчыванской мульде и прилегающих к ней участках;

- выяснении органической связи борных соединений с бокситами, с уточнением коэффициентов ранговой корреляции бор - глинозем и глинозем - кремнезем в бокситах;

- исследовании всех магматических комплексов, связанных с внедрением кислых магм, с охватом Мегри - Ордубадского плутона;

- проведении специальных изысканий по выявлению связи повышенных содержаний бора в минеральных водах области с генезисом и формированием этих вод, в конкретных геологических условиях.

5.9. ТАЛЫШСКИЙ МЕГААНТИКЛИНОРИЙ

Талышская горно-складчатая зона расположена в юго-восточной части Азербайджана. На северо-западе, будучи отдаленным от Малого Кавказа поперечным Араксинском прогибом, на юге-востоке изучаемая зона переходит в северные, северо-западные предгорья Эльбурса. В геологическом строении района принимают участие туфогенно-осадочная, щелочная базальтоидная и молассовая формации (рис. 36).

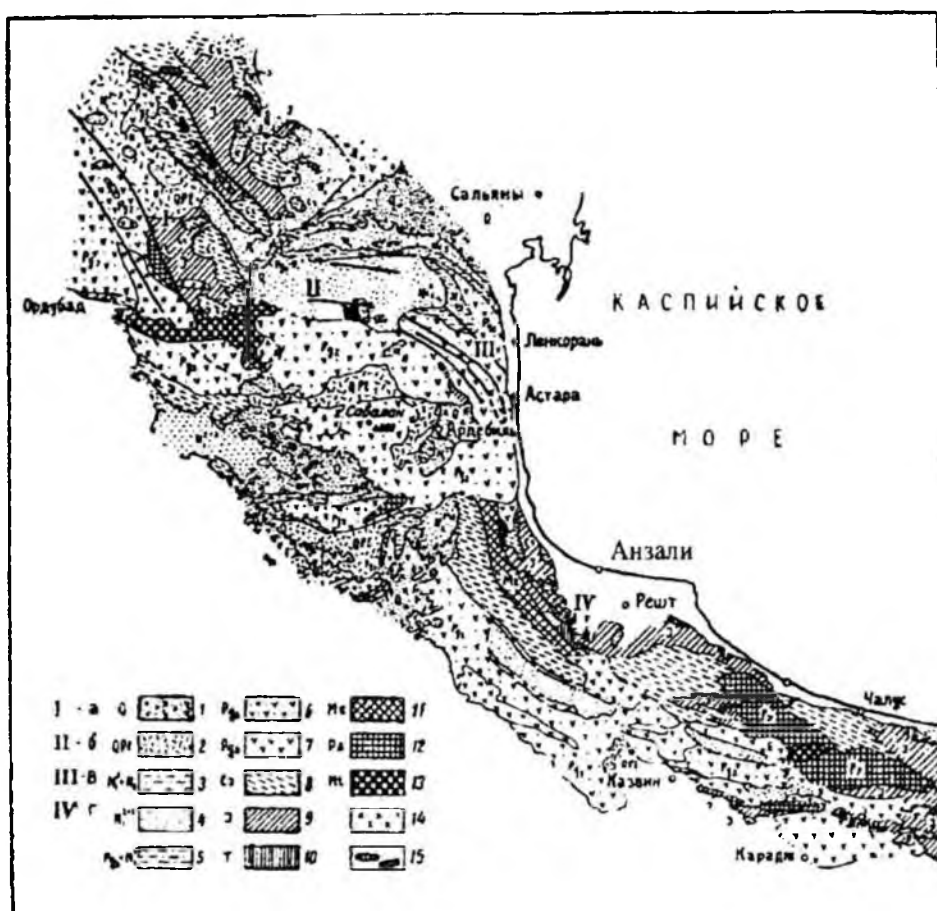


Рис. 36. Схематическая геологическая карта Малый Кавказ — Дашти

Мугань — Талыш-Эльбрус (по Ш.А.Азизбекову и др., 1979).

1—четвертичные отложения; 2—плио-плейстоцен: лавы и вулканокласты; 3—мио-плиоцен: глины, песчаники; 4—миоцен: песчаники и глины; 5—олигоцен-миоцен: песчаники, глины и мергели; 6—эоцен: вулканогенные породы; 7—эоцен: осадочно-вулканогенные образования; 8—мел; 9—юра; 10—триас; 11—мезозой, нерасчлененный; 12—палеозой; 13—метаморфический комплекс; 14—кислые интрузивы; 15—ультраосновные интрузивы.

П.П.Авдусиным (1932), М.О.Гутманом (1933) и другими исследователями сделаны первые попытки стратиграфического расчленения осадочных и пирокластических пород Талыша. М.А.Кашкай (1947) расчленил эти породы по составу и возрасту. В это же время (1946-48) здесь работала Азербайджанская нефтяная экспедиция с целью выявления перспективных нефтеносных площадей. Результаты этих работ отражены в трудах К.А.Ализаде и Д.М.Халилова (1958), Ш.Ф.Мехтиева и А.С.Байрамова (1953), В.Е.Хаина и Ш.Ф.Мехтиева (1949), К.М.Султанова (1947) и др. Были описаны ультраосновные интрузии севера Ленкоранской области, освещены геологическое строение северного Талыша, охватывающего Астраханбазарский район и часть Ярдымлинского и Масалинского районов, стратиграфия олигоцен-мiocеновых отложений, а также тектоника и история геологического развития области.

С 1962 по 1970 г.г. в пределах Горного Талыша сотрудниками лаборатории петрологии Института геологии АН республики, под руководством акад. Ш.А.Азизбекова проводятся исследования во многом облегчившим понимание всех сторон геологического развития края [22]. Теперь с уверенностью можно констатировать, что территория Талыша в палеогеновое время представляла собой область широкого проявления щелочно-базальтоидного вулканизма и осадконакопления во многом определившими этапы ее тектоно-магматического развития.

Щелочная базальтоидная формация, соответствующая позднегеосинклинальной стадии развития Талыша, подстилается туфогенно-осадочной формацией верхнего мела-палеоцена и перекрывается молассовыми отложениями олигоцен-миоцена.

Формации состоят из субформаций, в пределах которых выделяются отдельные фазы вулканической деятельности.

В период полевых работ 1976-1979 г.г. автор стремился к проведению геохимического опробования по возможности большего количества обнажений выделенных формаций с их отдельными подразделениями.

С сожалением приходится отметить, что ввиду многих причин эта задача была выполнена не полностью.

Туфогенно-осадочная формация. Она представлена, в основном, карбонатно-терригенными и туфогенными отложениями Астаринского поднятия, в верховьях бассейнов рек Истисучай и Тангарю.

По заранее намеченному геохимическому профилю были отобраны образцы из туфоалевролитовых слоев Дыльмадинской и Гамушамской антиклиналей. Ниже приводятся результаты количественного спектрального анализа на бор, выполненных в лаборатории ЮЖЦНИГРИ (г. Баку).

	В, г/т	n	%
Алевротуффиты – менее	50	6	29
	50-70	11	51
	более 70	4	20
Туфоалевролиты - менее	35	2	21
	35-50	8	70
	более 50	1	9
Туфопесчаники-	менее 40	16	80
	40-60	3	11
	более 60	2	9

n – здесь и далее количество образцов

Щелочная базальтоидная формация. Эта формация специалистами подразделяется на две субформации: трахиандезито-базальтовую (ранний и средний эоцен) и трахибазальтовую (поздний эоцен). Первая подразделяется на несколько серий, определение которых в поле представляет определенные трудности.

Трахиандезито-базальтовая субформация.

Представители ранней фазы данной субформации обнажаются в районе горы Калапуты и представляют собой пепловые туфы, в мощные толщи которых выклинываются по мере движения на север. Образцы пород, отобранных из нижних горизонтов этой субформации состоят из алевролитовых анальцимовых туфов трахиандезитов (с. Тангю).

Выше по разрезу наблюдаются псаммитовые туфы трахиандезитов (с. Улюм), перекрытые туфами лейцит-санидиновыми трахиандезитами (междуречье Астарачай-Вешарю). Спектральный анализ показал следующие содержания бора по этому комплексу пород:

Алевролитовые анальцимовые туфы трахиандезитов:

	В, г/т	n	%
менее	70	6	26
	70-90	14	65
более	90	2	9

Песчаные туфы трахиандезитов:

	В, г/т	n	%
менее	60	12	48
	60-80	7	34
более	80	4	18

Лейцит-санидиновые трахиандезиты:

	В, г/т	n	%
менее	90	21	69
	90-120	8	24
более	120	2	7

Кроме вышеуказанных образцов пород, были отобраны по намечанным литогеохимическим профилям, породы чисто вулканической деятельности – образцы из лавовых потоков, пирокластические образования и др. Ниже приводятся содержания бора по этим и др. фациям.

Лавовые образцы лейцитовых трахиандезитов:

	В, г/т	n	%
менее	10	12	23
	10-30	31	62
более	30	7	15

Пирокластическая фация (кристалловитрокластические туфы трахиандезитов, лейцит-сандиновые туфовые трахиандезиты):

	В, г/т	n	%
менее	15	7	21
	15-25	14	49
более	25	10	30

Вышеперечисленные породы были отобраны в основном на склонах г.Калапуты, в верховьях р.Вешарю. На некоторых участках русла р.Конджавучая, на Космальянском прогибе, на дневную поверхность выходят вулканические брекчии (конгломераты) андезитобазальтов раннего эоцена (по определению Ш.А.Азизбекова и А.Д.Исмаил-заде). Данную серию вулканогенных пород обычно подразделяют на нижний и верхний горизонты. Первый представлен переслаивающимся андезито-базальтами и туфами, второй – вулканическими конгломератами базальтов и андезито-базальтами (рис. 37).

Данные о содержаниях бора в малоизмененных основных эффузивных породах говорят о небольших концентрациях искомого элемента, сопоставимых с таковыми базальтоидных пород.

Андезито-базальты (нижний горизонт)

	В, г/т	n	%
менее	60	12	31
	60-100	24	66
более	100	1	3

Вулканические конгломераты (верхний горизонт)

	В, г/т	n	%
менее	20	7	23
	20-40	17	57
более	40	6	20

Лавово-пирокластическая фация так называемой промежуточной фазы (вулканические брекчии и конгломераты, андезитобазальты раннего эоцена) выделяются отчетливо в рельефе выше с. Кялахан. Это серые, розовато-серые брекчиевидные породы. В них бор содержится больше, чем в породах жерловой и субвулканической фаций [20].

Определенный интерес представлял изучение содержания борных соединений отдельно в обломках и цементном веществе этих вулканических брекчий.

Прежде всего несколько слов об обломках и цементном веществе. Обломки лавобрекчий, изученных на окраинах с.с. Ляжи, Нимекеш и Гедере состоят из цеолитизированных андезито-базальтов и базальтов. Цементное вещество отличается от обломков, в основном, наличием преобладающей витрофицированной массы:

Лавобрекчии андезито-базальтов и базальтов нижнего эоцена:

обломки

	В, г/т	n	%
менее	10	4	18
	10-30	16	73
более	30	2	9

цемент

	В, г/т	n	%
менее	30	7	30
	30-60	11	51
более	60	4	19

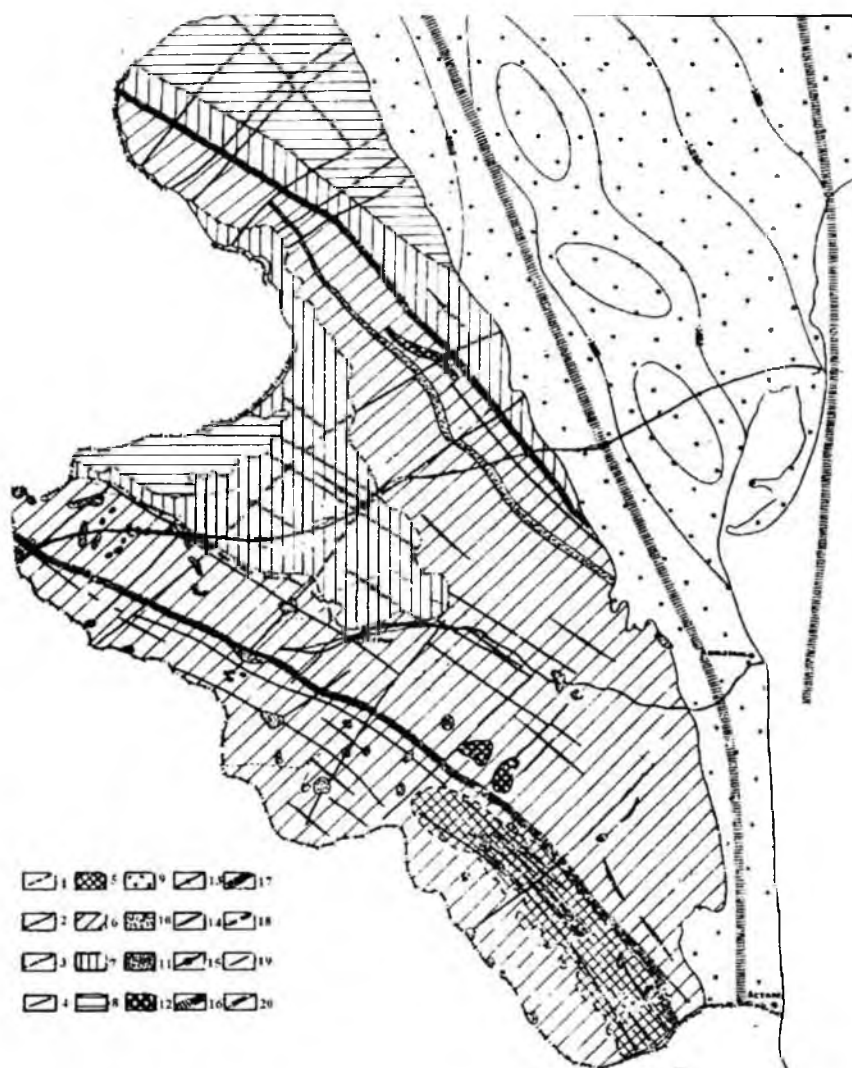


Рис. 37. Тектоническая карта Талыша. Составили Ш.А.Азизбеков, Э.А.Багиров, А.Д.Исмаил-заде.

Границы структурных этажей по подошве: 1—раннего эоцена; 2—раннего олиоцена; 3—среднего миоцена; 4—четвертичной системы.

Формации и субформации: 5—осадочно-туфогенная верхнего мела — палеоцена; 6—вулканогенная (щелочная базальтоидная) эоцена; 7—морская молассовая олигоцена — раннего миоцена; 8—лагунно-морская среднего миоцена; 9—континентально-морская четвертичной системы.

Субвулканические интрузивы: 10—ранне-среднеэоценовые; 11—позднеэоценовые; 12—щелочные ультраосновные.

Линейные складки: 13—плавно изогнутые; 14—гребневидные; 15—изоклиальные.

Разрывные структуры: 16—глубинные разломы по данным геофизики; 17—глубинные разломы, разделяющие структурно-формационные зоны; 18—флексуры; 19—прочие разломы; 20—изолинии по поверхности верхнего мела.

Определенный интерес представляла жерловая фация промежуточной, раннезоценовой фаз. Данная вулканогенная фация контролируется разломом северо-западного направления вдоль Талышского хребта и сложена оливиновыми андезито-базальтами и базальтами.

Анализ образцов пород, отобранные в окрестностях Шандан-каласы, Диваши и др. дали следующие результаты:

Трахибазальты (Шандан-каласы)

	В, г/т	n	%
менее	15	8	25
	15-45	21	69
более	45	2	6

Андезито-базальта (Ляжи)

	В, г/т	n	%
менее	40	4	10
	40-80	32	78
более	80	5	12

Следует отметить, что для пород магматической диорит-андезитовой группы, так же как и для пород группы габбро-базальта, характерно преобладание эффузивных представителей над интрузивными. Просматривается также пространственное проявление андезитового вулканизма в геосинклинальных областях. Именно эта связь андезитов с подвижными поясами и крупные излияния в них андезитов лав дают основание считать, что возможно существование самостоятельной магмы андезитового состава, выплавляемой в процессе дифференциации глубинного вещества Земли. Отличительными признаками такой магмы в сравнении с базальтовой является более высокое содержание в ней "...летучих компонентов (прежде всего воды), а также преобладание сернистых газов над галоидными" (Башарина Л.А., 1966).

В процентном отношении, основные породы встречаются, главным образом, в эффузивных составляющих (базальты). Результаты спектрального анализа на бор кайнотипных (неизмененных) и палеотипных (измененных) пород группы габбро-базальт, показывают повышение его содержания ко второму типу. Если в неизмененных породах бор в среднем содержится 11.5 г/т, то в измененных породах – 42 г/т. Вышеуказанные результаты анализов образцов, отобранных из анальцимовых габбро-базальтов Талыша независимо от места их отбора, доказывают мнение о том, что повышенные концентрации бора в измененных породах обусловлены автометасоматическими процессами (автометаморфизм), связанными с воздействием на породы собственных

постмагматических растворов, несущих высокие содержания бора. Это мнение соответствует и данными К.Энгел, А.Энгел (1966), Г.Макдональд (1969), Г.Томсон, В.Мелсон (1970) указавшим на высокие содержания бора в измененных базальтах рифтовых зон океанических областей, достигающие 50-140 г/т, которые не могут быть объяснены, кроме как воздействия собственных постмагматических растворов, обогащенных летучими соединениями бора.

Статистический анализ количественного распределения величин содержания бора, характерное для палеотипных основных эффузивных пород Талышского региона выглядит так:

	В, г/т	n	%
менее	20	14	9
	20-50	131	81
более	50	16	10

Очевидно, что содержания бора в породах группы габбро-базальт равны, в основном 20-50, в среднем 42 г/т, что соответствует со средним содержанием из 161 проб анализа.

Породы из серии лав и пирокластов раннего эоцена (поздняя фаза) широко развиты на Космальянском прогибе и Южном Талыше.

Образцы пород из пикрит-трахибазальтов (с.Говери) и туфов (с.Маглабанд) показали следующее:

Пикрит-трахибазальты (с.Говери)

	В, г/т	n	%
менее	20	11	29
	20-50	25	62
более	50	3	9

Туфы (с.Маглабанд)

	В, г/т	n	%
менее	30	5	25
	30-60	13	70
более	60	1	5

Из лавовой фации были изучены анальцимовые и палагонитовые пикрит-трахидолериты (по определению Ш.А.Азизбекова и его сотрудников), лейцитовые базаниты и др. породы, имеющие самое широко распространение в районе с.Ходжадой. Содержание бора в этих породах, как и в породах пирокластическом и жерловой фации-вулканической брекчии, базальтовых туфов оливиновых, габброидных интрузивных залежей и базанитов превышало его кларка для основных и ультраосновных пород (0,001-0,004%).

Трахибазальтовая субформация (поздний эоцен)

Согласно принятой схеме в субформации выделяются флишоидная осадочно-туфогенная толща, серия лав трахиандезито-базальтов и лейцитовых трахиандезитов, туфогенно-осадочная толща и серия лав и пирокластов субщелочных витробазальтов и трахитоидных витербитов.

Флишоидная осадочно-туфогенная толща прослеживается от с. Зангюлят до с. Дыман. Относительно возраста этой толщи палеонтологи-стратиграфы не могли долгое время принять общее решение. Но, на основании собранной фауны М.А.Багманов [59] смог доказать возраст данной толщи как позднеэоценовый.

Образцы пород, отобранных в бассейне р.р. Вешарю и Конджавучай (алеврито-туфопесчаники, известковые алевриты, туфопесчаники) показали повышенные содержания бора в них. Как и в предыдущих случаях, концентрация бора была связана наличием вулканогенно-пирокластических материалов, всегда богатых борными соединениями.

Алевритовые туфопесчаники (окрестности с.с. Несли, Аллар)

	В, г/т	n	%
менее	70	4	15
	70-100	18	77
более	100	2	8

Известняковые алевролиты (окрестности с.с. Несли, Аллар)

	В, г/т	n	%
менее	50	11	30
	50-80	23	62
более	80	2	8

Туфопесчаники (окрестности с.с. Несли. Дыман)

	В, г/т	n	%
менее	85	4	18
	85-120	19	79
более	120	1	3

В бассейне река Бильнячая, на Центральном Талыше, обнажаются серия лав и пирокластов порфировых трахиандезито-базальтов. А у селений Орант и Бузеир, в разрезах наблюдаются породы лавовой фации (порфировые трахиандезито-базальты, трахиандезиты).

Спектральный анализ пород-представителей данной (лавовой) фации показали следующие результаты

Порфировые трахиандезито-базальты:

	В, г/т	n	%
менее	5	8	21
	5-15	21	61
более	15	6	18

Порфировые оливиновые (лейцитовые) трахиандезиты:

	В, г/т	n	%
менее	20	3	10
	20-40	25	82
более	40	2	8

Из пирокластической фации рассматриваемой субформации наиболее распространенные представители в виде вулканической брекчии трахиандезито-базальтов выходят на дневную поверхность в районе вулканических центров Гыз-галасы и Пашагол. Лаг-плитовые туфы трахиандезитов выделяются в бассейнах рек Бильнячай и Веричай, а немногочисленные обнажения витрокластических туфо-трахиандезитов у селений Орант и Бузеир.

Содержание бора в образцах геохимических проб, отобранных из вышеназванных, а также из жерловой фаций показывали пределы его кларков для эффузивных пирокластических пород (0,001-0.0005%).

Туфогенно-осадочная толща позднего эоцена.

Яркие представители этой толщи – трахидолериты широко развиты в горном Талыше. Обычно туфогенно-осадочную толщу позднего эоцена делят на три горизонта (снизу-вверх):

- 1) алеврито-туфопесчаный,
- 2) туфопесчано-алевритовый,
- 3) туфопесчаный.

В полевых условиях, без определенных навыков, очень трудно различать породы названных горизонтов. Тем не менее, четко выделенные алеврито-туфопесчаники преобладают в долинах рек Тангарю и Лерсарысу. Здесь они представлены богатым разнообразием параллельно-залегающих пород различной мощности. Ниже приводятся данные о содержании бора в породах алеврито-туфопесчаного горизонта.

Алеврито-туфопесчаники (известковые туфопесчаники и алевролиты) района села Алашакенд:

	В, г/т	n	%
менее	60	3	9,5
	60-90	21	73
более	90	5	17,5

Из второго, туфопесчано-алевритового горизонта были отобраны и подвергнуты спектральному анализу на бор следующие породы:

Туфопесчано-алевриты (алевриты и аргиллиты, бассейн реки Лерсарысу)

	В, г/т	n	%
менее	40	4	16
	40-60	18	81
более	60	1	3

Туфопесчаный горизонт представлен полевошпатовыми туфопесчаниками и алевролитами (с.Ахтахана):

	В, г/т	n	%
менее	30	6	30
	30-50	11	60
более	50	2	10

В туфогенно-осадочной толще позднего эоцена выделяются также туфы, туфоалевролиты и их глинистые разности не имеющие в районе широкое распространение.

Серия лав и пирокластов субщелочных витробазальтов и трахитоидных витербитов позднего эоцена.

Породы рассматриваемой серии являются уникальными, по своим петрографическим особенностям так широко как в Талыше, нигде в Республике не встречаются.

По структурно-текстурным признакам петрографы данную серию разбивают на 4 горизонта.

По геохимическим профилям отобранные пробы, после уточнения их принадлежности к тем или другим горизонтам, были выделены в небольшие группы, принадлежащие к определенным горизонтам.

Так, витробазальты из окрестностей с Каракая, бомбовошлаковые туфы из Дымани, шарово-глыбовые лавы оливиновых витробазальтов из Аваша, а также туфовые базальты из окреснотей с Арпачку были подвергнуты количественному анализу на бор и показали результаты, не представляющие интерес, с точки зрения промышленных кондиций этого элемента.

Очень интересные результаты дали анализы продуктов чисто вулканической деятельности: базальтовых лав, бомбово-шлаковых туфов, вулканических стекол, лапилл и субвулканических образований базальтоидные тела, вулканические купола.

Анализы показали, что если в туфах отсутствует стекловатая фаза (обсидиан), то бор в них намного меньше (10-55 г/т) а при наличии вулканического стекла содержание бора во много раз больше (210-430 г/т). Это особенность ярко выражена в щелочных и андезитовых лавах, более богатых летучими компонентами.

Совсем другая картина наблюдается при изучении щелочных ультраосновных интрузивов, сведения о которых приводятся ниже.

В отличии от ультраосновного интрузивного комплекса, щелочные его разновидности имеют весьма ограниченное распространение и в пределах республики, наиболее широко развиты в Талышской зоне.

В период полевых работ за 1978-79 гг. были отобраны многочисленные образцы перед для выяснения принципов распределения борных соединений в щелочной ультраосновной среде, результаты анализов которых приводятся ниже:

Биотитовые габбро-тешениты (Паликешский интрузив, с.Паликеш).

	В,г/т	n	%
Менее	100	12	65
	100-250	6	30
Более	250	1	15

Габбро-тешениты, габбро-сиениты (Дыльмадинский интрузив, с.Дыльмады).

	В, г/т	n	%
Менее	70	7	22
	70-150	18	58
Более	150	6	20

Дезинтегрированные габбро-перидотиты Гамарат-Алиабадского интрузива.

	В, г/т	n	%
Менее	50	12	30
	50-100	21	61
Более	100	3	9

Перидотиты Малого Гамарата.

	В, г/т	n	%
Менее	40	2	12
	40-80	11	72
Более	80	4	16

Плагноклазовые перидотиты (Елагачский интрузив).

	В, г/т	n	%
Менее	30	8	8
	30-60	21	81
Более	60	4	11

Габбро-перидотиты (габбро-тешениты) (Гамарат-Алиабадский и Паликешский интрузивы).

	В, г/т	n	%
Менее	20	5	23
	20-50	12	77
Более	50	2	10

Щелочные габбро (Малый Гамарат)

	В, г/т	n	%
Менее	40	9	21
	40-60	24	58
Более	60	9	21

Габбро-сиениты (Елагачский интрузив).

	В, г/т	n	%
Менее	30	2	11
	30-50	11	66
Более	50	4	23

Молассовая формация (олигоцен-миоцен).

В Талышской зоне эта формация представлена песчано-глинистой и глинисто-песчаной толщами.

Песчано-глинистая толща (олигоцен-ранний миоцен).

Толща считается аналогом майкопской свиты на Талыше и состоит из нескольких горизонтов. Песчано-глинистые породы широко развиты на междуречье Астарачай-Тангарю и несогласно залегают над образованиями позднего эоцена (через базальные конгломераты).

В таблице 51 приводятся данные о содержаниях бора в песчано-глинистой толще Талыша.

Таблица 51

Содержание бора в песчано-глинистой толще Талыша

Породы	Место отбора проб	Количество анализов	Содержание В, г/т
Глины	Русло рр. Виляжчая, Бильнячай	82	27 - 310 (92)
Аргиллиты	Разрез Перембеля	61	15 - 170 (59)
Песчаники	Присутствует во всех разрезах майкопской свиты	114	15 - 142 (520)
Алевролиты	Разрез Бильнячая	59	12 - 210 (68)
Мергели	с. Перембель	29	17 - 120 (45)
Конгломераты	с. Даллахлы	4	10 - 75 (32)

Глинисто-песчаная толща (средний-поздний миоцен).

Отложения данной толщи Астраханбазарского синклинория входят в тектонической контакт с майкопской свитой в бассейне р.Болгарчай, тогда как на Ярдымлинском синклинории, в районе с.с.Перембель и Джерембель несогласно залегают на отложениях олигоцен-раннего миоцена.

Ниже, в таблице 52 приведены сведения о бoroносности этой толщи.

Таблица 52

Содержание бора в глинисто-песчаной толще Талыша

Породы	Место отбора проб	Количество проб	Содержание В, г/т
Глины	Площадь Новогореловка	12	15-170 (85)
Конгломераты	Перембель, Окю	2	10-82 (28)
Алевролиты	Шилявангя	17	20-180 (60)
Туфо – гравелиты и туфопесчаники	Окю, Шилявангя	23	10-160 (48)

Четвертичные отложения

На Талыше эта система состоит из древнекаспийских морских и континентальных, а также современных отложений.

Древнекаспийские морские отложения (хазарский ярус) с большой мощностью состоящие из песчаных-глин и галечников образуют каскад террас. Бакинский ярус не ярко выражен и состоит из суглинков и супесей, в виде отдельных островков от г.Масаллы до г. Астара.

Хвалынский ярус раскрыт бурением на глубине 15-50м и представлен песками и глинами. Континентальные отложения бакинского яруса представлена галечниками и отчасти суглинками. А континентальные аналоги Хазарского яруса прослеживаются в виде лессовидных суглинков на Буроварском хребте.

Хвалынский (континентальный) ярус слагает террасы долин рек Геоктепе и Болгарчай (суглинки).

По площади, самые широко распространенные отложения - современные. Они представлены аллювиально-делювиальными образованиями. Эоловые образования маломощны и развиты на склонах гор [120].

Ниже, в таблице приведены результаты количественного спектрального анализа по вышеуказанным породам.

Как видно из таблицы 53 глины, хотя и слегка тронутые песками, содержат максимальные количества бора.

Высокие содержания бора в глинах отмеченные В.М.Гольдшмидтом и К.Петерсом (1932) объяснялись возможным поглощением бора глинистым материалом из морской воды. Логически обоснованная мысль и авторитет этих ученых долгое время влияли на ход дальнейших исследований. Т.Д.Адамс (1965), Р.Д.Коди (1970), Р.К.Рейнольдс (1965) и др. придерживаясь концепции адсорбции бора глинистыми минералами в океанических водах, приходили к выводам, совершенно не приемлемым для уточнения геохимии бора в этих отложениях. В настоящее время общепризнанной концепцией является то, что содержания бора в глинистых породах контролируются свойствами соответствующих глинистых минералов и определяются условиями их образования, а не средой их отложения. Об этом свидетельствует и постоянство концентрации бора в гидросфере.

Таблица 53

Содержание бора в четвертичных отложениях Талыша

Породы	Возраст	Место образования	Место отбора проб	Количество	Содержание В, г/т
Песчанистые глины	Q ₂ h ₂	Морские	Ленкоранская низменность	16	24-247 (158)
Суглинки	Q ₂ b	Морские окрестности	г. Масаллы	23	21-168 (84)
Пески	Q ₂ h _v	Морские	Керны из скв.Района г. Масаллы	2	26-140 (100)
Пески	Q ₂	Континентальные	Побережья	3	20-103 (81)
Галечники Суглинки	Q ₂ b	Континентальные	Русло Р. Вилячай	13	17-119(72)
Лёссовидные суглинки	Q ₂ h ₂	Континентальные	Буроварский хребет	15	22-171 (97)
Супеси	Q ₂ h _v b	Континентальные	Долина р. Геоктепе	14	31-182 (113)
Аллювиально-делювиальные	Q ₂	Континентальные	Склоны гор Талыша	22	62-124 (91)

В заключении отметим, что содержание бора в многочисленных образцах, отобранных из всех трех формаций Талыша показали их накопления как в эффузивных, так

и осадочных комплексах. При этом, максимальное их количество приходилось на глинистые породы, унаследовавшие бор от материнских, коренных пород.

Анальцимовые геббро-базальты Талыша независимо от места их нахождения обладают повышенными содержаниями бора, особенно в полеотипных разностях. Это обусловлено аутометастоматическими процессами, связанными с воздействием на породы собственных постмагматических растворов, несущих высокие содержания бора.

Щелочная базальтоидная формация Талыша является наиболее развитой формацией в регионе и представляет сложную эффузивную ассоциацию с субвулканическими, экструзивными и жерловыми фациями.

Диапировая структура, нефтяное месторождение и грязевой вулкан – это триединая сущность единого целостного процесса геологического развития области погружения и опускания Кавказского хребта.

Академик Губкин И.М.

ГЛАВА 6. БОР В ПРОДУКТАХ ИЗВЕРЖЕНИЙ (БРЕКЧИИ, ВОДЫ) ГРЯЗЕВЫХ ВУЛКАНОВ АЗЕРБАЙДЖАНА

Изучение твердых выбросов грязевых вулканов имеет важное значение не только в установлении литологического состава обломков, но и в установлении стратиграфического возраста пород, принимающих участие в строении вулкана, а также для уточнения их минералогического и химического состава.

Среди твердых выбросов извержений грязевых вулканов наибольшее распространение имеют грубообломочные, песчано-алевритовые, глинистые, карбонатные и пирокластические фракции.

Как правило, в сопочных брекчиях, по гранулометрическим, структурным и текстурным признакам выделяют обломки пород, цементный материал и сопочный шлам (сопочный ил). Обломки пород представляют как осадочные, так и магматические и метаморфические разности. Роль цементного вещества играют глинистые, глинисто-известковые и известковистые материалы. Сопочный шлам составляет основную массу твердых выбросов грязевых вулканов и состоит из мелких обломков, образовавшихся в результате технической обработки классического материала, а также глинистой и известковисто-глинистой массы.

В результате анализа грязевулканической брекчии было определено свыше 70 минералов, среди которых выделяется небольшая группа, свойственная только процессам грязевого вулканизма. К ним относятся: бура, улексит и др.

Для выяснения геохимических особенностей накопления бора и сопутствующих ему элементов в твердых выбросах грязевых вулканов нами было выполнено более 6000 спектральных анализов, около 400 определений редких щелочей фотометрией пламени и более 200 шлифов под микроскопом. Ниже в таблице 54 дается содержание распространенных элементов в различных грязевых вулканах Азербайджана.

Таблица 54

**Содержание микроэлементов в сопочных брекчиях грязевых вулканов
Азербайджана (в %)**

Группа железа						Щелочно-земельные		Редкие и рассеянные			
Ni	Cr	V	Co	Mn	Cu	Sr	Ba	B	Be	Zr	Ga
Кларковое содержание в осадочных породах по А.П. Виноградову (1962)											
0,0095	0,01	0,013	0,45	0,067	0,0057	0,047	0,08	0,02	0,0003	0,02	0,003
Глинистая фракция											
0,016	0,04	0,021	0,24	0,26	0,011	0,08	0,15	0,21	0,0006	0,003	0,002
Песчано-алевритовая фракция											
0,009	0,04	0,016	0,22	0,93	0,006	0,1	0,21	0,35	0,0008	0,002	0,003
Карбонатная фракция											
0,003	0,015	0,004	0,035	0,22	0,003	0,2	0,11	0,12	0,0002	0,007	0,003

Кроме вышеуказанных элементов, в сопочных брекчиях грязевых вулканов очень много и органического материала, особенно различные смеси углеводов.

Возможно, пропитанные нефтью песчаные породы извержения грязевых вулканов и были причиной первых высказываний о генетической связи грязевого вулканизма с нефтегазовыми месторождениями.

В изучении состава твердой фазы, как и других фаз, извержений грязевых вулканов больших успехов добилась лаборатория грязевого вулканизма Института Геологии АН республики. Кроме количественного анализа здесь проводятся химико-битуминологические анализы с применением люминисцентной микроскопии для определений органических веществ (ОВ) в брекчиях грязевых вулканов. Интересны данные по радиоактивности извержений и как результат установлена прямая связь между радиоактивностью и ОВ, с сингенетичней битуминозностью осадочных пород. Выявлено также наличие повышенных содержаний ртути в некоторых грязевых вулканах республики.

Проведенные нами геохимические исследования условий накопления бора в твердых продуктах извержений грязевых вулканов на примере некоторых представительных вулканов республики позволяют утверждать, что процесс грязевулканизма является благоприятным фактором для его накопления в практически интересных значениях. Повышенные концентрации борного ангидрида (2-4 кг/т) наблюдаются в составе свежих продуктов излияния. А цементное вещество сопочных брекчий в алевротовых и алевроито-глинистых фракциях является носителем максимальных количеств борного ангидрида (> 4 кг/т).

Наличие буры и улексита, впервые определенные нами в сопочных брекчиях, является положительным фактором в эффективном извлечении из них борного ангидрида.

Жерла грязевых вулканов прорезая многочисленные проницаемые водоносные, а также нефтеносные горизонты являются отводными каналами, в которых перемешиваются эти флюиды. Нет сомнения в том, что в формировании грязевых вулканов существенное значение имеют воды, играющие важную роль не только в их эруптивной деятельности, но и в образовании сопочной брекчии и илистого шлама.

Характер вод грязевых вулканов зависит от глубины формирования, от их связи с газонефтяными месторождениями, а также от литологического состава омываемого ими пород. Химический анализ вод грязевых вулканов позволяет утверждать, что их состав меняется от одного геотектонического района к другому. В водах грязевых вулканов республики встречаются все четыре генетических типов, выделяемых В.А.Сулиным. Часто в пределах одного и того же вулкана встречаются различные типы вод.

Это и не удивительно, если учесть то, что обычные многочисленные грифоны на теле грязевого вулкана имеют собственные подводящие каналы, связанные с напорными и безнапорными пластовыми водами различных стратиграфических горизонтов.

Некоторые исследовали генезис вод грязевых вулканов связывают с глубинными-ювенильными водами, тогда как другие с пластовыми, водоносными.

Представляется, что источником вод грязевых вулканов является водоносные горизонты, участвующие в геологическом строении района. Тем не менее, нельзя исключать поступления в канал грязевого вулкана глубинных вод при наличии тектонических разломов.

При детальном рассмотрении данного вопроса можно наметить некоторую закономерность в характеристике распределения вод грязевых вулканов различных областей (таблица 55).

Если в водах вулканов Прикаспийско-Губинского района общая минерализация уменьшается с северо-запада на юго-восток от хлоркальциевого до гидрокарбонатнонатриевого, то в Абшеронском районе соответственно они представлены типично щелочными водами. Содержание хлора в водах грязевых вулканов данной области колеблется в пределах 7-34 мг. экв/100 г.

Приблизительно такая же картина в Шамахынском районе. Здесь характер вод изменяется с северо-запада на юго-восток от жестких (Матраса) до слабощелочных (Чараган).

А воды грязевых вулканов северо-западной и юго-восточной частей Северного Гобустана характеризуются соответственно наименьшей минерализацией и сильнощелочными свойствами. Воды грязевых вулканов Центрального Гобустана отличаются от таковых Южного Гобустана. Если первые сильно щелочные ($A_1=30,2-64,0\%$) гидрокарбонатного типа, то вторые типично хлориднощелочные.

Трудно проследить за частыми изменениями состава вод грязевых вулканов Нижнекуринской впадины. Несмотря на то, что они самые сильно минерализованные (до рассолов-1380 мг.экв/100см³ на Хиллы), они же и самые метаморфизованные (Нефтчалинская сопка, рис. 38).

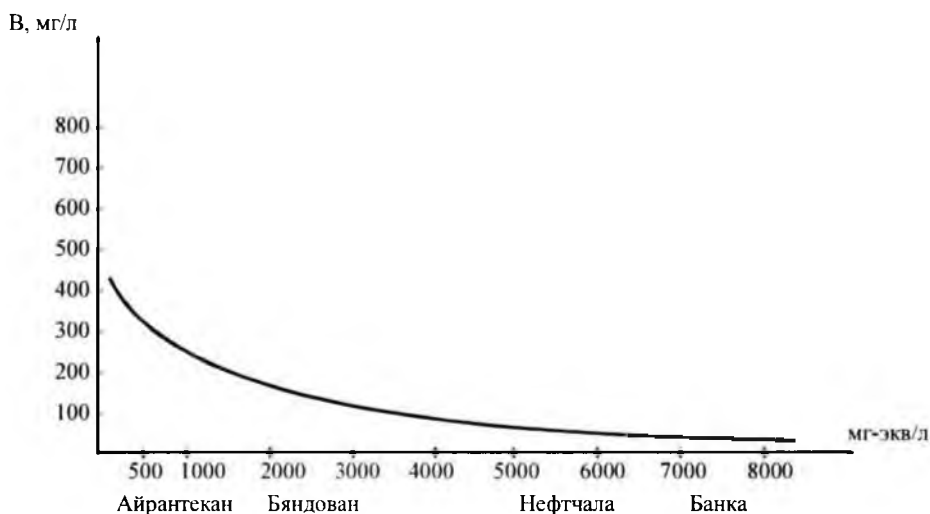


Рис.38. Зависимость содержаний бора от степени минерализации вод грязевых вулканов Азербайджана.

Общая минерализация вод грязевых вулканов Бакинского архипелага варьирует от 32-38 на севере до 240-250 мг.экв/100см³ на юге. В таком же направлении, соответственно, изменяется и характер вод - от щелочного до жесткого.

Условия водной миграции бора в грязевулканическом процессе наиболее обстоятельно исследованы Л.А.Гуляевой [84]. На примере ряда нефтяных месторождений Абшерона ею даны первые параметры генетической связи концентрации бора в водах грязевых вулканов с водами нефтеносных площадей. В частности Л.А.Гуляевой показано, что содержание этого элемента в водах грязевых вулканов почти не превышает

концентрацию его в пластовых водах нефтяных месторождений соответствующего возраста и района. Заслуживает внимания предлагаемая автором, возможность использования величин отношения бора к хлору в целях корреляции верхнего и нижнего отделов продуктивной толщи нефтеносных площадей Азербайджана. Для этих отделов значения названного отношения соответственно укладываются в $n \times 10^{-4}$ для верхнего отдела и $n \times 10^{-2}$ для нижнего отдела. Эти уровни бор-хлорового отношения в своих пределах значимости обусловлены, прежде всего, убыванием концентрации бора в пластовых водах по мере приближения к поверхности. С глубиной воды приобретая щелочные свойства, заметно обогащаются бором за счет растворения его соединений из вмещающих глин. В верхних горизонтах балаханская свита) пластовые воды обогащаясь кислородом приближаются к слабокислым свойствам, резко снижающим концентрацию бора в водах. Эти особенности распределения бора в пластовых водах, регулируемые кислотнo-щелочным режимом, были учтены при изучении миграции данного элемента в водах грязевых вулканов рассматриваемой территории.

В этой связи принимались во внимание и данные исследований Н.В. Тагеевой [143], Д.И. Зульфугарлы [94] и других, которыми были внесены существенные коррективы в понимание миграции бора в пластовых водах нефтяных месторождений ряда районов бывшего Советского Союза.

Для реального понимания природы поведения бора в водах грязевых вулканов, нами наряду с многочисленными анализами проб из водно-илистых шламов на бор, производились определения и на обычные макрокомпоненты с целью увязки химико-генетических типов вод с уровнями концентрации бора в них. Этим, собственно, и отличаются наши исследования от предыдущих, которыми не рассматривалась такого рода связь. Химизм вод грязевых вулканов освещался рядом авторов, к которым прежде всего относятся А.С. Ковалевский [107], А.А. Якубов [157], М.М. Зейналов [92], З.А. Буниатзаде [62], Ф.А. Матанов [114], Ад.А. Алиев и другие [28].

В таблице 56 приведены данные химических анализов проб, отобранных нами из 10 грязевых вулканов и анализированных в Зональной лаборатории ЦХАЛ.

Методика аналитических определений, указанных в таблице компонентов в водах, общеизвестна (она была обстоятельно описана в работе М.С. Агаларова "Гидрогеохимия основных нефтяных месторождений Азербайджана", г. Баку, 1960).

В приводимой таблице видно, что минерализация вод грязевых вулканов, в целом, колеблется от 37,35 до 72,5 мг/экв. При этом, для Гобустана значения минерализации вод укладываются в указанных пределах, а для Абшерона - от 40,75 до 59,36 мг/экв. Примерно такие же значения были получены М.М. Зейналовым для вод грязевых вулканов Гобустана, варьирующие от 30 до 60-70 мг/экв. Интересно отметить, что минерализация пластовых вод нефтяных месторождений Азербайджана, судя по данным М.С. Агаларова в упомянутой работе, чаще всего колеблется от 45 до 110-200 мг/экв, т.е. имеет заметно повышенные значения, что видимо, вызвано большим содержанием в этих водах щелочей и хлора.

Следует также отметить, что в пределах одного вулкана изменение минерализации, как это показано в таблице, незначительно (1-10 мг/экв). Однако, это различие значительно для отдельных грязевых вулканов, приуроченных к различным структурно-фациальным комплексам Гобустана и Абшерона. Данное различие в определенной мере подчеркивается в таблице, что обусловлено различной глубиной формирования вод грязевых вулканов. Иными словами, для каждой группы вулканов, расположенных в пределах

данной структурной единицы, имеется свое значение минерализации. Поэтому, последнее в некотором отношении может быть использовано для установления стратиграфо-литологической глубины нахождения вод грязевых вулканов.

Возвращаясь к анализу таблицы 56, следует заметить, что удельный вес вод грязевых вулканов в зависимости от значения минерализации, колеблется в пределах от 1,0075 до 1,181.

Первая соленость (S_1), включающая процентные содержания хлора и сульфата, характеризуется относительно большой вариацией от 62,74 до 85,06%. Но для одного вулкана она резко ограничиваясь не превышает 10%. Максимальные значения концентрации хлора отмечаются в вулканах Алятской структурной единицы Гобустана и составляют порядка 20-24 мг/экв. Для вулканов Абшерона количество хлора в водах равно 15-21 мг/экв. Из этих определений видно, что наши данные не составляют исключения в ранее выделяемых особенностях распределения иона хлора в водах грязевых вулканов, количество которого возрастает в сторону юго-востока Гобустана. Наоборот, грязевые вулканы Дашмардан, Чеилдаг и другие, тяготеющие к северо-западным частям Гобустана, содержат пониженные количества хлора - 16-20 мг/экв. Как видно из таблицы, воды грязевых вулканов Абшерона содержат относительно меньшее количество хлора. Для полной характеристики первой солености необходимо также остановиться на распределении сульфата (SO_4) в исследуемых водах.

Характеристика вод грязевых вулканов по различным районам их развития

Район	Эквивалентные значения, мг.экв/100г							Общая минер. мг.экв / 100г	Характеристика по Пальмеру				Тип воды
	Na+K	Ca	Mg	Cl	SO ₄	HCO ₃	CO ₃		S ₁	S ₂	A ₁	a	
Прикаспийско-Губинский	15-90	0,4-6,2	0,4-7,1	1,2-1,6	0,04-0,28	0,7-2,8	0-0,6	35-240	75-95	2-12	0-16,0	0,7-4,3	Гидрокарбонатно-натриевый
Шамань-Гобустанский	7,1-60	0-12	2-6,5	3,0-8,0	0-3,0	0,3-11,2	1-667	15-170	31-90	1-14	2-64	0,07-31	Гидрокарбонатно-натриевый
Абшеронский	12,1-34	0,04-0,5	0,07-1,1	7-34	0-1,5	0,4-1,7	0,7-2,9	31-68	35-92	0-4	1,7-52	0,7-7,7	Гидрокарбонатно-натриевый, хлоркальциевый
Нижнекуринский	17-620	0,08-48	0,3-21	11-670	0,03-12	0,01-8,0	0,2-3,1	30-138	52-101	0,2-46	0,3-24	0,09-8,1	Гидрокарбонатно-натриевый
Бакинский Архипелаг	16-124	0,08-3,2	0,09-4,6	12-131	0,04-7,1	0,06-7,2	0,1-4,2	32-150	47-62	0,1-0,7	0,4-22	0,52-8,5	Хлоркальциевый, гидрокарбонатно-натриевый

Таблица 56

Химический состав вод грязевых вулканов

Грязе- вые вул- каны	Удель- ный вес	Эквивалентные значения в мг/экв									2Σ мг/экв	Характеристика в % %			Генетические типы		
		Na ⁺ +K ⁺	Ca ⁺	Mg ⁺⁺	Cl ⁻	SO ₄ ⁺⁺	HCO ₃ ⁺⁺	CO ₃ ⁺⁺	RCOO ⁻	H ₂ B ₄ O ₇		S ₁	A ₁	A ₂	$\frac{Na}{Cl}$	$\frac{Na - Cl}{SO_4}$	$\frac{Ca}{Mg}$
Дашгиль	1,0181	44,5	0,2	0,3	23,7	0,2	2,7	0,4	0,2	0,3	72,5	65,52	32,72	1,36	1,87	104,0	0,66
	1,952	41,2	0,15	0,3	20,2	0,1	2,1	0,3	0,1	0,25	64,7	68,74	35,88	1,38	2,04	105,0	0,50
	1,0650	38,5	0,1	0,2	21,0	0,3	2,1	0,5	0,18	0,19	63,07	67,54	31,56	0,90	1,83	58,33	0,50
	1,0157	40,0	0,25	0,4	22,5	0,2	2,7	0,7	0,2	0,2	67,35	67,12	39,92	1,66	1,78	87,5	0,62
Дашмардан	1,0145	26,5	0,3	0,55	20,0	0,2	4,1	0,8	0,2	0,15	52,53	76,90	19,92	3,18	1,32	32,5	0,54
	1,0090	22,5	0,2	0,35	16,0	0,4	5,0	1,0	0,1	0,1	45,55	71,82	25,44	8,4	1,40	16,25	0,37
	1,0085	20,5	0,1	0,25	112,0	0,3	3,5	0,5	0,1	0,1	37,35	6,86	33,32	1,82	1,70	28,33	0,40
Айран- текан	1,0147	26,2	0,2	0,7	23,0	0,2	3,2	0,8	0,1	0,15	54,55	85,06	11,62	3,32	1,14	16,0	0,28
	1,0149	27,5	0,3	0,6	24,0	0,3	4,1	0,6	0,1	0,19	57,69	84,24	11,64	3,12	1,10	11,66	0,5

Продолжение Таблицы 56

Галендар -ахтарма	1,0080	19,5	0,19	0,4	15,0	0,1	6,5	1,0	0,2	0,08	42,96	70,38	27,06	2,66	1,30	45,0	0,45
	1,0092	21,0	0,2	0,5	19,5	0,2	7,0	0,8	0,1	0,1	49,4	79,74	17,26	3,0	1,12	7,20	0,4
Ченльдаг	1,0090	21,4	0,3	0,45	18,0	0,3	5,5	0,7	0,1	0,15	46,9	78,02	18,72	3,26	1,18	11,33	0,66
	1,0080	20,5	0,2	0,3	16,0	0,2	4,7	0,6	0,2	0,14	42,54	74,22	23,8	2,30	1,27	22,50	0,66
Торагай	1,0085	22,0	0,2	0,4	18,0	0,15	4,5	1,0	0,15	0,1	46,9	78,06	19,36	2,59	1,22	26,66	0,5
	1,0084	21,5	0,15	0,2	19,0	0,1	3,5	0,8	0,1	0,15	45,5	83,96	14,50	1,54	1,13	25,0	0,75
Готурдаг	1,0144	31,0	0,2	0,4	21,0	0,2	4,2	0,5	0,2	0,2	56,9	74,54	23,42	2,04	1,47	50,0	0,50
	1,0142	28,0	0,2	0,3	20,5	0,1	3,5	0,6	0,1	0,15	53,45	77,08	21,08	1,84	1,36	75,0	0,60
Локбаган	1,0149	33,5	0,2	0,4	21,0	0,1	2,5	0,5	0,1	0,2	54,3	72,28	25,70	2,04	1,60	125,0	0,60
	1,0050	36,0	0,3	0,5	18,0	0,1	3,2	1,0	0,15	0,2	59,35	60,78	36,32	2,7	2,00	180,0	0,60
Шонгар	1,0080	21,5	0,2	0,4	16,0	0,2	5,5	1,0	1,0	0,2	48,1	71,84	25,48	2,69	1,34	27,50	0,50
	1,0081	22,0	0,3	0,6	18,0	0,1	4,0	0,7	0,7	0,2	46,0	72,18	17,93	3,90	1,22	40,0	0,50
Боздаг (Гобу)	1,0075	11,5	0,3	0,5	15,0	0,1	4,5	0,5	0,1	0,25	60,75	74,10	21,98	3,92	1,30	45,0	0,60
	1,0081	20,0	0,2	0,4	18,0	0,1	3,5	0,4	0,1	0,2	72,90	84,4	13,32	2,64	1,11	20,0	0,6

Содержание этого иона в водах грязевых вулканов Гобустана и Абшерона не превышает десятые доли мг/экв, что является отличительным признаком химизма не только этих вод, но и пластовых вод нефтяных месторождений. В последних ион сульфата встречается в сравнительно еще меньших количествах, не превышающих тысячные доли мг/экв (данные М.С.Агаларова).

Столь резкое отличие количества сульфата в сторону возрастания в два-три порядка в водах грязевых вулканов, свидетельствует о заметной удаленности источника формирования этих вод от нефтяных залежей. С учетом малого количества щелочей, по сравнению с таковым в пластовых водах нефтяных месторождений, это явление указывает на резкое преобразование вод в ходе грязевулканического процесса. С относительным возрастанием количества сульфата в водах грязевых вулканов и имеет место нейтрализация их щелочности, обусловившая значительную потерю бора в этих водах по сравнению с водами нефтяных месторождений. Содержание HCO_3^- и CO_3^{2-} в водах грязевых вулканов составляет, соответственно, 2,1-7,0 и 0,3-1 мг/экв. Наибольшее их количество отмечается в водах северных вулканов Гобустан в то же время как южные содержат минимальные их значения. В водах грязевых вулканов Дашгиль, Айрантекан и других, расположенных в системе Алятской антиклинальной зоны, отмечаются пониженные значения концентраций этих ионов, не превышающих в сумме 3,1-4,7 мг/экв. Воды грязевых вулканов Абшерона, наоборот, в сторону на северо-восток, характеризуются увеличением в них HCO_3^- и CO_3^{2-} в количествах до 6,5 мг/экв.

Сумма ионов натрия и калия в водах грязевых вулканов колеблется в пределах от 19,5 до 44,5 мг/экв. Первая щелочность составляет 11,62-35,88%, при солёности 1,5-2,0. Максимальные значения концентраций этих ионов приходятся на воды грязевых вулканов Дашгиль, Дашмардан, Готурдаг, а также Локбатан и Боздаг (Гобу).

Во всех случаях (как это видно из таблицы), воды грязевых вулканов в основном являются хлоридно-щелочными, в которых щелочи преобладают над ионами хлора и сульфата. Последний всюду содержится в незначительных количествах, что также составляет характерную черту не только вод грязевых вулканов, но и пластовых вод нефтяных месторождений рассматриваемой территории.

Привлекает внимание, что в водах некоторых грязевых вулканов, отмеченных М.М.Зейналовым, А.А.Якубовым и другими, концентрация ионов щелочей заметно уступает таковой иона сульфата, т.е. появляется хотя и небольшая, вторая солёность, равная 3-4,5%. Но такие вулканы являются редкими и не могут быть учтены для представительной характеристики вод.

Распределение иона кальция в исследуемых водах колеблется в пределах от 0,1 до 0,3 мг/экв. Сравнительно большее содержание отмечается у магния, достигающего 0,55 мг/экв. Соответственно соотношение кальция к магнию колеблется от 0,4 до 0,75. Ввиду такого равномерного распределения этих ионов не представляется возможность выявить какое-либо характерное свойство, контролирующее концентрацию кальция, магния в водах грязевых вулканов.

В рассматриваемой таблице бор определен в виде ортоборной кислоты, которая образует $\text{H}_2\text{B}_4\text{O}_7 + 5\text{H}_2\text{O} = 4\text{H}_3\text{BO}_3$. Концентрация борной кислоты в водах грязевых вулканов составляет 150-250 мг/л, что вполне укладывается в обычные уровни содержания его в

рядовых пробах из вод, определяемых колориметрированием при геохимическом опробовании.

Из указанной таблицы также видно, что наибольшие значения бора приходятся на воды грязевых вулканов Алятской группы, в которых вулканическая деятельность сравнительно активна. Воды грязевых вулканов северных и северо-восточных частей исследуемой области обнаруживают несколько меньшее количество борного ангидрида, что повидимому связано с относительно пониженной щелочностью вод в указанных направлениях, о чем говорилось выше.

Резюмирующим положением по приведенным результатам является то, что по сравнению с илистым материалом грязевулканического извержения, бор в водах содержится меньше. Однако, это не означает, что грязевулканические воды лишены практического и научного интереса в отношении бора. Наоборот, указанные значения концентрации его в водах - вполне могут быть комплексно, наряду с сопочными брекчиями, извлечены в концентраты. Кроме того, они могут быть использованы при геохимических поисках и прогнозе борной минерализации, связанной с грязевулканической деятельностью.

ГЛАВА 7. БОР В ВОДАХ МИНЕРАЛЬНЫХ ИСТОЧНИКОВ, НЕФТЕГАЗОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ, КАСПИЯ, ОЗЕР И РЕК АЗЕРБАЙДЖАНА

Как правило, в областях современной вулканической деятельности, в молодых прогибах и межгорных впадинах, связанных с альпийскими горно-складочными поясами, к которым относится и Кавказ, проявляются щелочные хлориднонатриевые, преимущественно, углекислые термальные и минеральные воды. Глубинное происхождение этих вод не вызывает сомнений [118].

По мере продвижения в верхние горизонты по глубинным разломам, эти воды создают гидрохимические аномалии и зоны аномально высоких пластовых давлений (АВПД). Во многих случаях с местами разгрузки рассматриваемых вод связаны проявления грязевого вулканизма. Можно утверждать, что эти воды являются производными родоначальных перегретых вод, прошедших длительный путь формирования главным образом в направлении снижения температуры и повышения общей минерализации [11]. Такая генетическая связь подтверждается и особенностями поведения бора в этих водах.

В водном растворе бор может находиться в молекулярном состоянии благодаря летучести ортоборной кислоты с парами воды. Этим ее свойством объясняется постоянное присутствие бора как в высокотемпературных вулканических выделениях, так и поверхностных водах. Кроме того, газовожиidких включения являются одной из основных форм рассеяния борных соединений в породообразующих минералах. Эти включения основные показатели бороносности минералообразующих флюидов, формирующихся в глубинах Земли.

В таблице 57 проводятся результаты химического анализа щелочных термальных, минеральных вод и вод нефтегазоносных площадей Азербайджана и сопредельных областей [по данным 96, 11, 47 и др.].

По фондовым материалам Азгеолуправления на 1958 г. содержание борного ангидрида в нефтяных водах Абшерона составляло:

Надकिрмакинская глинистая свита	- 391,24 мг/л,
Надкирмакинская песчаная свита	- 425,10 мг/л,
Кирмакинская свита	- 392,12 мг/л,
Подкирмакинская свита	- 560,56 мг/л,
Калинская свита	- 559,67 мг/л.

При этом, было установлено, что с уменьшением минерализации воды увеличивается содержание борного ангидрида и общая щелочность вод.

Химические особенности нефтяных вод обстоятельно рассмотрены в монографии М.С.Агаларова «Гидрогеохимия основных нефтяных месторождений Азербайджана (1960)».

Содержание бора в водах отдельных горизонтов продуктивной толщи Абшеронского полуострова колеблется в заметном большом интервале, - от 20 мг/л борного ангидрида в верхних горизонтах сураханской свиты до 520мг/л в подкирмакинской. Становится

очевидным, что воды нижних отделов продуктивной толщи в десятки раз богаче бором, чем верхние ее отделы.

По данным Г.Х.Эфендиева и П.Ф.Рзаде наиболее высокие содержания бора наблюдаются в водах подкирмакинской, кирмакинской и балаханской свит. Эти же свиты являются самыми водообильными [156].

Таблица 57

Результаты химического анализа содержаний бора в щелочных, термальных минеральных водах и водах нефтегазоносных областей.

Место взятия проб	Количество анализов	Содержание, г/т		$\frac{B}{Cl}$
		B	Cl	
Грузия, Боржоми	6	9,3-10,9 (10,0)	380-423 (398)	0,025
Северный Кавказ, Приэльбрусье	43	1,4-30,5 (12,0)	22-1816 (368)	0,033
Осетия, Зарамагские источники	4	12,3-14,1 (13,5)	770-1868 (1397)	0,018
Азрбайджан:				
Бузовна, Маштага	30	111-216 (164)	2081-9893 (4993)	0,033
Гала, Зыря	20	127-220 (166)	4778-6739 (5263)	0,032
Гарачухур, Зых	14	110-220 (166)	3894-6712 (4962)	0,033
Сураханы	19	120-293 (167)	4358-6422 (5367)	0,031
Балаханы, Сабунчы, Раманы	4	131-268 (187)	5633-6804 (6504)	0,028
Нахчыван, Дарыдаг:				
грифон 2	12	165-248 (210)	- (7450)	0,028
скв. 77	13	186-281 (220)	-(7420)	0,030
грифон 1	10	202-292 (235)	- (7690)	0,030
скв. 78	12	186-345 (270)	- (9170)	0,029
Воды грязевых вулканов				
Абшерона	15	102-321 (208)	2692-9116 (5081)	0,032
Гобустана	8	124-402 (239)	2415-8960 (4807)	0,034

Известно, что бор является характерным микроэлементом щелочных вод. Если в жестких водах содержание борного ангидрида не превышает 20 мг/л, то начиная с IV горизонта наблюдается резкое увеличение бора в низах ПТ. В этом же направлении идет понижение минерализации вод со снижением хлора, кальция и магния. Поэтому вод нефтяных месторождений можно рассмотреть как потенциальный сырьевой источник бора. Реальность последнего усиливается тем, что еще в 1955 году институтом химии АН Азерб. ССР был разработан метод сорбционного извлечения бора из нефтяных вод с помощью обожженного доломита. Этот метод позволяет также получать бормагний-кальциевые препараты - ценные борные микроудобрения.

Результаты химического анализа промысловых вод на бор, отобранных нами из скважин по стратиграфическим горизонтам продуктивной толщи нефтяных залежей Абшерона приведены в таблице 58.

Если вернуться к таблице 57 то видно, что содержание бора в водах колеблется от 1,4 до 402 г/т, в среднем 131 г/т бора (около 700 мг/л H_3BO_3). Характерно отношение B:Cl, равное 0,018-0,034. Это означает, что с повышением концентрации бора и хлора, соотношение этих элементов в термальных и минеральных водах практически остаются неизменными. Следует

вывод о том, что эти воды являются производными от первоначальных хлоридно-натриевых вод, образованных от летучих фракций, отделяющихся от магматических очагов.

Существует мнение о том, что бор в процессе концентрирования природных вод накапливается в растворе на равных с хлором вплоть до начала кристаллизации галита, а относительное возрастание содержания бора происходит с началом садки галита, когда рост концентрации хлора в растворе прекращается, а борных соединений продолжается (Т.В.Галаховская, 1964).

Таблица 58

Содержание бора в продуктивной толще Абшера

Свита	Количество анализов	Содержание бора, г/т
Сураханская	3	80-210 (124)
Сабунчинская	2	75-272 (131)
Балаханская	2	90-302 (146)
Свита «перерыва»	4	105-324 (150)
Надкирмакинская глинистая	2	116-381 (158)
Надкирмакинская песчаная	3	108-405 (161)
Кирмакинская	2	124-412 (160)
Подкирмакинская	2	115-429 (191)
Калинская	1	204

Учитывая то, что абсолютные концентрации бора в природных водах зависят от изменения общей минерализации, температуры раствора и других факторов, характер его распределения не может быть единым даже для одного генетического типа вод. Поэтому для сравнительной характеристики различных классов вод приемлемым критерием может служить соотношение В:Сl (рис.39).

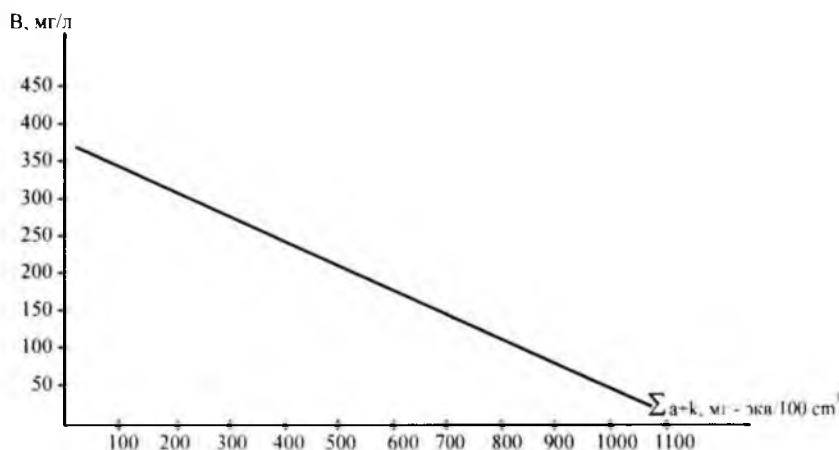


Рис.39. Зависимость содержания бора от общей минерализации вод.

В настоящее время однозначно можно утверждать, что поведение бора в природных водах регламентируется, в основном, устойчивым существованием в растворе борнокислых комплексов, на содержание которых не влияют процессы сорбции (адсорбции) или коагуляции, как это до сих пор предполагалась.

Об этом свидетельствует и содержание бора в борнокислых термальных водах молодых вулканических областей, приводимые в таблице 59.

Деятельность термальных вод, содержащих высокие содержания бора, на наш взгляд, несомненно играют важную роль в формировании известных борных месторождений вулканогенно-осадочного типа.

В химическом составе остаточных хлоридных вод газонефтяных месторождений ведущую роль играют хлориды щелочных элементов, а также борнокислые комплексные анионы. Как видно из таблицы 60 предел содержаний бора в этих водах не широк - от 20 до 172 г/т и в среднем составляет 80 г/т В или 457 мг/л H_3BO_3 . Это на порядок ниже, чем в родоначальных хлориднонатриевых термах.

Таблица 59

Бор в водах современных вулканических областей (с учетом данных

Л.А.Башириной - 1971, В.Б. Цогоева -1969 и др.)

Место отбора проб	Количество анализов	Содержание, г/г		$\frac{B}{Cl}$
		В	Cl	
Северная Осетия:				
источник Бубу 3	1	11,5	21,5	0,548
источник Камсхо 1	1	17,3	19,0	0,910
Иран:				
гейзер у сел. Дейрик	1	18,5	19,8	0,934
Источник Исти-су (оз. Урмия)	2	636- 668(652,0)	1090-1098 (1094)	0,596
Азербайджан:				
Лачын:				
сел. Ахмедли (Исти-су)	1	421,2	640,1	0,68
сел. Шамкенд (Нарзан)	1	368,1	413,9	0,72
сел. Шялвя (Турш-су)	1	504,0	701,1	0,71
Ханкенди: сел. Халфалы (гейзер у г.Сарыбаба)	1	34,6	40,2	0,85
Кяльбеджари Исти-су (курорт)	1	610,2	822,0	0,76
Исмаиллы (ист. Бадо)	1	97,1	152,8	0,64

В пределах нефтегазоносных областей установлено, что с уменьшением минерализации воды увеличивается содержание бора и общая щелочность вод.

Таблица 60

Содержания бора в водах нефтяных месторождений

[с использованием данных 86, 11, 51]

Место отбора проб	Количество анализов	Содержание, г/т		
		В	Cl	$\frac{B}{Cl}$
	32	71-172 (120)	32,49-74,21 (68,5)	0,0018
Азербайджан:				
Месторождение Сиязяньское	24	28-85 (50)	15,87-20,23 (17,77)	0,0028
Гала	19	20-96 (66)	10,99-48,70 (29,13)	0,0023
Балаханы, Сабунчи, Раманы	25	35-95 (65)	7,45-33,93 (14,83)	0,0046
Бибиэйбат	7	42-94 (74)	11,17-19,87 (16,06)	0,0046
Сураханы	3	77-91 (82)	16,13-16,63 (16,42)	0,005
Бузовна, Маштага	16	82-128 (108)	19,30-47,28 (31,15)	0,0035
США (Техас)	6	18-57 (38)	8,87-16,90 (11,70)	0,0032

Интересны данные приводимые в работах М.Г.Валяшко, А.И.Поливановой (1965), Л.М.Лебедева и И.Б.Никитиной (1968), А.В.Шербакова (1968) и др. по рассолам хлоркальцевого типа, связанным с тектоническими депрессиями и глубинными разломами земной коры. Они приводятся в таблице 61 с некоторыми нашими дополнениями (1997).

Как показали результаты анализов проб, отобранных из соленосных формаций [86, 56, 106] последние не оказывают заметное влияние на состав подземных рассолов. В гидрохимических разрезах таких регионов отсутствуют процессы выщелачивания и выноса солей в верхние части разреза и проникновение маточных рассолов в подсолевые отложения [114]. Маточные рассолы, связанные с соленосными формациями, резко отличаются от рассматриваемых рассолов по содержанию бора; величины абсолютных и относительных концентраций бора в этих рассолах на порядок выше, чем в окружающих подсолевых и надсолевых водах.

Таблица 61

Распределение бора в подземных сильноминерализованных водах хлоркальцевого типа, связанных с тектоническими депрессиями и глубинными разломами земной коры

Место отбора проб	Количество анализов	Содержание, г/т		
		В	Cl	$\frac{B}{Cl}$
Прикаспийская впадина				
нижнетриасовый	5	21,3-53,9 (34,2)	128835-169910 (146900)	0,000233
верхнетриасовый	2	29,6-37,8 (33,7)	146890-152565 (149730)	0,000225
Южный Мангышлак, Устюрт, мезозой	238	11,2-51,2 (26,5)	40476-129731 (93420)	0,000284
Азербайджан, Сураханская и Сабунчинская свиты	5	17,2-33,4 (21,9)	61147-118250 (87325)	0,000250
Туркмения, п-ов Челекен, неоген	11	9,9-40,4 (16,0)	126300-140545	0,000118

Концентрация бора в таких случаях достигает таких величин, при которых возможно образование собственно борных минералов. С такими процессами генетически связано формирование борных месторождений галогенного типа (месторождения боратов).

Для более полного освещения вопросов геохимии бора в водах различных генетических типов, нами с помощью тематической партии Кавказской комплексной геологической экспедиции были опробованы воды различных рек, ручей, озер, а также Каспийского моря.

Важность подземного ионного стока в формировании химического состава вод морей впервые отметил Н.Ф.Глазовский (1973). Им отмечена более низкая общая минерализация и повышенная сульфатность вод морей и океанов по сравнению с подземными рассолами.

Теперь становится очевидным причина различия в катионном составе, особенно в преобладании магния над кальцием в морской воде. Они обусловлены наложением геохимических и биохимических процессов минералообразования, которые протекали в поверхностных условиях на протяжении всей геологической истории Земли.

Выявляется определенная закономерность в характере распределения некоторых микроэлементов, в частности бора, в различных областях Каспийского моря.

Содержания бора в Каспии изменяются от 4,75 до 6,23, в среднем 4,85 г/т. Фактически мы имеем почти тот же порядок величин, что характеризует содержание бора в водах многих открытых морей.

При этом, прослеживается связь абсолютных содержаний этого элемента с климатической зональностью: они выше в водах субтропической зоны (Астара - 6,23 г/т) и ниже в северных (Сиазань - 5,51 г/т, Ялама - 4,47 г/т).

Испытанию на содержание бора были подвергнуты и атмосферные осадки: в виде дождя и снега. Относительно концентраций бора, разницы в агрегатном состоянии атмосферных осадков не наблюдалось. Из 16 анализов, отобранных в различных районах республики содержание бора колеблется от 0,001 до 0,34 г/т (в среднем 0,022 г/т). Содержание хлора в этих осадках, определенные наряду с бором, также колеблется в широких пределах от 3,3 до 4,9 г/т (в среднем 4,12 г/т). Как видно, в атмосферных осадках бора не намного меньше, как предполагалось, а в среднем они сопоставимы с концентрациями бора в водах Каспия.

Для выяснения геохимической истории бора в гипергенезе определенный интерес представляет содержание его в водах поверхностного стока. Для этой цели были отобраны пробы вод из различных рек и ручей, а также из многочисленных озер Азербайджана.

Таблица 62

Содержание бора в зоне гипергенеза Азербайджана

Место и год отбора проб	Количество анализов	Содержание, г/т		
		B	Cl	$\frac{B}{Cl}$
РЕКИ И РУЧЬИ				
Кура, Мингечаур 1986	1	0,060	10,3	0,0058
Кура, Зардаб 1986	1	0,072	11,5	0,0062
Кура, Сабирабад 1986	1	0,080	13,0	0,0061
Кура, Банк 1986	1	0,080	13,5	0,0059
Араз, Джульфа 1987	1	0,039	2,9	0,013
Араз, Имишли 1987	1	0,044	2,8	0,015
Араз, Саатлы 1987	1	0,053	4,1	0,012
Гошгарчай, Кобальт, 1991	1	0,140	8,8	0,015
Гянджачай, Гянджа 1991	1	0,220	10,2	2,156
Шамкирчай 1991	1	0,026	10,8	0,002
Тертер, Барда 1991	1	0,030	13,1	0,002
ОЗЕРА				
Сары су 1995	1	0,032	12,6	0,0025
Аджиноур 1995	2	0,024-0,03	7,9-10,9 (9,0)	0,0028
Аг гёль 1995	2	0,046-0,05	4,1-15,3 (10,2)	0,0045
Бёюк-шор 1997	3	0,022-0,06	8,2-12,1 (9,1)	0,0043
Масазыр 1997	2	0,017-0,03	6,8-10,2 (7,5)	0,0026
Ходжа Гасан 1997	2	0,024-0,04	11,2-14,9 (12,0)	0,0025
Ганлы-гёль 1997	2	0,043-0,061	8,4-15,0 (13,1)	0,0038
Бюль-бюля 1997	2	0,032-0,044	7,1-11,6 (8,4)	0,0042
Джейранбатан (вдхр)1997	3	0,041-0,069	9,0-14,2 (12,3)	0,0045

Характерное отношение В:Сl в термальных и минеральных водах, практически остающееся неизменным, несмотря на изменения концентраций бора и хлора. Видимо, эти воды являются производными от первоначальных хлоридно-натриевых вод, образованных в результате конденсации летучих фракций, отделяющихся от магматических очагов.

Можно констатировать, что геохимические особенности определяются устойчивым наличием в растворе борнокислых комплексов, на содержание которых не влияют процессы сорбции или коагуляции.

Результаты химического анализа показали, что содержание бора и хлора в поверхностных водах почти вдвое больше, чем в атмосферных осадках. Бор, как типичный комплексообразователь является постоянным составляющим любых природных водных растворов.

Можно сделать заключение, что в среднем содержание бора и хлора в поверхностных водах почти вдвое больше, чем в атмосферных осадках. Содержание бора в водах исследованных озер, главным источником питания которых являются атмосферные осадки, находится примерно на уровне его содержания в речных водах. А соотношение бора к хлору зависит от физико-географических и климатических условий бассейна питания.

Таким образом, можно с уверенностью констатировать, что бор как типичный комплексообразователь в виде различных борнокислых анионов является постоянным составляющим любых природных водных растворов и что именно с процессами формирования этих борнокислых систем связано образование различных типов борных месторождений.

Бор, в большинстве случаев, ведет себя как типично морской элемент и сосредоточен в глинистых породах. Он является надежным показателем солености бассейна осадкообразования.

В подземных водах гидрокарбонатно - натриевого типа относительное накопление бора связано с высокой щелочностью вод.

В пластовых водах нефтяных месторождений концентрация бора возрастает пропорционально с возрастанием концентрации нефтяных кислот. Сама нефть содержит повышенные содержания бора (до 100 г/т) в виде борорганических соединений с нафтеновыми кислотами.

Проведенные многочисленные химические анализы показывает содержания борного ангидрида в термальных водах республики, независимо от их место выхода на поверхность в интервале 125-411 мг/л, тогда как в холодных источниках соответственно 1,5-2 мг/л.

В целом, из всевозможных растворов выделение борных минералов твердых фаз происходит либо в процессе вскипания и дегазации первичных перегретых хлориднонатриевых вод в областях молодого вулканизма, либо испарением и концентрированием морских вод и подземных рассолов в эпохи регионального соленакопления.

*Зерно, добытое трудом,
Ценнее во сто крат,
Чем темным и кривым путем
Приобретенный клад.*

Амир Хосров

ГЛАВА 8. МИНЕРАЛЬНАЯ ФОРМА НАХОЖДЕНИЯ БОРА В ГЕОЛОГИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСАХ АЗЕРБАЙДЖАНА

Определение формы нахождения бора в различных геологических образованиях Азербайджана стало одним из трудных вопросов в наших исследованиях. В качестве примера можно привести определение борных минералов в образцах, отобранных по Нахчыванскому региону.

В шлифах, изготовленных геологом Кавказской комплексной геологической экспедиции У.Эфендиевым, был выявлен минерал бора - колеманит (район балки Дюзчай), который образует мелко-призматические кристаллы, вытянутые по оси «а» размером от десятых до сотых долей мм. Минерал бесцветен со слабо лавандово-серым оттенком с показателем преломления в пределах 1,58 - 1,59 (определение произведено иммерсионной жидкостью).

Интерференционная окраска колеманита - синий цвет, $N_g - N_p = 0,028$. Погасание прямое и положительное в отношении второго пинакоида. Величина угла оптических осей в двух определениях не превышала 30-32 градуса, что на 6 градусов меньше, чем у типичного колеманита.

Колеманитовые выделения в общей пелитогипсоносной массе фиксировались несколькими единицами. В остальных случаях микроскопические соединения бора не были отмечены. Однако, на ряде обнажений выше описанных галопелитов, мергелей и глин нижней и верхней свит вдоль балки Дюзчай были отмечены выцветы, корки и натеки белого порошковидного агрегата, напоминающего борный ангидрид.

Первые представления о составе сопочных брекчий и других продуктов грязевых вулканов приведены Г.В.Абихом [4], а позже А.Д.Архангельским в работе "Несколько слов о генезисе грязевых вулканов Апшеронского полуострова и Керченско-Таманской области" (Бюл.МОИП, вып.3-4, 1926). Во всех этих исследованиях вещественного состава продуктов грязевых вулканов наметились два направления. Одно из них, раннее по времени и позднее усовершенствованное, заключается в культивировании изучения лишь петрографо-минералогических особенностей грязевулканизма без какой-либо связи с литолого-стратиграфическими и тектоно-структурными условиями нахождения самих вулканов. Такой подход к решению вопроса был у Г.В.Абиха, благодаря чему им ошибочно интерпретировались генетические черты процесса грязевого вулканизма, уподобляя его магматическому вулканизму. Он считал, что процесс грязевулканизма вызван явлениями эндогенного магматического внедрения, растворы которых на пути своего продвижения захватывают вмещающие осадочные породы. Другое направление, на наш взгляд, являющееся более прогрессивным, заключалось в широком анализе вещественного состава продуктов грязевых вулканов, с учетом всех особенностей литологии, стратиграфии, тектоники площадей их развития. Данное направление в своей основе было разработано еще в начале 20-х годов А.Д.Архангельским [42], которым изучение вещественного состава

описываемых вулканических образований связывалось с литолого-стратиграфическими и тектоно-структурными особенностями площадей расположения грязевых вулканов.

А.Д.Архангельским также отмечается, что грязи и прочие продукты извержения вулкана отличаясь сложным разнообразием по составу и структуре в существенной мере обусловлены составом вмещающих пород. При этом, механика образования самих сопочных брекчий им представляется таким образом: "...изредка грязь бывает настолько переполнена обломками пород самой разнообразной величины, что образующиеся при ее затвердевании породы представляют настоящую брекчию; породе этой присвоено название - сопочной брекчии". Далее, А.Д.Архангельским впервые, справедливо подчеркивается, что "...если сопочная брекчия выносится на поверхность, то в состав ее, очевидно, могут входить породы, залегающие в нормальном разрезе не ниже газоносных горизонтов". Перемещение масс из вмещающих пород может также протекать, как замечает автор, и в процессе формирования диапировых складок.

Таким образом, этими исследованиями впервые было установлено положение, согласно которому процесс грязевулканизма связывается с тектоникой площади расположения вулканов, а продукты их извержения - с вмещающими породами. Это положение в дальнейшем будет использовано при интерпретации результатов исследований грязевулканизма в связи с нефтегазоносностью той или иной стратиграфической единицы. В частности, по вещественному составу и фаунистическому определению возраста вынесенных вулканом твердых продуктов однозначно может быть прогнозирована нефтегазоносность пород, залегающих на больших глубинах, и отпадает необходимость в проведении бурения глубоких скважин.

Именно в такой связи используются данные исследования вещественного состава грязевулканического извержения, являющегося спутником продуктов нефтегазоносности, на что впервые обратил внимание И.М.Губкин. В дальнейшем это положение благодаря ряду обстоятельных исследований его последователей - А.А.Якубова, Ш.Ф.Мехтиева, В.А.Горина, Ф.Г.Дадашева, М.М.Зейналова, Ад.А.Алиева, Р.Р.Рахманова, З.А.Буниатзаде и других, нашло свое высоко-научное и вместе с тем реальное развитие, как один из существенных критериев оценки перспектив нефтегазоносности района.

Наиболее подробные исследования вещественного состава грязевулканических продуктов осуществлялось П.П.Авдусиным [6], В.П.Батуриным (1937), С.А.Ковалевским [108], А.А.Якубовым [158], М.М.Зейналовым [93], И.С.Мустафаевым [125] и другими. Этими же исследованиями удалось провести однозначные определения предельных стратиграфических глубин корней грязевых вулканов, важных критериев литологической и структурной связи их с процессами накопления нефти и газа.

Наши исследования вещественного состава грязевулканических образований в своей программно-методической основе включали, прежде всего, изучение минеральной формы миграции бора и сопутствующих ему редких щелочей. Такое ограничение исследования вещественного состава, естественно, оправдывается обстоятельностью подобных изучений грязевулканических продуктов.

Микроскопическому и затем бинокулярным исследованиям подвергались литофациальные разновидности, в которых химико-аналитическим или спектральным методами устанавливалось содержание бора - 0,1% или с переводом на борный ангидрид - 0,3%.

Судя по общей геохимической обстановке и с учетом предыдущих сведений в исследуемых породах возможные минеральные соединения бора могли бы быть в виде буры или улексита, в которых содержание борного ангидрида соответственно составляет 36,51% и 42,0%.

Однако, данные микроскопии показывают, что эти минералы бора, при даже повышенных содержаниях - до 3-4 кг/т не часто встречаются. Видимо, значительное содержание бора накоплено в глинах или глинистых минералах.

В связи с этим, отбор образцов для микроскопического и минералогического исследований производился из пород, в которых содержание бора составляло не ниже 0,1%. При отборе проб для петрографических и минералогических наблюдений учитывался полный охват литофаций по возможности их основных тектоно-формационных единиц, в которых размещены исследуемые грязевые вулканы. Такой принцип отбора проб позволил получить более или менее представительную информацию о петрографо-минералогических особенностях боронесущих продуктов грязевых вулканов. Всего было отобрано 400 проб для минералогических определений и подготовлены 250 шлифов для микроскопического описания. Шлифы изготавливались в керосиновом растворе, дабы не подвергнуть растворению водорастворимых борных соединений. Минералогический анализ продуктов грязевулканизма осуществлялся в пробах с повышенным содержанием бора в вышеуказанных величинах. При этом, в каждой пробе выделялись обломки и цементирующая масса сопочной брекчии и анализировались отдельно. Обломки представляли собой вмещающие вулканы породы, представленные песчаниками, глинами и реже песчано-карбонатными литофациями. Минералогическим анализом, охватившим все эти разновидности пород, удалось выделить средние пробы из глин и песчаников, пользующихся наибольшим развитием.

Следует отметить, что проведенные нами минералогические исследования для некоторых песчаников с глинисто-кремниевым цементом, методически в значительной мере отличались от обычных приемов анализа осадочных пород, которые были вызваны целевыми задачами темы. При этом схема, по которой обрабатывались пробы, была рассчитана на механическое разделение на фракции в зависимости от удельного веса, гранулометрического класса и магнитности зерен минералов и в завершающей стадии проводилась диагностика самих минеральных компонентов с их количественным подсчетом.

Количественные отношения классов, приведенные в таблице 63, отражают естественные исходные образования лишь для глинистых и песчаных фаций как цемента, так и обломков сопочных брекчий и высохшей грязи. Но значительное участие в них класса 0,1-0,01 мм свидетельствует об алевритности этих глин. Известно, что глины продуктивной толщи как раз и отличаются такой алевритностью. Для вышеназванных песчаников с глинистым цементом пробы обрабатывались как обычные протоочки. В них класс 0,1-0,01 был оптимальным для рационального минералогического описания.

В связи с этим, в соответствующих таблицах количественного минералогического состава приведены данные по указанному классу 0,1-0,01 мм. Однако, отбор средней пробы из таких фаций требует однородности размера частиц, разница между которыми не должна превышать десятых долей миллиметра. Средняя проба в этих целях бралась с помощью делителя Джонса. В ходе производства сокращения проб были учтены известные факторы, влияющие на степень сокращения пробы, выдвинутые А.Ф.Ли [112]. Эти факторы заключаются в сдержании искомого минерала в пробе, крупности зерен минералов, удельном весе определяемых минералов и, наконец, заданной погрешности анализа. Этот же автор предлагает эмпирическую формулу упрощенного определения оптимального веса средней

пробы, а именно: $q=35d^3$, где q - вес средней пробы; d - диаметр наибольшей частицы пробы. Цифра 35 представляет собою коэффициент, включающий характер распределения и другие внешние признаки поведения искомого минерала. Так, согласно данной формуле величины оптимального веса средних проб частиц составят с диаметрами: 0,3 мм - 0,90 г; 0,5 мм - 4,37 г; 1 мм - 35,00 г.

Тем же автором дается примечание, что во всех случаях вес пробы для минералогического анализа не должен быть меньше 1 грамма. Из приведенных расчетов также видно, что для выявления того или иного минерала и даже редких и боросодержащих минералов, вовсе не обязательно отбирать пробы с большим весом. Исходя из указанных рекомендаций и, как показывает практика, любые значимые скопления искомым минералов могут быть обнаружены в пробе с исходным весом не более одного килограмма. В этом случае важным является отбор пробы равномерно по выбранной площади исследуемой породы с целью получения большей представительности данных анализов. Для минералогических анализов продуктов грязевых вулканов вес пробы брался не более одного килограмма как из цемента и шламмового материала, так и включенных в них обломков.

Непосредственное выделение тяжелой и легкой фракции, как в цементирующем материале, так и в обломках, проводилась с помощью соответствующей жидкости с удельным весом 2,75.

В таблице 63 приводятся результаты минералогического количественного анализа по основным вулканам из главнейших тектоно-формационных единиц Гобустана и Абшеронского полуострова. Карбонатность колеблется в пределах 5-8% по всем пробам. Как видно из таблицы, выполнены анализы для 110 проб из обломков пород и цемента, преимущественно глинистого и песчано глинистого составов. Этот состав проб является представительным, так как указанные породы преобладают над всеми остальными образованиями вулканического извержения. Собственно процесс грязевулканизма генетически предопределяется преимущественным участием глинистых пород, входящих в литологический разрез мезокойнозойских отложений, которые являются наиболее борноносными.

По таблице 63 четко прослеживаются результаты количественного минералогического определения преимущественно песчано-алевритового (0,1-0,01 мм) и глинистого (меньше 0,01 мм) составов продуктов грязевых вулканов, в виде различных выбросов сопочных брекчий. При этом, исследованием охвачены не все вулканы. Из них выбраны те, в которых наблюдается литологическое разнообразие, большие интервалы содержания борного ангидрида, в целом отражающие геохимические особенности последнего в продуктах грязевых вулканов. В них содержание борного ангидрида колеблется от 0,05 до 0,36%. Именно такой интервал содержания борного ангидрида исключает редко встречающиеся аномальные его значения, достигающие 0,4% и является типичным для рассматриваемых продуктов грязевых вулканов. Одновременно с этим отмечается некоторый интервал колебания содержания редких щелочей, показанных в таблице в виде их окисей.

Из указанной таблицы видно, что среднее содержание борного ангидрида по приведенным 15 вулканам составляет 0,23%, окисей лития и рубидия - по 0,01% и цезия - 0,006%.

Распределение борного ангидрида и окисей редких щелочей в продуктах грязевых вулканов Азербайджана

Элементарный анализ	Опробованный материал	Вид пробы	Содержание борного ангидрида в %	Содержание окисей редких щелочей в %	Легкая фракция Тяжелая фракция с удельным весом > 2,75																	
					Легкая фракция										Тяжелая фракция с удельным весом > 2,75							
					Взвешивание	Взвешивание	Взвешивание	Взвешивание	Взвешивание	Взвешивание	Взвешивание	Взвешивание	Взвешивание	Взвешивание	Взвешивание	Взвешивание	Взвешивание	Взвешивание	Взвешивание	Взвешивание	Взвешивание	Взвешивание
Давидов	Песчаные алебры	Элины	6	85,100,000	30	8,331,72	10,740	37,47,13	120	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Элины песчаные алебры		6	83,100,000	15	41,815	42,210	25,58,21	10,01	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Элины		2	102,100,000	15	23,10,02	10,24,15	30	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Айришан	Элины алебры	Элины	4	10,10,10,10	10	42,00,10	10,20,24	25,10	10	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Песчаные алебры		3	11,10,10,10	15	22,10,25	10,25,18	30	10	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Элины алебры		2	10,10,10,10	10	20,10,10	10,10,10	10	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Готурдаз	Элины песчаные алебры	Элины песчаные	4	10,10,10,10	15	11,10,25	10,20,10	10	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Песчаные алебры		3	10,10,10,10	15	11,10,25	10,20,10	10	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Элины песчаные		2	10,10,10,10	15	11,10,25	10,20,10	10	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Итразай	Песчаные алебры	Элины песчаные	4	10,10,10,10	15	11,10,25	10,20,10	10	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Элины песчаные		3	10,10,10,10	15	11,10,25	10,20,10	10	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Элины песчаные		2	10,10,10,10	15	11,10,25	10,20,10	10	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Дашмиздан	Элины песчаные алебры	Элины алебры	5	10,10,10,10	15	11,10,25	10,20,10	10	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Элины песчаные алебры		3	10,10,10,10	15	11,10,25	10,20,10	10	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Элины алебры		4	10,10,10,10	15	11,10,25	10,20,10	10	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Лоббатан	Песчаные алебры	Элины	6	10,10,10,10	15	11,10,25	10,20,10	10	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Элины		4	10,10,10,10	15	11,10,25	10,20,10	10	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Элины		2	10,10,10,10	15	11,10,25	10,20,10	10	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Амизирче (Шум)	Элины алебры	Элины	2	10,10,10,10	15	11,10,25	10,20,10	10	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Песчаные алебры		2	10,10,10,10	15	11,10,25	10,20,10	10	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Элины		1	10,10,10,10	15	11,10,25	10,20,10	10	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Чаледарогор	Элины алебры	Элины	6	10,10,10,10	15	11,10,25	10,20,10	10	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Песчаные алебры		5	10,10,10,10	15	11,10,25	10,20,10	10	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Элины		2	10,10,10,10	15	11,10,25	10,20,10	10	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Филдас	Песчаные элины	Элины	3	10,10,10,10	15	11,10,25	10,20,10	10	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Элины		2	10,10,10,10	15	11,10,25	10,20,10	10	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Элины		1	10,10,10,10	15	11,10,25	10,20,10	10	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Средний анализ	Опробуемый материал	Обломки брекчи	Центри брекчи	Содержание глинистых элементов		Содержание трассовых элементов		Легкая фракция										Тяжелая фракция с удельным весом > 2,75															
				в %		в %		Обломки		Полевые шпаты		Кварц		Слюда		Обломки пород		Обломки пород		Обломки пород		Обломки пород		Обломки пород		Обломки пород							
				В, Р, К	С, О	А, О	А, О	А, О	А, О	А, О	А, О	А, О	А, О	А, О	А, О	А, О	А, О	А, О	А, О	А, О	А, О	А, О	А, О	А, О	А, О	А, О	А, О	А, О					
Базальт	Глинисто-песчаные алевроиты	1		12	10	2	75	10	2	75	10	2	75	10	2	75	10	2	75	10	2	75	10	2	75	10	2	75					
	Песчаные глины	1		236	146	200	100	24	6	70	48	25	4	15	28	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1						
Базальт	Песчаные алевроиты	4		223	101	100	100	2	1	22	3	35	21	25	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1						
	Песчаные глины	2		152	100	100	100	15	4	77	39	25	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1						
Долит	Песчаные алевроиты	5		12	10	2	75	10	2	75	10	2	75	10	2	75	10	2	75	10	2	75	10	2	75	10	2	75					
	Алевроитовые глины	2		221	101	100	100	2	1	22	3	35	21	25	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1						
Абисс	Глины песчаные	3		121	100	100	100	13	7	84	10	32	2	2	46	18	25	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1						
	Глины	1		125	100	100	100	15	4	87	10	32	2	2	46	18	25	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1						
Амфиболит	Песчанники	1		10	100	100	100	25	66	4	10	35	5	1	50	4	21	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1						
	Песчаные алевроиты	1		105	100	100	100	2	14	40	4	26	36	4	1	39	1	26	1	1	1	1	1	1	1	1	1						
Кефир	Глинисто-песчаные алевроиты	1		11	100	100	100	4	12	76	4	27	38	4	1	46	12	36	1	1	1	1	1	1	1	1	1						
	Глины алевроитовые	1		101	100	100	100	1	7	83	3	16	35	1	1	45	1	32	1	1	1	1	1	1	1	1	1						
Итого — 110				51	515	172	161	101	100	11	107	24	303	102	1	55	190	204	303	31	23	40	22	230	20	140	35	20					
Средние значения в % — 0,20				5	72	44	100	23	74	4	27	37	10	1	15	24	18	16	10	10	16	29	70	80	10	30	15	10	10	14	1	270	100

Данные минералогического анализа показывают, что преимущественными фракциями являются алевроито-песчаная (0,1-0,01 мм) и глинистая (0,01 мм и меньше), которые соответственно составляют 44,1 и 41,6% от всех выделенных классов. Легкая фракция в среднем составляет 97,2%, а тяжелая - 2,8%. Определенный интерес представляют подсчитанные нами средние значения количества минералов, входящих в состав этих фракций. В легкую фракцию входят: кварц, количество которого колеблется от 11,0 до 48% при среднеарифметическом значении для рассматриваемых 15 вулканов - 23,9%, полевые шпаты, с преобладанием плагиоклазов олигоклаз-андезитового ряда, колеблются от 2,5 до 55% и по всем вулканам - 25,3%, обломки различных пород (чаще дезинтегрированный микролитостекловатый базис, иногда с редкими вкрапленниками плагиоклаза, пироксена и рудного вещества, кварц-полевошпатового тонкого срастания и других), варьирующие от 12,0 до 60% со средним содержанием по всем вулканам - 43,8%. Далее, по всем пробам с переменным превалированием, отмечаются гидрослюды и хлориты, количество которых не превышает в сумме 8-10% при среднем значении 4,3% для всех указанных в таблице вулканов. В единичных процентах встречаются глауконит и гипс.

Минералы каолиновой группы встречаются в количествах от десятых долей процента до нескольких процентов, в среднем 1,5%. Из этих данных видно, что в легкой фракции определяющими компонентами являются кварц, полевые шпаты и обломки пород,

количественные значения которых свидетельствуют о степени отсортированности породы. Так, при преобладании кварца и полевых шпатов, соответственно, преобладает гранулометрический класс - алевроитовый (0,1-0,01мм). Обратная картина, примерно, имеет место для класса 0,01 мм и меньше, в которых несколько повышено количество каолиновой группы минералов.

Для нас особый интерес представляют минералы бора, фиксированные нами в виде буры и улексита. Их количество не превышает одного процента в сумме и вообще, видимо, при обработке значительная часть их выщелачивается под действием примененных реагентов. Поэтому, описание этих минералов нами дается по извлеченным из пробы отдельным зернам иммерсионным методом и в проходящем свете, о чем речь пойдет ниже.

Весовое процентное содержание тяжелой фракции в среднем составляет 1,8%. Она представлена в основном устойчивыми компонентами, хотя немало пироксено-амфиболовых компонентов с лимонитом и пиритом. Последний достигает в ряде проб 40 и 51,5%, в среднем - 24,0%, магнетит-ильменитовые выделения составляют 25,0%, в среднем - 18,0%, лимонит достигает 33%, в среднем - 24%. Отмечено, что с повышением лимонита резко снижается количество пирита и др. минералов железа, что свидетельствует о выделении первого за счет последних. Все эти неустойчивые компоненты наряду с пироксеном и амфиболами в своем количестве имеют обратную связь с кварцем и устойчивыми минералами. Последние представлены цирконом, рутилом, апатитом, силлиманитом, андалузитом, дистеном, ставролитом, анатазом, баритом, шпинелем и гранатом. Редкими зернами отмечаются глауконит и ярозит. В ряде случаев количество последнего достигает 3,5%, что возможно, свидетельствует о происхождении испытуемого материала пробы из пород майкопской серии.

Из таблицы 63 следует, что в цементном материале сопочной брекчии бора и редких щелочей больше чем в самих обломках. В цементе содержание бора колеблется от 0,03 до 0,08% или в переводе на борный ангидрид от 0,09 до 0,24%. Редкие щелочи также обнаруживают повышенные значения - лития, рубидия (0,03%), цезия - 0,01%. Легкая фракция этих цементирующих материалов колеблется от 97,8% до 98,2% и состоит, главным образом, из кварца 27,8-35,5 %, полевых шпатов - 28-36%, мелкообломочных агрегатов - 26-37,5% и карбонатов - 4-8%. Гипс составляет первые проценты, а глауконит и мусковит - первые десятые доли процента. Тяжелая фракция в описываемом цементирующем глинистом материале, составляют соответственно 2,2-1,8%. Всюду эта фракция состоит из пирита - 25,0-35,0%, магнетит-ильменита - 7,5-10,0%, лимонита - 4,5-17,0% и мусковит-хлорита - 20,5-33,2%. Амфиболы и пироксены как неустойчивые компоненты содержатся в количестве, соответственно, 3-5% и 1-2%.

Перечень минерального состава, как цементного материала, так и обломков сопочных брекчий показывает, прежде всего, большое сходство в их минералогическом составе. Это свидетельствует о том, что цементирующее вещество почти полностью является производным от коренных пород, слагающих литологический разрез площади расположения грязевого вулкана. Резкое преобладание в составе этих образований глинистого материала, вполне увязывается с общепринятой закономерностью возникновения грязевого вулкана в условиях преобладающего развития глинистых отложений.

В данной работе намеренно избегаем интерпретации данных количественного минералогического анализа в корреляционных и других целях для установления исходной природы вулканических выбросов, что весьма обстоятельно сделано рядом исследователей - И.С.Мустафаевым, М.М.Зейналовым и другими. Здесь ограничиваемся беглыми данными

подобного изучения с целью получения определенного представления о составе бороносных фаций грязевулканических извержений.

Как указывалось выше, минералы бора - улексит и бура были зафиксированы в легкой фракции, в которой количество их колебалось от 0,3 до 0,1%. Для полной и однозначной диагностики указанных минералов нами из ряда проб под бинокляром были отобраны эти минералы и затем определены константы в иммерсии, а также в специально изготовленных шлифах в проходящем свете (фото 1,2,3).

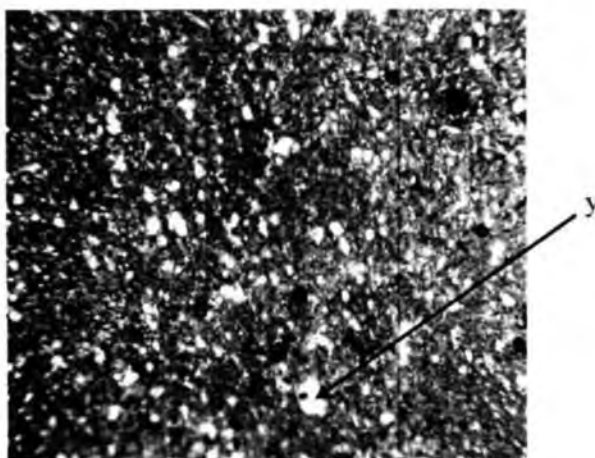


Фото 1. Улексит в глинистом цементе сопочной брекчии грязевого вулкана Дашгиль.
Увелич. 10 раз с анализатором.

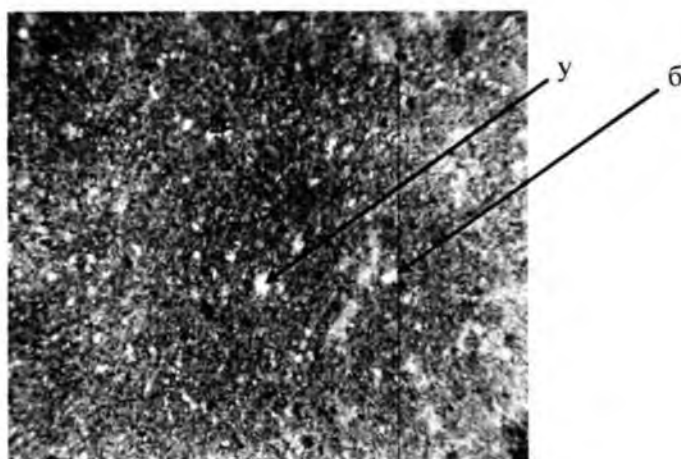


Фото 2. Улексит (у) и бура (б) в алевро-песчаном материале сопочной брекчии
грязевого вулкана Айрантекан. Увелич. 10 раз с анализатором.

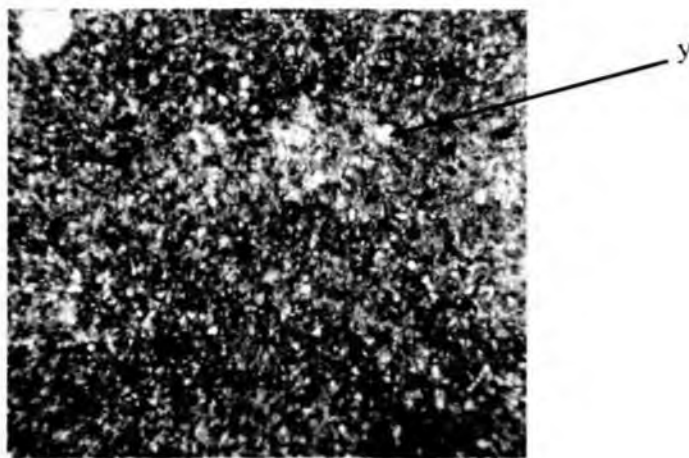


Фото 3. Улексит в глинистом цементе сопочной брекчии грязевого вулкана Готурдаг.
Увелич. 10 раз с анализатором.

Улексит (боронатрокальцит). Впервые обнаружен и описан нами в продуктах грязевых вулканов. Макроскопически этот минерал был отмечен в илистых сопочных брекчиях вулканов Дашгиль, Готурдаг и Айрантекан. Он образует беловатые, иногда с желтовато-серым оттенком густосросшиеся друг с другом тонко-игольчатые агрегаты, смешанные без какой-либо ориентировки и отчасти образующие радиально расходящиеся лучи, в тесном сонахождении с гипсом и пелитовым веществом и иногда в виде порошковидной массы. Блеск стеклянный с шелковистым оттенком. Размер таких кристаллических выделений достигает до одного миллиметра. Под микроскопом улексит бесцветен, обнаруживает волокнистые, местами пластинчатые формы выделений в тесном срастании с гипсом. Отмечается более развитая спайность (010) с заметной вытянутостью кристаллов по оси "с", несколько плохо выражены трещины спайности по призме, но всегда с поперечными отдельностями к оси "с", наблюдаемые на плоскости второго пинакоида. Ориентировка оптической индикатриссы, определенная на столике Федорова, следующая:

$$\begin{array}{lll}
 Ng = 85^{\circ} & & Ng = 1^{\circ}30' \\
 \perp(010) Nm = 22^{\circ} & 2V = + 69^{\circ}30' & \perp (010) Nm = 88^{\circ}30' \\
 Np = 80^{\circ}30' & & Np = 87^{\circ}
 \end{array}$$

Эти угловые величины осей оптической индикатриссы составляют среднее из трех замеров по каждой из указанных пинакоидальных плоскостей.

Данные иммерсионных определений, как средние из десяти замеров на разных зернах, показывают: $Ng=1,518$, $Nm=1,501$, $Np=1,490$. Вычисленный по известной формуле угол оптических осей по этим значениям равен: (Винчель в своем руководстве "Оптическая минералогия" приводит такие значения этих констант) $Ng=1.520$, $Nm=1.504$, $Np=1.491$ - 1.495 [68].

К.Ларсен и Г.Берман [120] приводят такие данные по оптическим константам улексита: $Ng=1.520$, $Nm=1.504$, $Np=1.491$. $Ng-Np=0,029$. Из этих определений видно, что наши замеры

вполне укладываются в рамки величин оптических констант, известных в наиболее признанных справочниках.

Следует подчеркнуть то обстоятельство, что в наших определениях на столике Федорова, при почти нормальном положении осей Ng и Np к кристаллографическим осям "а" "б", изучаемый минерал приближается к моноклиальной сингонии, что подтверждается определениями всех вышеназванных авторов. Таким образом, приведенные значения наших определений с учетом существующих литературных источников вполне позволяют отнести исследуемый минерал к улекситу.

Бура встречается почти в равных количествах с улекситом в обычном парагенезисе с гипсом, пелитоморфным тонкодиспергированным веществом чаще в высохших корках свежеизливавшегося водно-шламового материала. Диагностирование этого минерала в полевых условиях по сравнению с улекситом легче, учитывая опыт наших исследований о бороносных галогенных отложениях Нахчывана, где бура встречается часто. Обычно он образует тонкотаблитчатые, призматические и нередко порошковидные агрегаты в смеси с гипсом, кальцитом, тонкодиспергированным пелитовым веществом и не всегда с улекситом, размером до одного миллиметра. Бура отмечается в сопочных, еще не высохших илистых продуктах, в виде корок или налетов в указанном минеральном сонахождении.

Под микроскопом он образует призматические кристаллы по оси "с" с ясно выраженными трещинами спайности по первому пинакоиду, хорошо фиксируемые на плоскости второго пинакоида. На этой же плоскости нередко отмечены двойники, плоскости срастания которых, как это показали замеры на столике Федорова, проходят по первому пинакоиду, напоминая собою аналогичные двойники по первому закону у моноклинных пироксенов. Размер кристаллов буры в шлифах не превышает 0,7-0,5 мм. Минерал в проходящем свете бесцветен с заметным отрицательным рельефом. Показатели преломления, измеренные в иммерсионных жидкостях таковы:

$$Ng=1.472, Nm=1.469, Np=1.447, Ng-Np=0.025, C:Ng=57^{\circ}.$$

Вычисленная из этих данных величина оптических осей равна 41° .

По вышеуказанному руководству К.Ларсена и Г.Бермана показатели преломления следующие:

$$Ng=1.472, Nm=1.470, Np=1.447, Ng-Np=0,025. C:Ng=56.9^{\circ},$$

остальные константы сходны с приведенными. На столике Федорова были определены угловые величины осей оптической индикатриссы, отнесенные к кристаллографическим осям, в следующих значениях:

$$\begin{array}{l} \perp (010) \quad \left\{ \begin{array}{l} Ng=25^{\circ} \\ Nm=65^{\circ}30' \\ Np=89^{\circ} \\ 2V = 40^{\circ}30' \end{array} \right. \end{array}$$

Эти данные показывают, что плоскость двойникового шва совпадает с плоскостью первого пинакоида. При этом, на разрезе, перпендикулярном плоскости первого пинакоида хорошо были фиксированы выходы оптических осей, хотя и отмечалась сильная дисперсия при преобладании красного цвета над фиолетовым. Такая ориентировка плоскости оптических осей показывает, что плоскость произведенных наблюдений совпадает с плоскостью второго пинакоида. Из этого следует, что плоскость оптических осей перпендикулярно второму

пинакоиду и наименьшая ось N_p оказалось острой биссектрисой, т.е. минерал имеет отрицательный оптический знак.

Были замерены углы координат оптической индикатриссы по отношению к трещинам спайности по третьему пинакоиду:

$$\perp (010) \begin{cases} N_g = 90^\circ \\ N_m = 23^\circ \\ N_p = 68^\circ \end{cases}$$

Естественно, что вдоль трещин спайности по этому пинакоиду и проходит плоскость оптических осей. Действительно, трещины спайности по этой измеренной плоскости ориентированы под углом к таковым по первому пинакоиду.

На основании приведенных измерений можно констатировать, что описываемый минерал имеет оптическую ориентировку, свойственную для моноклиальной сингонии. Некоторым нарушением этого определения является несоответствие на один градус угла N_p по отношению к полюсу первого пинакоида, что возможно, вызвано неточностью наших замеров. При правильных замерах этот угол должен быть равным девяносто градусам, как подобает минералам моноклинной сингонии.

Улексит обнаружен нами и в засушливых районах республики. В высыхающие летом соляные озера Абшерона, а также недалеко от шоссе дорог Баку-Сумгайыт, Баку-Аляты, Баку-Ахсу, у сел. Кюрдаханы и др., бор по видимому, приносился метеорными водами, выщелачивающими его из боросодержащих глинистых пород. Этот минерал широко распространен и на склонах Малого и Большого Кавказа, где бор извлекается из пирокластических пород, вымываясь поверхностными и грунтовыми водами.

Улексит легко можно спутать с гидроборацитом, встречающимся в серо-зеленых глинах майкопа Лагичской мульды. К сожалению, очень трудно готовить шлифы образцов с улекситом, так как при нагревании (выше 60 градусов C) в канадском бальзаме улексит теряет кристаллизационную воду, легко меняется и превращается в сплошную, непросвечивающуюся массу. По этой причине нам не удалось определить его и в гипсоносных отложениях Исмаиллинского района, хотя и не сомневались в его присутствии. Из практики известно, что основными минералами сопутствующими улекситу являются бура, галит, мирабилит, колеманит и др. По существу, названные минералы представляют собой продукты переработки улексита. Но для такой переработки минерала требуются особые природные условия. Такие условия существуют в аридных зонах Азербайджана: шоры и солончаки. Покрываемые несколькими десятками миллиметров воды в период дождливых сезонов являются благоприятными участками для образования.

Гидроборацит - один из главных боратов, встречаемых на соленосных толщах Нахчывана. Кроме гидроборацита в различных горизонтах каменной соли Неграмского, Сустинского и Нахчыванского месторождений близ соляного зеркала встречены незначительные количества ашарита и улексита. К сожалению, из-за хрупкости волокнисто-игольчатых структур минералов в образцах нам не удалось изготовить нужных шлифов и пробы были отправлены в ВСЕГЕИ и ВИМС. По данным минералогической лаборатории и термических анализов, выполненных А.А.Смуриным во ВСЕГЕИ (Санкт-Петербург), в шлифах изготовленных из вмещающих каменную соль коренных глинистых пород Неграмского месторождения, гидроборацит был определен в моноклинной сингонии, как

двуосный положительный минерал с $2V=60$ градусов; $N_g=1,571$; $N_m=1,534$; $N_p=1,522$; $N_g-N_p=0,049$ с косым погасанием ($cN_p=33$ градусов).

В гипсоносных майкопских глинах Лагичской мульды четко выделенных, крупных минералов бора нами не обнаружено. Но образцы пород, отобранные из огипсованных скоплений подтвердили наши предположения о наличии ашаритовых тел и неашаритовых выделений, залегающих преимущественно в серо-зеленоватых галопелитах района. Результаты минералогического анализа и характеристика термограммы, выполненные соответственно В.В.Лобановой и А.А.Смурым (рис. 40) не оставляют сомнений в диагностике ашарита. В.В.Лобановой в иммерсионных препаратах обнаружен и тонкоигольчатый, кристаллический *селлаит* (MgF_2) - одноосный положительный минерал с показателями преломления:

$$N_g=1,388 \text{ и } N_p=1,378.$$

Погасание у кристалла прямое, удлинение положительное.

Ашарит. Сингония ромбическая. Короткоигольчатая разновидность ашарита характеризуется (В.В.Лобанова, ВСЕГЕИ) более высокими показателями преломления:

$$N_g=1,650; N_m=1,646; N_p=1,575; N_g-N_p=0,075.$$

Минерал двуосный, отрицательный, $2V$ около 25 гадусов, погасание прямое.

Из боросиликатов, часто встречаемых в эндогенном типе боропроявлений и месторождений бора датолит $[CaBSiO_4(OH)]$ был обнаружен М.А.Кашкаем и его сотрудниками в районе Кельбаджар, в контакте гранитоидов с песчано-карбонатными породами палеогена.

Проявления турмалиноносных грейзенизированных плагиогранитов были отмечены нами в подножьях горы Айридаг Кедабекского района.

Турмалинизации здесь подвержены вторичные кварциты, образованные в результате гидротермального метасоматоза среднеюрских эффузивов.

Как известно, турмалин имеет сложный и нестабильный состав. Выделяются следующие основные разновидности турмалина:

- железистый (шерл) -
- магнезиальный (дравит) -
- литиевый (эльбаит) –

Турмалины г. Айридаг представлены железистыми (шерл) видами. Количество турмалина в кварцитах Кедабека нередко достигает 70-80%. Сами вторичные кварциты здесь представляют продукты гидротермального метасоматоза исходных вулканогенных пород средней юры, а также порфировидные плагиограниты предбатского возраста.

Невероятным на первый взгляд является то, что несмотря на тщетные попытки, нам так и не удалось обнаружить видимых невооруженным глазом минералов бора, кроме выше названных, не только в контактовых зонах различных по возрасту и составу интрузий с вмещающими породами Кельбаджарского и Кедабекского районов, но и во всех четырех фазах внедрений Дашкесанского рудоносного массива. Это поражает при наличии повышенных, промышленно-концентрированных содержаний бора, обнаруженных во многих участках складчатых зон республики. Еще раз приходится убеждаться в том, что этот литофильный по распределению элемент, хотя и не входит в изоморфные смеси с другими элементами, тем не менее в виде примесей наблюдается во всех, без исключения, геологических образованиях [90].

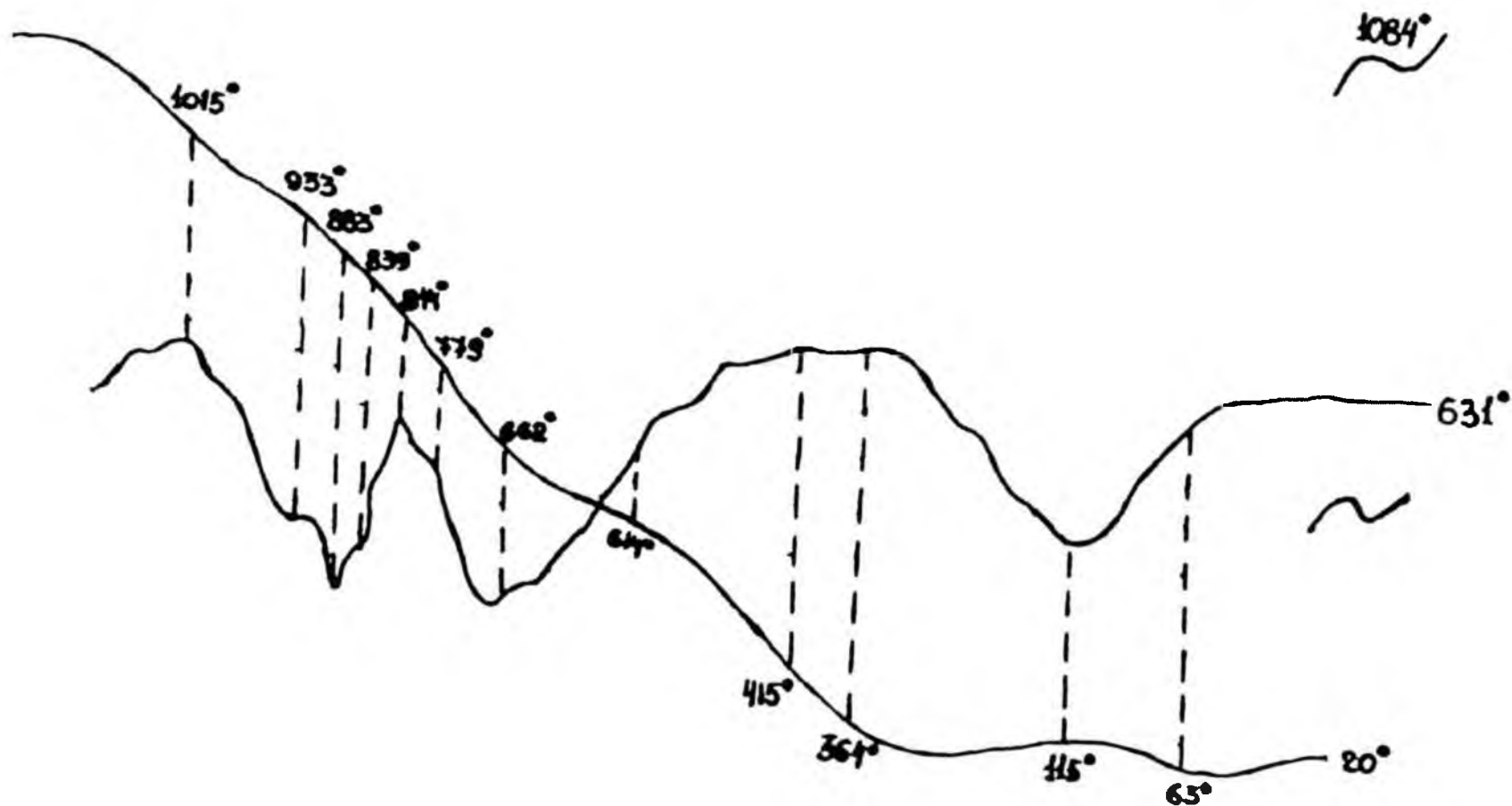


Рис. 40 Термограмма кальцит-сепиолит-ашарита майкопской свиты Лагичской мульды

В шестидесятые годы, на территории бывшего СССР начала широко применяться борометрическая съемка с очень положительными результатами. По заявке автора, в 1964 году в Баку была приглашена группа геофизиков под руководством М.С.Смолина для борометрирования некоторых интересных районов. В результате проведенных исследований полевого сезона того же 1964 года выяснилось, что повышенные количества бора в галопелитах Исмаиллинского района и Нахчывана, в суглинках Шамахи-Гобустана и Абшерона совпадают с отрицательными участками рельефа. В ложинках содержание бора (по данным борометрической съёмки) повышается до 0,2%, в то время как на положительных участках в суглинках, например, не превышает тысячных долей процента. Нет сомнения в том, что атмосферные воды при прохождении через боросодержащие породы успевают насыщаться борными соединениями к тому моменту, когда они поступают в пониженные места. Естественно, что на положительных участках местности бор из материнских боросодержащих пород постепенно вымывается и количество его здесь будет уменьшаться, тогда как на отрицательных участках наоборот, должно увеличиваться.

По М.С.Смолину, на дне этих блюдцеобразных понижений наблюдается улекситовая боропроявление. По утверждению этого исследователя улексит образует в таких местах рыхлые ватаподобные скопления в виде гнезд и желваков на дневной поверхности и в непосредственной поверхности от нее, на четвертичных глинистых породах и суглинках.

К сожалению, тогда нам не удалось выяснить связь борного оруденения с местными водоносными горизонтами - грунтовыми водами. Этот вопрос, как и немало другие ждет своих исследователей.

В 1967 году после тщательных поисков, продолжающихся несколько лет А.С.Касимовым в контактовых зонах с вмещающими породами экструзива Иландаг и интрузива Кетам-Килид (Нахчыванская АР) был обнаружен и детально изучен один из распространенных боросиликатов - датолит $[CaBSiO_4]$.

ГЛАВА 9. ЗАКОНОМЕРНОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ БОРА В ГЕОЛОГИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСАХ КАВКАЗА

В представленной работе сделана первая попытка к установлению закономерностей распределения бора в различных геологических комплексах республики. Ниже, вкратце остановимся на них, согласно представленной нами классификации месторождений бора.

По эндогенной группе необходимо отметить, что из изученных магматических образований на ультраосновные породы приходится незначительная доля в виде их интрузивных и эффузивных представителей [71]. Все они резко отличаются по содержаниям бора. Видимо, условия образования пород и фракционное распределение бора в их минеральных фазах обусловили различные концентрации в них исследуемого элемента.

Содержание бора в интрузивных составляющих ультраосновных пород Талыша не очень велико (1,5 - 28,3 г/т). Функция распределения величин содержаний бора в этих породах соответствует логнормальному закону. Довольно стабильное, вышекларковое присутствие бора в перидотитах, дунитах и пироксенитах может быть обусловлено дополнительной доставкой этого элемента летучей фазой магматического очага.

В преобразовании ультраосновных пород особое место занимает процесс серпентинизации. Большинство исследователей сходится на том, что серпентинизация представляет собой «автоматический процесс изменения ультраосновных пород под воздействием собственных растворов» (Тернер, 1951).

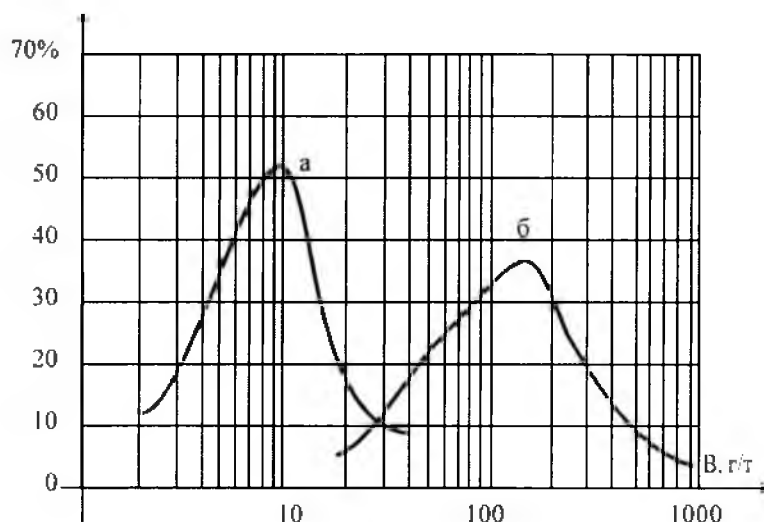


Рис.41. Бор в ультраосновных породах (серпентиниты Кальбаджар).

а- малоизмененные; б-сильноизмененные

Серпентинит Кяльбаджарского района отчетливо отражает валовой состав основных компонентов в исходной ультраосновной магме, выраженный наличием обогащенных магнием дунитов. В отличие от других малых элементов, бор всегда присутствует в составе серпентинитов и является для них типоморфным элементом. Содержание бора в серпентинитах равны, в основном, 15 - 260 г/т (среднее 100г/т) и его распределение соответствует логнормальному закону. Известно, что формирование серпентинитов происходит в условиях кристаллизации бесфельдшпатовых ультраосновных пород в условиях закрытой системы. Видимо в этих условиях из-за невозможности обмена породами летучими компонентами между магмой и вмещающими, содержание бора в этих породах будет таким, как в исходной ультраосновной магме, - т. е. максимальным, без потерь. Отсюда следует, что достаточно высокий уровень содержания бора в серпентинитах свидетельствует о высокой его концентрации в летучей фазе в области магнаобразования (рис. 41).

В земной коре основные магматогенные горные породы встречаются (в отличие от ультраосновных) преимущественно в эффузивных составляющих (базальты, долериты) с подчиненным развитием интрузий.

В кайнотипных породах группы габбро-базальтов Азербайджана бор содержится меньше (2-25г/т), чем в неизменных палеотипных основных породах (3-142 г/т). Уровень концентраций бора зависит от характера и степени изменения основных пород. При этом, функция распределения величин содержания бора как в палеотипных, так и кайнотипных основных породах соответствует логнормальному закону (рис.42).

Прослеживается общая закономерность в распределении бора при формировании как глубинных ультраосновных, так и основных пород независимо от места их проявления, - проходит ли это на малом Кавказе или на Талыше, - для неизменных, полнокристаллических пород характерны низкие, а для измененных - значительно высокие содержания бора. Такое поведение бора в названных группах пород может быть объяснено только аутометасоматическими процессами, связанными с воздействием на породы собственных постмагматических растворов, обогащенных бором. Если еще учесть, что сказанному добавить и то, что эти растворы сопровождаются летучей фазой, богатой многими микрокомпонентами, в том числе летучими соединениями бора, то выше изложенный вывод, на наш взгляд, не должен вызвать сомнений.

Для полноты картины отметим, что заслуживают особого внимания многочисленные борные проявления вулканогенно-осадочного происхождения (смешанный тип), встречаемые в Азербайджане, образование которых находятся в генетической связи с проявлениями основного вулканизма, характерных для поздних этапов развития альпийских геосинклинальных зон.

Среди магматических пород, развитых на территории Азербайджана важное место занимают комплексы средних пород - диорит-андезитов. Отличительной чертой андезитовой магмы, по сравнению с базальтовой является более высокая степень содержания в ней летучих компонентов, прежде всего воды, а также преобладание сернистых газов над галоидными (андезиты Кяльбаджар).

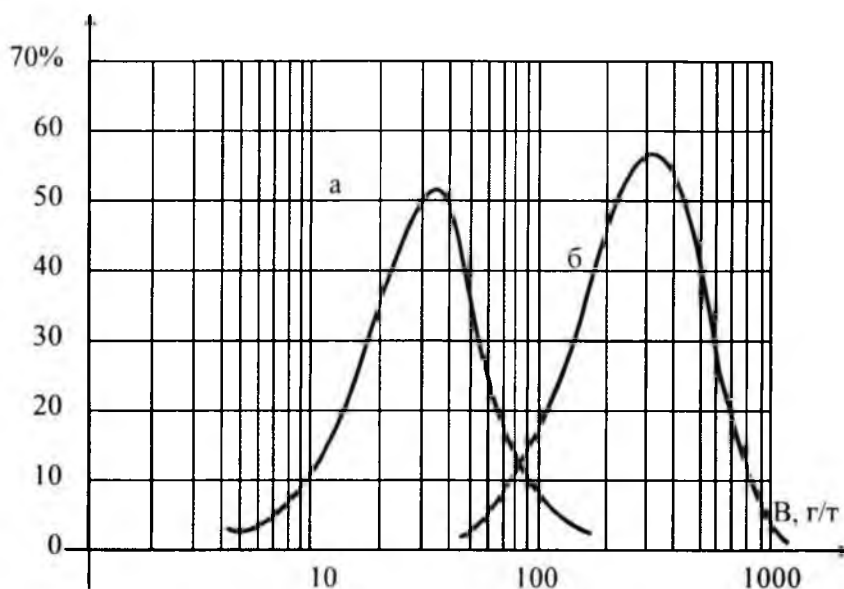


Рис.42. Бор в основных магматических породах Талыша

а-кайнотипные; б-палеотипные

Изучение содержания бора в породах группы диорит-андезита и статистическая обработка полученных данных показали, что и здесь имеется резкое отличие между кайнотипным и палеотипным ее составляющими.

Во-первых, следует отметить заметно повышенные значения содержания бора в диорит-андезитовой группе (5 - 60г/т), по сравнению с соответствующими породами группы габбро-базальта (2-25г/т). Бор в большом оличестве содержится и в вулканогенно-осадочной толще генетически связанной с андезитовым вулканизмом Малого Кавказа (район Исти-су и Тутгуна в Кяльбджарах). По видимому, это результат с более высоким обогащения андезитовой лавы - летучими компонентами. Кроме того, в изучаемых нами образцах диорито-андезитовой группы, в отличие от габбро-базальтов, характерно присутствие некристаллизованной основной массы, являющейся носителем бора в этих породах.

Последнее находит свое подтверждение в измененных породах рассматриваемой группы - андезитовых порфиритах.

Интересные, с точки зрения геохимии бора, сведения получены в результате изучения щелочных и ультращелочных пород. Несмотря на ограниченность распространения этих пород на территории республики (Горный Талыш), удалось выяснить очень важную особенность: содержания бора в породах данной формации зависит от степени раскристаллизации и постмагматических изменений этих пород, а также от фазы внедрения магматического расплава и степени насыщенности его летучими фрагментами. Основанием для такого утверждения служит исследованные нами геохимические совокупности малоизмененных полнокристаллических, измененных и жильных, пегматоидных щелочных пород Горного Талыша.

Высокий уровень содержаний бора в щелочных основных и ультраосновных породах связан с высокой концентраций в них летучих компонентов и с наличием минералов, допускающих вхождение в их кристаллическую решетку дополнительных примесей бора.

Опыт показывает, что в многофазных интрузивных щелочных породах бор накапливается в самых поздних, обогащенных летучими компонентами легкоплавких фазах (пегматитах). В последних, содержание бора доходит до 570 г/т. Видимо, на поздних стадиях щелочного автометасоматоза бор концентрируется в решетках некоторых силикатов. Кроме того, по данным некоторых исследователей (В.В.Архангельская и др., 1968) в щелочных породах поздних фаз выделяются собственные борные минералы, свойственные только этим породам (напр., гамбергит).

Таковые, в соответствующих породах геологических комплексов республики, нами не обнаружены.

Группу кислых пород, распространенных на территории республики представляют гранитоиды - граниты, гранодиориты, плагиограниты и их разновидности. Здесь не затрагивая вопросы, связанные с образованием самих гранитоидов, рассмотрим геохимический режим бора в процессах гранитообразования. Как нам представляется поведение бора в кислых интрузивных породах определяется, в основном, летучей фазой и гидротермами, воздействующими на окружающие породы. В поведении бора в гранитоидах Дашкесанского железорудного района прослеживается вертикальная зональность, выразившейся в обогащении этим элементом наиболее верхних краевых частей интрузий. Кроме того, во многообразном характере внедрений интрузий наблюдается возрастание содержания бора от начальной фазы (2-110 г/т) до последней, четвертой (табл.44). Наиболее высокие содержания бора отмечены в максимально измененных (грейзинизированных) гранитоидах (52-695 г/т) (рис.43).

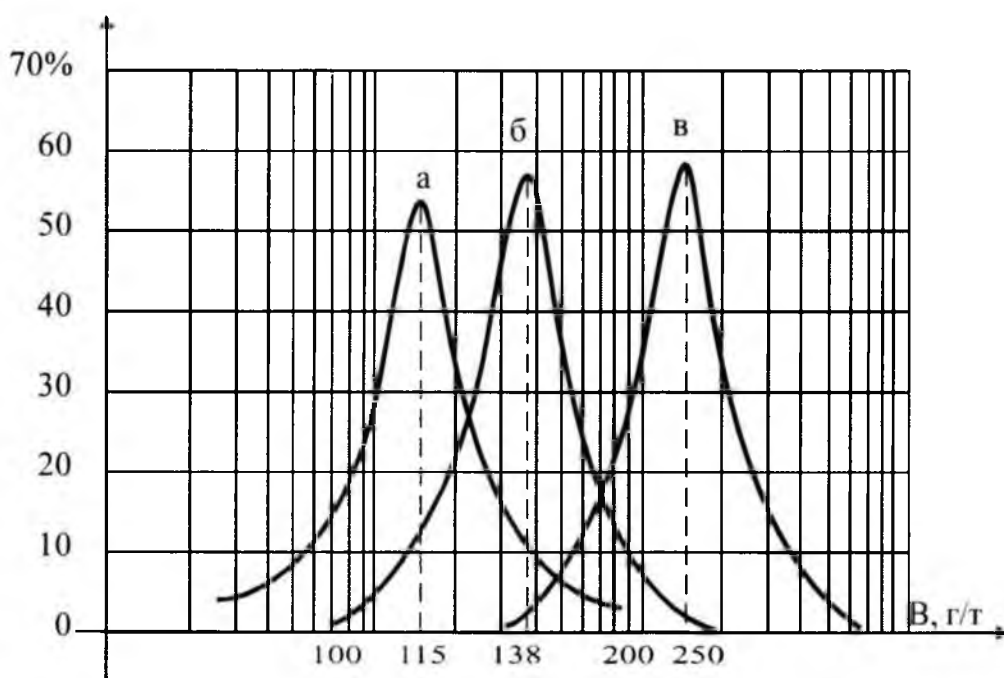


Рис.43. Распределение бора в гранитоидах Дашкесана.

а-малоизмененные, б-измененные, в-сильноизмененные

В связи с весьма ограниченным распространением эффузивных аналогов этих пород на территории республики, каких-либо закономерностей в распределении в них бора обнаружить не удалось.

Еще в 1932 году В.М.Гольдшмидт и К.Петерс, изучив распространение бора в различных типах пород пришли к выводу о том, что осадочные породы значительно более богаче бором, чем изверженные. Ими высказана мысль о том, что бор поглощается глинами из морской воды. Это предположение долгое время доминировало среди геохимиков, исследовавших свойства бора. Не затрагивая детали развернувшейся дискуссии по этому поводу отметим, что все полученные за последнее время данные приводят к выводу об отсутствии связи между содержанием бора в глинистых осадках и его концентрацией в гидросфере. Анализ глинистых пород различного возраста показывает, что величины средних содержаний бора в глинистых осадках практически остаются постоянными, т.е. не зависят от времени и от концентрации бора окружающей среды. Значит, содержания бора в глинистых осадках контролируются только свойствами соответствующих глинистых минералов и определяются условиями их образования.

Результаты исследований проведенных в Прикаспийско-Губинской области и в Гобустане показывают, что бор фиксируется глинистыми минералами не в области отложения, а в области их формирования, в коре выветривания.

В связи с этим, приобретает большое значение вопрос распределения бора в продуктах различных типов коры выветривания.

Из довольно широко распространенного на территории республики гидрослюдисто-каолинитового типа коры выветривания, нам удалось получить результаты только по гранитам Дашкесанского рудного района, где они образуют четкую каолиновую зону. В данном случае выявлено, что содержание бора значительно возрастает в образованиях гидрослюдистой зоны (515г/т), по сравнению с его содержаниями в исходных породах (22г/т). При этом прослеживается тесная связь величин содержаний бора в зоне выветривания с уровнем его значений в коренных породах.

На рис. 44 показано соответствие кривых содержаний бора в коренных гранит-гранодиорит-граноаплитовых кислых интрузивных породах и в элювиальных продуктах их выветривания по профилю Верхний Дашкесан-Молла Гасанлы-Дастафюр.

Известно, что в общей массе осадочного чехла земной коры глины и глинистые сланцы составляют около 80%, пески и песчаники около 15%, а карбонатные породы - 3%.

Содержания бора в песчаниках и карбонатных породах не постоянны и в среднем значительно ниже, чем в глинах и глинистых сланцах.

Изучение песков и песчаников, встречаемых как на поверхностных, так и в глубоких слоях геологического строения республики позволяет сделать заключение о том, что содержание бора в них зависит от минералогического состава зерен: химического состава цемента и наличия аксессуарных включений. Если в кварцевых песках пляжных зон Каспия бор составляет всего 12-18 г/т (в присутствии аксессуарного турмалина), то в слюдистых или глинистых песках превышает 90г/т. Высокое содержание бора в последних видимо связано с наличием фельдшпатов, возможно и глауконита.

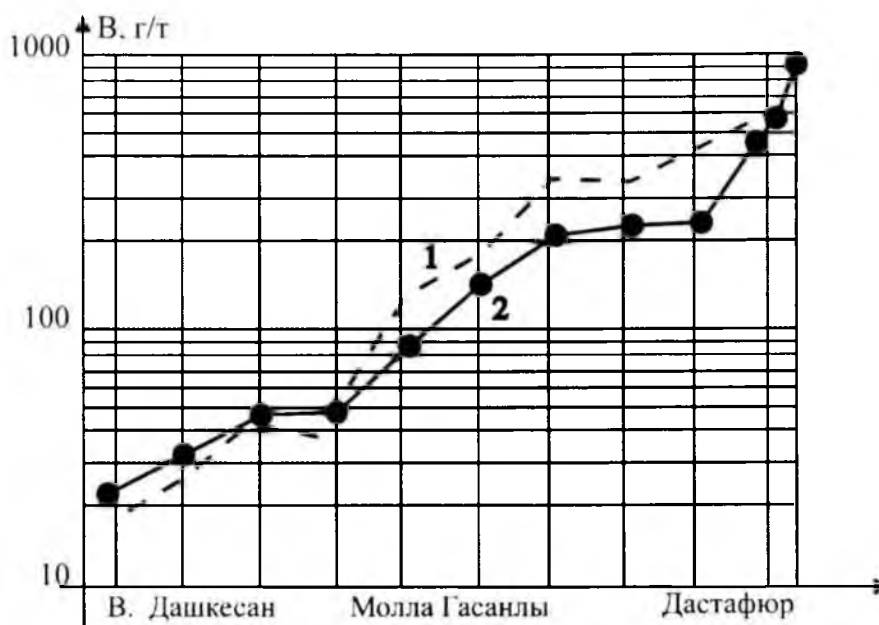


Рис.44. Бор в профилях коры выветривания кислых магматических пород.

1-неизменные, коренные граниты; 2-кора выветривания

Что касается известняков и доломитов, то следует отметить, что они не являются носителями бора. Не случайно, что химически чистые виды этих пород используются как пустые породы при изготовлении эталонов бора в спектральном анализе. Но, при наличии в карбонатных породах механической примеси глинистых минералов наблюдается и присутствие бора. Эта закономерность ярче выражена у доломитов - содержание бора в которых в 5 раз (76г/т) больше, чем в известняках. Видимо, склонность к гидролизу вызывает такой эффект. Известно, что при гидролизе доломита выделяется свободная гидроокись магния, которая и захватывает борнокислые анионы из поровых растворов.

Многочисленные анализы сопочных брекчий свидетельствуют о том, что независимо от места нахождения вулканов, возраста и петрографических особенностей составных частей, все они бороносны. При этом, борный ангидрид во всех литофациях, составляющих цемент сопочных брекчий, по сравнению с обломками, обнаруживает повышенные значения. В самом же цементном веществе максимальная концентрация борного ангидрида наблюдаются в песчаных алевритах, составляющих 3500-4000 г/т. В обломках сопочных брекчий наибольшие значения содержания борного ангидрида фиксированы в тех литофациях, которыми сложен вышеназванный цемент. Повышенные концентрации бора отмечаются во фракциях 0,1-0,01 мм и меньше 0,01 мм.

Причина накопления борного ангидрида в цементе сопочных брекчий пока, что не имеет своего однозначного объяснения. Тем не менее, учитывая результаты анализов и химические свойства самого бора, можно предположить, что эти причины заключаются в механической переработке исходных пород как в период подготовки, так и в самом процессе грязевулканического извержения. В этих условиях имеет место заметное обогащение бором шламо-глинистого материала, который является цементирующим обломки исходных пород сопочных брекчий.

Такое обогащение происходит не только за счет бора исходных, богатых бором глинистых пород, но и связано с водами грязевых вулканов. В исследуемых грязевых вулканах нами определялось содержание борного ангидрида и в их водах. Оно было высоким.

Относительно высокие содержания борного ангидрида в цементном веществе и илисто-водном шламе послужили основной причиной повсеместного наблюдаемого возрастания концентрации этого компонента в свежих продуктах извержения. Одновременно с бором, в последних увеличивается содержание лития, рубидия и цезия - сопутствующих бору редких элементов. Это неоднократно подтверждалось многочисленными литогеохимическими профилями, проведенными нами через грязевые вулканы, на которых максимальные точки концентрации борного ангидрида и окисей редких щелочей соответствуют сопочным брекчиям относительно поздних извержений и слагающих кратерное поле и близкие к нему участки.

Несколько слов о распределении бора в ангидритовых породах, связанных с соленосными толщами.

Содержания бора в изученных нами ангидридах колеблются от 12 до 2300 г/т. При этом, очень трудно уловить зависимость содержания бора от стратиграфического положения ангидрида в разрезе соляной толщи (на примере Нахчывана). Зная, что сульфаты кальция не являются носителями бора, надо полагать, что повышенные содержания его в ангидриде могут быть обусловлены с примесями микрокристаллов борных, а также аутигенных глинистых минералов. Аутигенное образование глинистых минералов, свойственно лагунным образованиям аридного литогенеза. Более сложная ситуация с распределением бора в метаморфических породах, так-как метаморфизм горных пород может происходить как с привносом, так и с выносом бора.

Здесь решающую роль играет борная кислота, являющаяся водным раствором химически активной летучей фазы.

Можно утверждать, что на всех стадиях метаморфизма борная кислота (H_3BO_3), так же как вода и углекислый газ, является подвижным и очень активным компонентом.

Распределение бора в метаморфических породах, образованных из осадочных, связано от содержания его в исходных осадочных породах. Чем больше в кластических породах серицита и хлорита (основные борсодержащие минералы), тем больше бора в полученных из них метаморфических породах. Такое суждение обосновано с сопоставляемыми комплексами метаморфизованных осадочных пород Кедабекского (с. Гумлу) и Дашкесанского (Загалы, Шарукар) районов. Зеленые сланцы (Гарадаг) Кедабека бор содержат намного больше, чем горючие сланцы у сел. Кобальт Дашкесанского района. Интересные результаты получены при сравнении песчаников и кварцитов. В них бор присутствует в одинаковых пропорциях (в среднем 50-55г/т). Пропорция не меняется и при превращении глин в глинистые сланцы (220-230-г/т).

Однако, при более высокой степени метаморфизма (мезозона) на стадии перекристаллизации этих пород в различные слюдистые сланцы, содержание бора в них резко возрастает (до 720г/т), что может быть объяснено только привносом бора в усилившемся метоморфическом процессе.

ГЛАВА 10. ПЕРСПЕКТИВЫ ДОБЫЧИ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БОРНОГО СЫРЬЯ В АЗЕРБАЙДЖАНЕ

Бурное развитие промышленности, сельского хозяйства, медицины и других отраслей экономики вызвало резкое возрастание потребности в боре в технически развитых странах. В настоящее время во многих из них большой спрос на борное сырье предъявляют металлургия, авиация и ядерная техника. Бор и его соединения успешно применяются и в стекольной промышленности для улучшения его качества, в керамической промышленности для придания большей прочности эмали, в медицине - в качестве компонентов медицинских препаратов и дезинфицирующих средств, в парфюмерной, кожевенной, текстильной, деревообделочной, резиновой, лакокрасочной и др. отраслях народного хозяйства. Весьма эффективен бор при выращивании сельскохозяйственных культур. Некоторые соединения бора используются как смазочный материал, а другие - как заменитель алмаза. В ряде стран соединения бора с водородом, литием и бериллием применяются в авиации как реактивное топливо, а изотоп бора В₁₀, благодаря поглощающей способности нейтронов, незаменимый материал в ядерной технике. В настоящее время известно более 140 борных минералов, но из них только 10-15 нашли применение в различных отраслях промышленности.

Из вышеизложенного становится очевидным, что потребность стран в борном сырье будет повышаться с каждым днем. Поэтому, поиск и разведка экономически выгодных источников борного сырья является одной из первостепенных задач современной геологии.

Несмотря на широкий диапазон химического цикла миграции, накопления и рассеяния с охватом почти всех осадочных, магматических и метаморфических формаций, бор имеет низкий кларк - $3 \cdot 10^{-4} \%$ (А.П.Виноградов, 1955). Отсутствием изоморфной связи бора с каким-либо более распространенным элементом обусловлены черты его минеральной индивидуализации в его природных соединениях. Все они конструктивно представлены боратами, боросиликатами и алюмоборосиликатами [25,26]. Из перечисленных в таблице 64 минералов в бороносных комплексах Кавказа встречаются: колеманит, улексит, борацит, датолит, котоит и турмалин, оценка баланса которых в различных геологических образованиях находится в стадии изучения. Важно знание существующих видов и химизма рудного сырья бора, используемого промышленностью (табл. 65).

К этому перечню необходимо еще добавить разработанные учеными параметры (в лабораторных масштабах) извлечения борного ангидрида из сопочных брекчий в концентраты. Побочно было получено и бормагнитовое удобрение для нужд сельского хозяйства. Указанная схема вполне может быть применена к убогим бороносным галогенным и галопелитовым формациям, пользующимся широким развитием в межгорных депрессиях Кавказа [63]. Во всех этих случаях важно иметь ввиду, что незначительные исходные содержания борного ангидрида в грязепродуктах и солеродных фациях, а также нефтяных водах достаточны для получения малых концентраций его в качестве ценного борного микроудобрения.

Главнейшие минералы бора, имеющие промышленное значение

Наименование минерала	Химическая формула	B ₂ O ₃ , %	Генетический тип накопления
I. Бораты			
Иниоит	Ca ₂ B ₆ O ₁₁ · 13H ₂ O	37,6	Эндогенные -- лагунно-морские галогенные осадки
Колеманит	Ca ₂ B ₆ O ₁₁ · 5 H ₂ O	50,8	"-
Пандермит	Ca ₄ B ₁₀ O ₁₉ OH · 7H ₂ O	49,8	"-
Кернит (разорит)	Na ₂ B ₄ O ₇ · 4H ₂ O	51,0	"-
Улексит	NaCaB ₅ O ₉ · 8H ₂ O	43,0	"-
Ашарит	MgHBO ₃	40,4	"-
Борацит	Mg ₃ [Cl]B ₇ [O ₁₂]	62,1	"-
Гидроборацит	CaMgB ₆ O ₁₁	50,5	"-
Калиборит	KMg ₂ B ₁₂ O ₁₉ · 9H ₂ O	57,0	"-
Людвигит	(Mg, Fe) ₂ Fe ⁺⁺⁺ [O ₂][BO ₂]	16,0	Эндогенный – людвигит-магнетитовый с оливином скарны
Котоит	Mg[BO ₃] ₂	36,54	Метаморфические – вторичные кварциты
Флюборит	Mg ₃ (BO ₃)F ₂ OH ₃	19,0	
II. Боросиликаты и алюмоборосиликаты			
Датолит	CaB[OH]SiO ₄]	21,8	Эндогенные – магнетит-пироксеновые скарны
Данбурит	CaB ₂ Si ₂ O ₈	28,7	То же
Трумалин	H ₈ Na ₂ (Mg,Fe) ₆ B ₆ Al ₁₂ SiH ₁₂ O ₆₂	8,12	Грейзены, метаморфические – вторичные кварциты и метаморфические сланцы
Аксинит	Ca ₂ (Fe,Mn) Al [OH]B[Si ₄ O ₁₅]	15,5	Метаморфические – вторичные кварциты

Как было отмечено выше, территория Азербайджана располагает рядом благоприятных геолого-структурных позиций боронакопления. Вместе с тем, она в отношении планетарного размещения бороносных комплексов не составляет исключения в общепризнанных схемах. Бороносные комплексы всего Кавказа в подавляющем большинстве размещены в поздних образованиях альпийского тектоно-магматического цикла. Эти комплексы вполне могут быть включены в так называемый Итало-Тибетский бороносный структурно-формационный пояс, имеющий в этой связи региональное развитие. Известно, что этот пояс характеризуется развитием борной минерализации, в основном, вулканогенно-осадочного типа, частично, - галогенного и в меньшей мере - вулканогенно-экспляционного генезиса с промышленными месторождениями в Италии, Турции, Иране и в Тибете.

К перспективным рудопрооявлениям относятся датолитосодержащие скарны, турмалиноносные грейзены и вторичные кварциты, а также низкотемпературные кварц-каолиновые с катоитом гидротермальные новообразования. Все они изучены недостаточно и, как видно из материалов, имеются реальные геологические предпосылки для резкого расширения поисков. Указанные низкотемпературные фации вторичных кварцитов представляют возможный интерес и в отношении турмалина и дюмортьерита.

При обширных площадях развития такого типа вторичных кварцитов в ряде регионов Азербайджана нахождение названного алунито-турмалино-дюмортьеритового типа борной минерализации является реальным.

Таблица 65

Рудное сырье и концентраты борного ангидрида

Наименование руд													
	B ₂ O ₃	SiO ₃	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	R ₂ O ₃	MgO	CaO	K	P ₂ O ₃	SO ₃	CO ₂	Cl	H ₂ O
Солерудные руды	17,6	—	13,2	0,9	1,7	14,1	—	—	—	3,5	4,3	—	13,2
	25,4	—	16,8	1,7	3,3	21,4	—	—	—	6,4	5,8	—	22,2
Калиборатовые	0,58	—	—	—	—	0,75	1,42	3	—	1,4	—	31,25	—
	2,61	—	—	—	—	4,65	7,47	31	—	21	—	55,6	—
Гидроборацитовые	34,3	—	1,3	0,6	—	8,12	15,69	—	—	7,78	—	—	1,51
Солевые руды	9,84	—	—	7,5	—	0	4,21	2,82	—	—	1,43	—	45,6
Датолитовые руды	10,5	37,1	—	46,5	—	—	32,5	—	—	—	—	—	—
Ашарит-людвигитовые руды	3,7	3,7	1,3	50,2*	—	16,5	0,3	—	0,08	—	—	—	—
	6,0	4,8	3,7	—	—	18,8	0,6	—	0,10	—	—	—	—
Турмалиновое сырье	2,8	34,5	9,5	—	17,6	—	0,2	—	—	0,95	—	—	—
	9,5	75,1	13,5	—	40,0	—	2,3	—	—	2,44**	—	—	—
* - в расчете на железо													
** - в расчете на серу													

Помимо известных датолитоносных комплексов весьма возможно нахождение датолит-данбурит-пироксеновых скарнов на площадях развития экстрезивного вулканизма и малых интрузивов поздних стадий альпийского тектоно-магматического цикла [66, 67].

Экзогенные боропрооявления представлены лагунно-морскими галогенными и галопелитовыми осадками первичным и вторичным накоплением в них бора. Современные соляные озера и их донные осадки, несут борную минерализацию в виде сорбированной в илстом материале тонкой дисперсии и возможно улексита и буры.

Значительные концентрации борного ангидрида отмечаются в слабоминерализованных глубинных водах нефтяных месторождений. Видимо, к интересному типу боронакопления следует отнести минеральные источники и отлагаемые ими в больших массах гипсоносные травертины. Приуроченные к глубинным регенерированным зонам разломов, приводящих в ряде мест в тектонический контакт палеозойские породы с третичными отложениями, эти источники подобно Бураханскому источнику Ольтычая (месторождение бора в Турции) несомненно заслуживают большого внимания.

Указанные соображения и особенности боронакопления в различных комплексах могут быть рекомендованы в качестве первой основы для рационального использования геологической службы и научных исследований в отношении детальных поисков борной минерализации в Азербайджане. В этой связи, важное значение приобретает рациональный

комплекс существующих геологических, геофизических, геохимических и других прогрессивных методов.

На территории Azerbaijan широко развиты все генетические типы, бора приведенные в таблице 2.

К эндогенному типу можно отнести Алинджинскую, Бердыгскую, Казанджинскую экстрезии, содержание B_2O_3 в которых достигает 4,36%. Небезынтересны первичные данные о бороносности неков типа Дарыдаг (Нахчыван), Гейазан (Газах) и др. Обнадеживающие результаты дают интрузивные комплексы гранодиоритов, гранитов и граноаплитов Дашкесана. В геохимических пробах, отобранных из этих внедрений, а также в непосредственной близости от них содержание B_2O_3 доходит до 2,16%, что намного больше промышленных кондиций. Немало и других интрузивных внедрений (батолито-штоков), в основном, гранитоидного содержания, с боросодержащими минералами. При этом выдерживается четкая интерпретация содержания бора и состава инъецирующей магмы: чем больше кислотности (SiO_2), тем больше и боросодержащих компонентов.

Необходимо отметить, что в связи с трудностями извлечение бора, в настоящее время эндогенный тип боранакоплений не представляет практического интереса.

Более прикладное значение имеет экзогенный тип бора, широко распространенный в пределах как галогенных отложений миоцена Нахчыванской мульды (Дюз-чай, Кох), так и в бокситах Нахчывани, гипсоносных песчано-глинистых породах верхнего майкопа Лагичской впадины (Исмаиллинский район) и других межгорных и внутригеосинклинальных депрессиях. Спектральный количественный анализ на бор методом просыпки в дуге между горизонтально расположенными медными электродами в пробах, отобранных из этих отложений, показывает содержание бора до 0,6%, что в десятки раз превышает кларк бора в соответствующих породах (кларк бора в морских глинах $5 \cdot 10^{-2}$ весового процента). Учитывая форму нахождения бора в этих породах и легкость его извлечения, экзогенный тип боранакопления - эффективный вид добычи борного сырья. К этому типу относятся и отложения многочисленных современных и погребенных соляных озер. Тем более, что в аналогичных комплексах озерного и лагунно-морского происхождения, за рубежом успешно эксплуатируются крупные месторождения бора типа кернитовых в США или Индерское в Гурьеве (Казахстан). Вполне реально предположить наличие таковых и на территории Azerbaijanской Республики.

Первые, поверхностные исследования рап, рассолов и илей депрессионных, межгорных зон и прибрежной полосы Каспийского моря дают обнадеживающие результаты.

Геохимическое опробование гипсоносных формаций олигоцена и нижнего миоцена Исмаиллинского района показывает содержание B_2O_3 в пределах 0,05-0,2%.

К метаморфогенным боранакоплениям относятся контакт-метасоматические дацитовые скарны типа г. Иландаг (Нахчыван), гидротермально-измененные фации и турмалиноносные вторичные кварциты северо-восточного склона Малого Кавказа (г. Айридаг Кедабекского района, междуречье Кошгарчай-Шамкирчай), эндо- и экзоконтактные зоны многочисленных экстрезий Малого Кавказа, Талыша и др. К этому типу относятся турмалиновые комплексы Кедабекского района, на бороносность которых указывали еще в 1932г. Паффенгольц К.Н. [129], в 1938 г. Ситковский И.Н. [137] и другие исследователи [105]. Турмалины на г. Айридаг представлены турмалинизированными кварцитами и туфопорфиритами юры. Содержание B_2O_3 в них доходит до 8-9%, при мощности этих пород

10 м. По весьма приближенным подсчетам запасы борного ангидрида только в этих комплексах составляют почти 500 000 тонн.

К смешанному типу боронакопления, как было сказано выше, относятся вулканогенно-осадочные, грязевулканические образования и минерализованные воды [51].

Вулканогенно-осадочным бороносным фациям принадлежат пирокластические породы междуречья Кошгарчай-Шамкирчай, олигоцен-миоценовые комплексы Малого Кавказа и Талыша, отложенные в период активизации вулканизма в сопредельных областях. Концентрация борного ангидрида в вулканогенно-осадочных породах междуречья Кошгарчай-Шамкирчай составляет 0,034-0,27%. Им богаты и включена, в основном, вулканические пеплы.

Выделение грязевулканического процесса с его продуктами в особую группу боронакопления не случайно. Конечно, при первом приближении весь грязевулканический комплекс можно было бы рассмотреть в вулканогенно-осадочных формациях. Но тогда создалось бы впечатление генетической связи грязевых вулканов с магматическими - предположение давно отвергнутое как ошибочное. С другой стороны, грязевулканизм не может быть совмещен и с экзогенным типом, так как в боросодержащих его образованиях (сопочные брекчии, воды и илы) велика роль глубинных (>10-12 км) процессов, наличие углеводородов большого давления, а также напорных подземных вод.

Принято считать, что все водные бораты образуются в экзогенных условиях. Сюда же, условно, относятся борные соединения продуктов грязевых вулканов, хотя и не экзогенного происхождения, но тесно связанные многими чертами с вулканогенно-осадочными образованиями. Нам кажется, что такое искусственное объединение кроме путаницы ничего не дает. Правда, нами в сопочных брекчиях грязевых вулканов обнаружены и впервые описаны пока только два борных минерала - бораты: улесит и бура. Но не исключено наличие и других боросодержащих минералов, в том числе гуверита ($\text{CaO} \cdot 3\text{B}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) и пробертита ($\text{NaCaB}_5\text{O}_9 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$). Для такого предположения имеются определенные обоснования.

Геохимическое опробование проб, отобранных из продуктов извержений грязевых вулканов Азербайджана показывает практически интересные содержания редких и рассеянных элементов, в первую очередь бора. По нашим, сугубо ориентировочным расчетом, количество борного ангидрида в сопочных брекчиях 15 представительных грязевых вулканов Гобустана и Абшеронского полуострова составляет порядка 7,5 млн. тонн, при среднем содержании его 0,16% (табл. 66).

Между тем, на территории Азербайджана сосредоточено более 220 грязевых вулканов, учет потенциала бороносности которых позволит в дальнейшем разработать реальные условия их промышленного использования [52].

О повышенных содержаниях бора в водах нефтяных месторождений и в минеральных водах известно давно. Но, извлечение бора из этих вод стало реальным после того как в 1951 году институтом химии Академии Наук Азербайджана, в результате исследований Г.Х.Эфендиева, П.Ф.Рзаде и др. был разработан метод производства бора из этих вод. Воды грязевых вулканов, как слабоминерализованные щелочные, так и более минерализованные хлоркальциевые по химическому составу идентичны водам нефтяных месторождений и в них содержатся обычные для последних элементы: йод, бром, бор и калий. По данным анализа водных образцов, отобранных из грязевых вулканов Апшеронского полуострова и Гобустана, бор в них определен в виде ортоборной кислоты, образующейся при $\text{H}_2\text{B}_4\text{O}_7 + 5\text{H}_2\text{O} = 4\text{H}_3\text{BO}_3$

Концентрация борной кислоты в водах грязевых вулканов составляет 150-250 мг/л, что вполне укладывается в обычные уровни содержания его в пробах, определяемых колориметрированием при геохимическом опробовании.

Немаловажное значение имеют и эксгальационные боронакопления в виде юоросодержащих травертин, довольно широкого распространенных в районах выходов на поверхность гидротермальных и минеральных вод (долины рех Тертер, Ленкоранчай и др).

Таким образом, на территории Азербайджана имеются все предпосылки для организации промышленного производства бора не только для удовлетворения нужд нашей республики, но и для его экспорта. На первом месте здесь, безусловно бороносные сопочные брекчии грязевых вулканов экономически выгодное сырье для извлечения борных соединений.

Ниже на рисунке 45 представлена прогнозная карта бороносности Азербайджана масштаба 1:500000.

Перспективные ресурсы борного ангидрида по ряду грязевых вулканов Азербайджана

№	Наименование грязевых вулканов	Площадь кв.м.	Общие параметры сопочных брекчий			Среднее содержание борного ангидрида в %	Запасы борного ангидрида в тоннах	Среднее содержание в %		
			Мощность, м	Объемный вес	Общий вес в тоннах			литий	рубий	Цезий
1	Дашгиль	5000000	30	2,5	375000000	0,15	562500	0,0095	0,0008	0,0034
2	Готурдаг	5000000	70	--“--	87500000	0,125	108375	0,1	0,0145	0,01
3	Айрантекан	850000	100	--“--	312500000	0,16	500000	0,014	0,01	0,004
4	Диляниз	500000	30	--“--	1125000	0,131	1473	0,0048	0,0054	0,0044
5	Дашмардан	34000000	30	--“--	1550000000	0,10	1550000	0,0045	0,085	0,006
6	Торагай	68008006	50	--“--	850000000	0,18	1530000	0,0063	0,018	0,0038
7	Галендарахтарма	6000000	25	--“--	37500000	0,22	825000	0,007	0,025	0,0065
8	Чеильдаг	13490000	40	--“--	1349000000	0,099	1335510	0,0067	0,0115	0,0055
9	Ахтарма (Пута)	500000	5	--“--	6250000	0,125	78125	0,004	0,016	0,0062
10	Локбатан	4000000	50	--“--	500000000	0,1	500000	0,004	0,009	0,009
11	Шонгар	150000	100	--“--	37500000	0,2	75000	0,0060	0,013	0,005

Продолжение таблицы 66

12	Сарынча	100000	100	--"--	25000000	0,2	50000	0,006	0,018	0,005
13	Гюльбахт	30000	50		3750000	0,24	7500	0,006	0,018	0,005
14	Боздаг (Гобу)	3000000	20	--"--	150000000	0,24	369000	0,0045	0,015	0,0048
15	Сев. Астраханка	1000000	5	--"--	12500000	0,17	12125	0,0052	0,021	0,0025
	Данные по всем грязевым вулканам		*60,9			☼ 0,15%	7551358	0,0055%	0,0132%	0,005%

*Средневзвешанная мощность
сопочных брекчий

☼ Средневзвешанное содержание на вес
сопочных брекчий

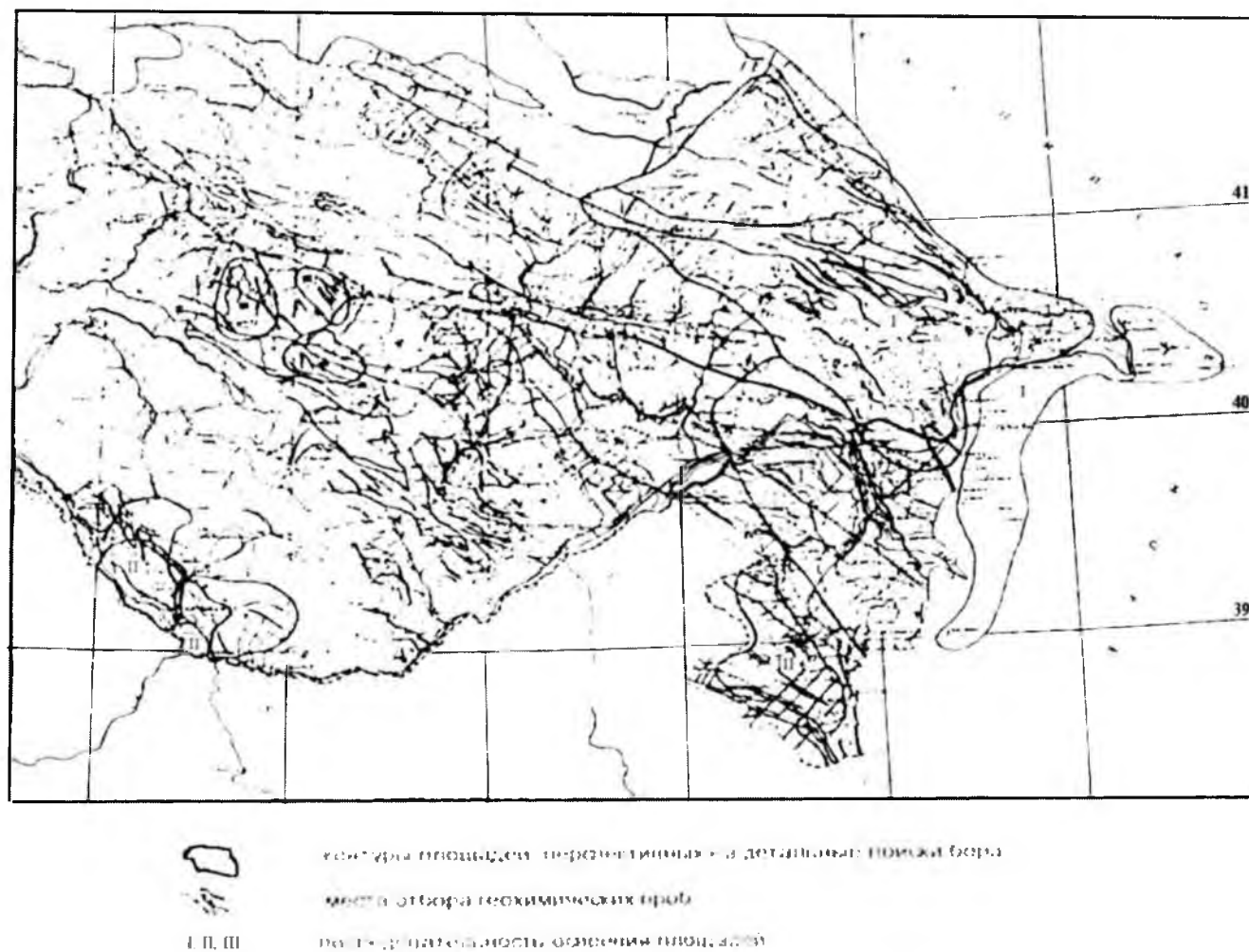


Рис. 45 Прогнозная карта бороносности Азербайджана

ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ И РЕКОМЕНДАЦИИ

Выполненный анализ геолого-геохимического материала позволяет нам сделать некоторые выводы о геохимических особенностях поведения бора в различных геологических комплексах складчатых зон.

Мнение о том, что бор необычный элемент для глубинных магматических пород ошибочное. Повышенные содержания бора в остаточных средних и кислых магматических породах связаны с воздействием на них летучей фракции, обогащенной борными соединениями. Высока роль и гидротермов, выделяющихся из застывающей магмы, а также преобразования происходящие в эндо и экзоконтактах магматических очагов.

Наличие известковых скарнов, развитых в зонах контактов корбанатных пород с гранитоидными интрузиями является благоприятным фактором для образования бороносных руд на Малом Кавказе.

Магматогенные (эффузивные) и вулканогенно-осадочные комплексы Горного Талыша содержат повышенные содержания бора; при этом, максимальные его содержания приурочены к глинистым осадочным породам.

Динамический и контактовый метаморфизм Большого Кавказа неблагоприятны для накопления бора.

Высокие кларковые значения бора в глинистых породах связаны не с поглощением бора глинистыми минералами из морской воды, а его содержанием в исходных породах, т.е. глинистые минералы приобретают бор на месте своего формирования в коре выветривания, унаследовав его от коренных пород.

Наличие областей молодой вулканической деятельности в условиях засушливого климата, существование бессточных впадин и перекрытие продуктов извержений континентальными малопроницаемыми глинистыми осадками создали благоприятную почву для формирования вулканогенно-осадочного типа боропроявлений в Азербайджане.

Мощные соленосные отложения, повышенная бороносность вод и горных пород в районе развития этих отложений создали условия для образования перспективных на бор галогенно-осадочных рудопроявлений а Нахчыванском, Исмаиллинском, Шамахи-Гобустанском и Абшеронском районах.

1. Первостепенное значение приобретают сопочные брекчии грязевых вулканов-экономически самое эффективное сырье для извлечения борных соединений в промышленных масштабах. Предварительные расчеты запасов борного ангидрида только по 15 характерным грязевым вулканам Гобустана и Абшеронского полуострова составляют более 7,5 млн. тонн. Бор во всех литофациях, составляющих цемент сопочных брекчий, по сравнению с обломками обнаруживает повышенные значения. В обломках высокие содержания бора отмечены во фракциях 0,1-0,01 и меньше 0,01мм. Возрастной фактор в накоплении бора во фракциях не имеет значение.

2. Рыхлые и полурыхлые четвертичные отложения западного побережья Азербайджанского сектора Каспийского моря лишены практически выгодных концентраций редких и рассеянных элементов, в том числе и бора.

3. Выявлена избирательность в распределении бора в бокситах Нахчывана. Бокситы, образованные из морских глин обогащены бором больше, чем бокситы, связанные с континентальными глинистыми породами.

4. В нефтегазоносных комплексах с глубиной содержание бора возрастает и достигает особенно высоких показателей в щелочных водах. Миграция бора происходит в виде ортоборной кислоты (H_3BO_3).

5. Концентрация борного ангидрида в водах грязевых вулканов сопоставима с таковыми нефтегазовых месторождений и даже превалирует.

6. Среднее содержание бора и хлора в поверхностных текучих водах почти вдвое больше, чем в атмосферных осадках.

7. Содержание бора в водах озер Республики, главным источником питания которых являются атмосферные осадки, сопоставимо с токовым в речных водах. При этом, соотношение бора к хлору является функцией физико-географических и климатических условий бассейна.

8. Минеральные и термальные воды содержат повышенные содержания бора до 0,9192 г/л (метаборная кислота в водах Дарыдаг).

9. Минералы бора-улексит и бура обнаружены в сопочных брекчиях грязевых вулканов, гидроборацит и ашарит - в майкопских глинах Лагичской мульды и в соленосных толщах Нахчывана, а турмалин и датолит в метасоматически измененных породах Малого Кавказа.

10. Терригенно-хемогенные фации (карбонаты, сульфаты, хлориды) не контролируют распределение бора.

11. Щелочные земли (Ca, Mg) являются активными осадителями боратов, тогда как хлориды удерживают их в растворах.

Основные направления работ на ближайшее будущее:

1. Следует продолжить поисковые работы на бор в перспективных глинистых и песчано-глинистых отложениях майкопской серии в пределах Чухур-юрд - Шамахинского и Хиллы - Гаджинского районов.

2. Произвести гидрохимические анализы на бор в артезианских, грунтовых, минеральных и терминальных водах изучаемых площадей.

3. Продолжить поиск минеральных форм нахождения бора в геологических комплексах с использованием рентгено-структурных определений.

4. Завершить начатые поисковые работы по выявлению высоких концентраций бора в междуречье р.р. Гирдыманчай - Вашачей, а также в Газахском, Гянджинском, Агдеринском районах, расположенных на периферии Куринской впадины.

5. Пересмотреть первичные результаты исследований по Мегри-Ордубадскому батолиту с целью уточнения геологической ситуации на эндо и экзоконтактах.

6. Организовать технологические испытания сопочных брекчий грязевых вулканов на предмет извлечения из них борных компонентов в заводском масштабе.

КАДАСТРОВЫЙ ПЕРЕЧЕНЬ

литературного материала по бороносным комплексам Кавказа

Наименование работы	Дата	Значения работы
I. <u>Таманский полуостров</u>		
Л.А. Гуляева. «Бор грязевых вулканов» (г. Пекла)	1939 г.	Дана отрицательная оценка бороносности района
С.Р. Крайнов. «Общий обзор данных по распространению бора в подземных водах и направление гидрогеологических исследований в проблеме поисков борных месторождений» (Сопка Центральная)	1959 г.	Дана отрицательная оценка бороносности района
С.Р. Крайнов. «Общий обзор данных по распространению бора в подземных водах и направление гидрогеологических исследований в проблеме поисков борных месторождений» (Краснодарский край)	1959 г.	Дана отрицательная оценка бороносности района
Отчет Централизованной экспедиции треста № 1	1958 г.	Дана положительная оценка бороносности района
Л.А. Гуляева. «Бор грязевых вулканов» (Гладковская, Краснодарский край)	1939 г.	Дана отрицательная оценка
М.И. Врублевский. «О содержании бора в некоторых минеральных источниках Кавказа» (Семигорье – ст.Крымская, Краснодарский край)	1948 г.	Дана положительная оценка бороносности района
Л.А. Гуляева. «Бор грязевых вулканов» (Васюринская, Таманский район, Краснодарский дар)	1938 г.	Дана положительная оценка бороносности района
II. <u>Северный Кавказ</u>		
Н.И. Мусатов. «Промежуточный отчет о результатах поисковых работ на бор, произведенных на г.г. Золотой Курган и Змейка в 1955 г.»	1956 г.	Дана положительная оценка бороносности района

III. <u>Горная Осетия</u>		
И.М. Курман. «Перспективы поисков борного сырья на Кавказе» г.Теили.	1955 г.	Дана положительная оценка бороносности района
IV. <u>Грузинская ССР</u>		
а) Б.Н. Каландаришвили. «Бор в Грузии». (Чаткурис-Хеви источник)	1954 г.	Дана положительная оценка бороносности района
б) Б.Н. Каландаришвили. «Бор в Грузии». (Баканский грязевой источник)	1954 г.	Дана положительная оценка бороносности района
Б.Н. Каландаришвили. «Бор в Грузии». (Петропавловский минеральный источник)	1954 г.	Дана положительная оценка бороносности района
Б.Н. Каландаришвили. «Бор в Грузии». (Уцерский источник)	1954 г.	Дана положительная оценка бороносности района
Б.Н. Каландаришвили. «Бор в Грузии». (Кахетия, источник Пшавели)	1954 г.	Дана положительная оценка бороносности района
Б.Н. Каландаришвили. «Бор в Грузии». (Меджи, источник №1)	1954 г.	Дана положительная оценка бороносности района
Б.Н. Каландаришвили. «Бор в Грузии». (Курорт Набеглави, источник)	1954 г.	Дана положительная оценка бороносности района

Б.Н. Каландаришвили. «Бор в Грузии». (источник Самарис)	1954 г.	Дана положительная оценка бороносности района
Б.Н. Каландаришвили. «Бор в Грузии». (Боржоми, источник №1)	1954 г.	Дана положительная оценка бороносности района
Б.Н. Каландаришвили. «Бор в Грузии». (Боржоми, источник №2)	1954 г.	Дана положительная оценка бороносности района
Л.Н. Костенко. «Отчет о поисково-ревизионных работах на бор, проведенных в 1958 г. в пределах Ставропольского края и Чечено-Ингушской АССР»	1959 г.	Бор содержится в воде, фонтанирующей в скважине в Баксакском месторождении, пробуренной на контакте гранитов с известняками. Вопрос о перспективности бора не разрешен
Г.Б. Гвахария. «Датолит из саганлукской осыпи в окраинах Тбилиси».	1939 г.	Вопрос о перспективности бора не решен
Л.А. Гуляева. «Бор грязевых вулканов» (Ахтала)	1939 г.	Вопрос о перспективности бора не решен
Л.А. Гуляева. «Бор грязевых вулканов» (Мирзаани)	1939 г.	Вопрос о перспективности бора не решен
С.Р. Крайнов. «Общий обзор данных по распространению бора в подземных водах и направление гидрогеологических исследований в проблеме борных месторождений»	1959 г.	Бор приурочен к водам минеральных источников Тегенекли. Вопрос о перспективности бора не разрешен

V. <u>Армянская ССР</u>		
Е.В. Гочинян. «Результаты выполненных в 1955-58 г.г. поисково-разведочных работ на борное сырье и дальнейшее направление этих работ на 1959-65 г.г. по районам Армении»	1959 г.	Бор обнаружен в гипсо-соленосной толще среднего миоцена. Дана положительная оценка бороносности толщи
Н.В. Тагеева. «Минеральные воды Джермук (Истису) в Армении».	1948 г.	Бор приурочен к водам минеральных источников Истису. Дана положительная оценка бороносности толщи
О.А. Александровская. Э.К. Буренков и др. «Некоторые данные о бороносности третичных отложений Ахтинской мегаантиклинальной».	1961 г.	Вопрос о перспективности бора не решен
О.А. Александровская. Э.К. Буренков и К.И. Кузина. «Отчет о полевых работах Армянского отряда РМПИ №15 за 1961 г. по теме: Составление прогнозной карты бороносности Армении».	1962 г.	Вопрос о перспективности бора не решен
А.К. Швыряева. «О возможности применения биогеохимического метода при поисках борного сырья» ст. «Геохимические поиски месторождений в СССР».	1957 г.	Вопрос о перспективности бора не решен
М.Я. Школьник и др. «О причинах различной степени необходимости бора при различных экономических условиях» «Изв.АН СССР» серия биологич. №5	1959 г.	Вопрос о перспективности бора не решен

VI. <u>Азербайджанская ССР</u>		
С.Р. Крайнов, М.Х. Королькова «Бороносность минеральных вод Приморского края и Малого Кавказа»	1960 г.	Вопрос о перспективности бора не решен
М.Г. Абуталыбов и А.Самедова. «Влияние бора и марганца на процесс фотосинтеза». Ученые записи Азерб. Университета, №6	1956 г.	Вопрос о перспективности бора не решен
Л.А. Гуляева. «О борных соединениях грязевых вулканов»: (Агдам). (Бабадаг). (Демирчи). (Северная Астрахановка). (Набур). (Боздаг Кобийский). (Гюльбахт). (Чеильдаг). (Хыдырлы). (Мишовдаг). (Б. и М. Харами). (Шорсулу).	1939 г.	Бор приурочен к сопочным водам. Вопрос о перспективности бора не решен
Ад.А. Алиев. «Материалы по изучению грязевых вулканов района хребтов Б. и М. Харами и Мишовдаг»	1957 г.	Бор приурочен к сопочным водам. Вопрос о перспективности бора не решен
Л.С. Косовой. «О комплексных гидрогеологических исследованиях масштаба 1:200 000, произведенных в 1951 году на территории Азербайджанской ССР». Масаллинский район, группа горячих сероводородных источников.	1951 г.	Дана положительная оценка бороносности района. Бор приурочен к горячим сероводородным водам
Л.С. Косовой. Нижне-Андижанские и Верхне-Андижанские источники.	1951 г.	Дана положительная оценка бороносности района. Бор приурочен к горячим сероводородным водам

Л.С. Косовой. Поселок Нефтчала	1952 г.	Дана положительная оценка бороносности района. Бор приурочен к горячим сероводородным водам. Бор приурочен к сопочным отложениям грязевых вулканов
М.С. Агаларов. «Месторождения боросодержащих вод нефтяных месторождений Абшеронского полуострова»	1959 г.	Дана положительная оценка бороносности нижнего отдела продуктивной толщи
М.С. Асланян и Э.Т. Байрамалибейли. «Отчет Абшеронской поисково-ревизионной партии на бор» (озеро Беюк-шор)	1953 г.	Дана положительная оценка бороносности нижнего отдела продуктивной толщи
Д.Д. Мазанов. «Поиски борного сырья в Азербайджане»	1958 г.	Дана положительная оценка бороносности района. Бор приурочен к турмалинизированным кварцитам Косогор бугора Кедабекского района
С.Р. Крайнов. «Общий обзор данных по распространению бора в подземных водах и направление гидрогеологических исследований в проблеме поисков борных месторождений»	1959 г.	Вопрос о перспективности бора не разрешен. Бор приурочен к минеральным водам источника карбонатной толщи верхнего мела (Даррыдаг)

С.Р. Крайнов. «Общий обзор данных по распространению бора в подземных водах и направление гидрогеологических исследований в проблеме поисков борных месторождений»	1959 г.	Бор приурочен к подземным водам вулканогенно-осадочной толщи эоцена (Сираб)
«Общий обзор данных по распространению бора в подземных водах и направление гидрогеологических исследований в проблеме поисков борных месторождений»	1959 г	Бор приурочен к водам минеральных источников карбонатной толщи верхнего мела (Бадамлы)
«Общий обзор данных по распространению бора в подземных водах и направление гидрогеологических исследований в проблеме поисков борных месторождений»	1959 г	Бор приурочен к водам минеральных источников карбонатной толщи верхнего мела (Джультфа)
«Общий обзор данных по распространению бора в подземных водах и направление гидрогеологических исследований в проблеме поисков борных месторождений»	1959 г	Бор приурочен к водам Нагаджирских источников вулканогенно-осадочной толщи эоцена
К.П. Буланов «О содержании бора в соленых озерах и нефтяных водах Бакинского района»	1958 г.	Дана положительная оценка о перспективности бора
В.С. Ногалев, Э.А. Еганов «Отчет Азербайджанской поисково-ревизионной партии на бор за 1957 г.»	1958 г.	Дана положительная оценка о перспективности бора
А.А. Якубов «Грязевые вулканы Азербайджана»	1948 г.	Дана положительная оценка о перспективности бора
Бабаев Н.И. «Бор и редкие щелочные элементы в продуктах грязевых вулканов Азербайджана»	1998 г.	Дана положительная оценка о перспективности бора

Бабаев Н.И. «Бороносность юго-восточного окончания Б.Кавказа и Прикаспийско-Губинской области»	1998 г.	Дана положительная оценка о перспективности бора
Бабаев Н.И. «Бороносность Нахчыванского региона»	1998 г.	Дана положительная оценка о перспективности бора
Бабаев Н.И. «Бороносные формации Азербайджана»	1999 г.	Дана положительная оценка о перспективности бора
Бабаев Н.И. «Бор и редкие элементы Малого Кавказа»	1999 г.	Дана положительная оценка о перспективности бора
Бабаев Н.И. «Бор и другие полезные ископаемые Талыша»	2001 г.	Дана положительная оценка о перспективности бора
Бабаев Н.И. «Геохимия бора складчатых зон»	2005 г.	Дана положительная оценка о перспективности бора
VII. <u>Дагестанская АССР</u>		
Л.Н. Костенко «Отчет о поисково-ревизионных работах на бор, проведенных в 1958г. в пределах Ставропольского края, Чечено-Ингушской АССР».	1958 г.	Бор приурочен к минеральному источнику с.Инкохарь. Вопрос о перспективности бора не разрешен
Л.Н. Костенко «Отчет о поисково-ревизионных работах на бор, проведенных в 1958г. в пределах Ставропольского края, Чечено-Ингушской АССР».	1958 г.	Бор приурочен к источнику тектонической зоны р- на Тинди. Вопрос о перспективности бора не разрешен
Л.Н. Костенко «Отчет о поисково-ревизионных работах на бор, проведенных в 1958г. в пределах Ставропольского края, Чечено-Ингушской АССР».	1958 г.	Бор приурочен к источникам реки Индыш. Вопрос о перспективности бора не разрешен

Т.Н. Соловова «Отчет о поисково-ревизионных работах, проведенных в 1958г. партией №17 на бор. редкие элементы и титан в Прикаспийской низменности и Центральном Предкавказье».	1959 г.	Бор приурочен к озерным отложениям, солям, засоленным суглинкам, илам и пескам. Дана положительная оценка бороносности района.
Т.Н. Соловова «Отчет о поисково-ревизионных работах, проведенных в 1958г. партией №17 на бор. редкие элементы и титан в Прикаспийской низменности и Центральном Предкавказье».	1959 г.	Бор приурочен к озерным отложениям, солям, засоленным суглинкам, илам и пескам. Дана положительная оценка бороносности района.

QAFQAZIN GEOLOJİ KOMPLEKSLƏRİNDƏ BOR

XÜLASƏ

Kitabın yazılmasında məqsəd, aparılmış nəzəri və təcrübi-tədqiqat işlərinə əsaslanaraq, Qafqaz ərazisində bor birləşmələrini aşkar edib onlardan səmərəli istifadəni əsaslandırmaqdır.

Bunun üçün, borun müxtəlif geoloji komplekslərdə paylanma və toplanma qanunauyğunluqları öyrənilmiş, onun genetik təsnifatı verilmiş, 11000-dən çox süxur nümunəsi fiziki-kimyəvi üsullarla öyrənilmiş, “Bor anhidridinin palçıq vulkanları brekçiyalarında paylanması” xəritəsi, həmçinin “Azərbaycanda bor elementinin yayılması” xəritəsi 1:500.000 miqyasında tərtib olunmuş, Respublikada ilk dəfə olaraq uleksit və bura mineraları aşkar edilərək, mineraloji təsvirləri verilmişdir. Bundan başqa, riyazi-statistik üsullardan istifadə edərək, borun statistik parametrləri qiymətləndirilmiş və bəzi geoloji qurumlar üçün onun perspektiv ehtiyatları hesablanmışdır.

Bir nəticə olaraq, borun mövcud süxur komplekslərində toplanma qanunauyğunluqları aşkar edilərək, onun maqmatizm, metamorfizmin və diagenез prosesləri ilə əlaqəsi təyin edilmişdir. Tədqiqatların Azərbaycan ərzisinə aid olan nəticələri istifadə etmək üçün “Azərqızıl” dövlət şirkətinə və Azərbaycan Respublikasının Geologiya və Mineral Ehtiyatları Dövlət Komitəsinə təqdim olunmuşdur.

BORON OF GEOLOGICAL FORMATIONS OF CAUCASUS

SUMMARY

The main aim in publishing this book is to identify and substantiate economic efficiency of mining of boric compounds in Caucasus based on conducted theoretical and practical work.

For this purpose distribution and accumulation patterns of boron in various geological formations have been studied, its genetic classification given, more than 11000 rock species have been investigated by physiochemical methods, map of "Distribution of boric anhydrite in mud volcano breccias", as well as a map of "Occurrence of boron in Azerbaijan" scaled 1:500.000 have been built, for the first time in Azerbaijan minerals such as ulexite and borax have been identified and their mineralogical description given. Moreover, statistic properties of boron have been estimated having applied methods of mathematical statistics and their possible reserves for some geological structures have been assessed.

Mud volcano products of Absheron and Taman peninsulas, Gobustan, datolite bearing skarns of the Northern Caucasus, Nakhchivan Autonomous Republic, halogen sediments of Azerbaijan, Georgia, Armenia and, finally, tourmaline bearing pneumatic hidrothermal new formations of Azerbaijan, Armenia and partially of the Northern Caucasus have become targets for these investigations.

As a result, boron accumulation patterns in rock formations have been identified and its association with processes of magmatism, metamorphism and diagenesis has been established. Results of studies, that are relevant to Azerbaijan area have been submitted to "Azerqizil" state company and the State Committee of the Republic of Azerbaijan on Geology and Mineral Resources for use.

ЛИТЕРАТУРА

1. Абдуллаев З.Б., Ганбаров Д.М., Гусейнова С.Д. К вопросу дегидратации серпентинитов Малого Кавказа. Труды института Геологии АН Азербайджана, №26, 1997.
2. Абдуллаев Р.Н., Мустафаев М.А. Типы мезозойских вулканических серий Локско-Карабахской зоны Малого Кавказа. Гр. Ин-та геологии АН Азерб., Баку, «Элм», 1995.
3. Абдуллаев Р.Н. Петрологические и металлогенические особенности мезазойского вулканизма Малого Кавказа (Азербайджан). Баку. Изд. АН Азерб. ССР, 1965.
4. Абих Г. О появившемся на Каспийском море острове и материалы к назначению грязевых вулканов. Гр. Ин-та геологии АзФАН, т. XII, 1939.
5. Абрамович М.В. Извержение подводного грязевого вулкана на банке Макарова. АНХ, №8-9, 1925.
6. Авдусин П.П. Грязевые вулканы. Петрографические исследования. Изд. АН СССР, 1948.
7. Агабеков М.Г. Извержение грязевого вулкана Лок-Батан 1 марта 1941 года. Изв. АзФАН СССР, №4, 1941.
8. Агабеков М.Г. О роли диапиризма в тектонике юго-восточного погружения Большого Кавказа. Тр. Ин-та геологии АН Азерб. ССР, т. XIII, 1947.
9. Агабеков М.Г. Основные структурные черты Нижне-Куринской впадины АНХ, N7, 1951.
10. Агабеков М.Г., Багирзаде Ф.М. О расположении грязевых вулканов Нижне-Куринской депрессии в связи с тектоникой "ДАН Азерб.ССР", N4, 1953.
11. Агаларов М.С. Гидрогеохимия основных нефтяных месторождений Азербайджана. Баку, Азернешр, 1960.
12. Агаларов М.С., Ахундов А.Р., Шойхет П.А. Сопоставление вод некоторых грязевых вулканов Кюровдаг-Бабазанан-Нефтчалинской антиклинальной зоны с пластовыми водами. АНХ, N3, 1961.
13. Агаларов М.С., Ахундов А.Р., Шойхет П.А. К характеристике солевого состава вод отдельных грязевых вулканов Прикуринской низменности. АНХ, N7, 1961.
14. Агаларова Д.А. Корни грязевых вулканов Азербайджана. Азнефтеиздат, 1945.
15. Азадалиев Дж. А. Причинно-генетическая связь триединых процессов контактово-термального метасоматизма, скарнового рудогенеза и медно-порфирового оруденения с гранитоидной интрузией (на примере Малого Кавказа). Труды института Геологии АН Азербайджана, №25, 1995.
16. Азизбеков Ш.А. Геология и петрография севера-восточной части Малого Кавказа. Изд. АН Азерб. ССР, 1947.
17. Азизбеков Ш.А., Корнев Г.П. Тектоника западных отрогов Даралагезского хребта. Докл. АН Азерб. ССР, №6, 1951.
18. Азизбеков Ш.А. Геология и полезные ископаемые третичных отложений Нахичеванской АССР (ТГФ, Азнефть, АЗМНР, ИГАК АЗССР), 1953.
19. Азизбеков Ш.А. «Геология и полезные ископаемые юга-восточной части Нахичеванской АССР, 1956 г.». 1956.
20. Азизбеков Ш.А. Геология Нахичеванской АССР. Госгеолтехиздат, М., 1961.
21. Азизбеков Ш.А., Исмаил-заде А., Нижерадзе Н.Ш. Лейцитовые эффузивы Талыша. Изв. АН СССР, серия геол., № 4, 1969.
22. Азизбеков Ш.А. и др. Геология и вулканизм Талыша. Изд. "Элм", Баку, 1979.

23. Азизбеков Ш.А., Якубов А.А. Новый остров на Каспийском море. Изв. АзФАН СССР, №1, 1938.
24. Акатов Н.Г., Алексейчик С.Н. Геологическая карта Кабристана. Планшет Гюнгермаз. Тр. НГРП, сер. А, вып. 102, 1938.
25. Александров С. М. и др. Геохимия эндогенного бора. Изд. «Наука», М., 1968.
26. Александров С.М. Геохимические особенности вторичных изменений людвигитовых руд. «Геохимия», №2, 1958.
27. Алиев А.Г. Петрография третичных отложений Азербайджана. Азнефтиздат, 1949.
28. Алиев Ад.А., Буният-заде З.А. Грязевые вулканы Прикуринской нефтегазоносной области. Изд. "Элм", Баку, 1969.
29. Алиев Ад.А., Буният-заде З.А. О некоторых особенностях солевого состава вод северной группы грязевых вулканов Прикуринской области. АНХ, N7, 1968.
30. Алиев Ад.А. Материалы по изучению грязевых вулканов района хребтов Малый, Большой Харами и Мишовдаг, "Изв. АН Азерб. ССР, N9, 1957.
31. Алиев Ад.А., Буният-заде З.А. К характеристике химического состава вод грязевых вулканов Кюровдаг-Бабазанан-Нефтечалинской антиклинальной зоны. (Прикуринская нефтегазоносная область) ДАН Азерб. ССР т. XXII, N1, 1966.
32. Алиев Ад.А., Буниятзаде З.А. Грязевые вулканы Прикуринской нефтегазоносной области. Изд. "Элм", Баку, 1969.
33. Алиев Ад.А., Гасанов А.Г. Нефтяные и газовые богатства недр Азербайджана. Азернешр, 1963.
34. Ализаде А.А. и др. Геология нефтяных и газовых месторождений Азербайджана. Изд. «Недра», М., 1966.
35. Ализаде А.А. Нефтяные месторождения Прикаспийского района. Азнефтиздат, 1945.
36. Ализаде А.А. О поисках бора в Азербайджане. Изв. высш. учебн. Заведений. Журнал «Нефть и газ», №4, 1958.
37. Ализаде К.А. Акчагыльский ярус Азербайджана. Изд. АН Азерб. ССР, 1954.
38. Аликулиев Р.И. «О происхождении бора и мышьяка в минеральных водах Ордубадского синклиория». Тезисы доклада на II Республиканской научной конференции 26-27 мая 1998 г. БГУ, Баку.
39. Аликулиев Р.И., Гаврилов В.М., Отчет о результатах гидрогеологических разведочных работ на месторождении мышьяковистой углекислой минеральной воды Дарыдаг в Нахичеванской АССР за 1964-1967 г.г. с подсчетом запасов. ТГФ АзГеолуправления, 1968.
40. Алиханов Э.Н. Нефтяные и газовые месторождения Каспийского моря. Азернешр, 1964.
41. Аллахвердиев Ш.И. Температурные условия и некоторые особенности формирования серпентинитов Малого Кавказа. Труды института Геологии АН Азербайджана, №26, 1997.
42. Архангельский А.Д. Несколько слов о генезисе грязевых вулканов Апшеронского и Керченско-Таманского районов. «Бюлл. МОИП», вып. 3-4, 1925.
43. Ахмедов Г.А. Геология и нефтеносность Кобустана. Азнефтиздат, Баку, 1957.
44. Ахмедов Г.А. Грязевые вулканы СВ Кабристана. Геол. фонд ин-та геологии АН АзССР, 1947.
45. Ахмедов Д.М., Бабаев Н.И. Элементы-примеси в интрузивных породах Дашкесанского рудного района. Уч. зап. АзГосуниверситета, серия геолого-географических наук, №1, 1969.
46. Баба-заде Б.К., Цигер Б.М. Новое извержение подводного грязевого вулкана на банке Макарова. «Нов. неф. техн.», серия геол., №1, 1959.

47. Бабаев Н.И. Бор в водах грязявых вулканов Апшеронского полуострова и Гобустана. «Известия вузов нефть и газ». №3-№4, 1997.
48. Бабаев Н.И. Ближайшие перспективы добычи бора в Азербайджане. Журнал «Нефть и газ», №1-2, 1998.
49. Бабаев Н.И. Бор в бокситах Нахичеванской АССР. Уч. зап. АЗИНЕФТЕХИМ, серия IX. №5, 1977.
50. Бабаев Н.И. Бор и редкие щелочи в сопочных брекчиях грязевого вулкана Ахтарма (Абшеронский полуостров). Вестник Бакинского Университета, №2, 1998.
51. Бабаев Н.И. Бор и редкие щелочи в сопочных брекчиях грязевых вулканов Азербайджана. Геохимия, АН СССР, №9, 1973.
52. Бабаев Н.И. Пути отыскания борного сырья. Ученые записки АГУ, №5, 1968.
53. Бабаев Н.И. Бороносность юго-восточного окончания Большого Кавказа и Прикаспийско-Губинской области. Баку, изд. «Элм», 1998.
54. Бабаев Н.И., Гейдаров А.С. Бор в околорудных породах Филизчайского колчеданно-полиметаллического месторождения (Азербайджан). Уч. зап. АЗИНЕФТЕХИМ, №5, 1976.
55. Бабаев Н.И. Распределение бора и редких щелочей в галогенных отложениях миоцена Нахичеванской мульды. Ученые записки АзГосуниверситета, серия геолого - географических наук, №1, 1976.
56. Бабаев Н.И. Бороносность Нахчыванского региона. Изд. «Табиб», Баку, 1998.
57. Багир-заде Ф.М., Буряковский Л.А., Бабаев Ф.Р. Геохимия нефтей и газов Апшеронско-Прибалханского порога. М., «Недра», 1974.
58. Багир-заде Ф.М., Нариманов А.А., Бабаев Ф.Р. Геолого-геохимические особенности месторождений Каспийского моря. М., «Недра», 1988.
59. Багманов М.А. Палеогеновые отложения горного Талыша. Изд-во АН Азерб.ССР, 1963.
60. Барсуков В.Л. Распространенность бора в изверженных и осадочных породах земной коры. В кн. «Геохимия эндогенного бора», М., 1968.
61. Бекташи С. А. Геохимия. Изд. Азгосуниверситета, 1972.
62. Бунят-заде З.А.. Особенности химического состава вод грязевых вулканов Прикуринской нефтегазоносной области. Тезисы докл. Из-во АН Азерб. ССР, 1964.
63. Бойко Т.Ф. Редкие земли в галогенных формациях. Изд. «Наука», 1973.
64. Валяшко М. Г. Физико-химические исследования режима оз. Индер. Тр. ВНИИГа, вып. 23, 1952.
65. Вернадский В.И. Заметки о распространении химических элементов в земной коре. Изв. Росс. АН сер. 6; I/ К истории рубидия, цезия и таллия. 1909.
66. Виноградов А. П. Среднее содержание химических элементов в главных типах изверженных горных пород земной юры. Геохимия. 1962, №7.
67. Виноградов А. П. Геохимия редких и рассеянных химических элементов в почвах. М., изд. АН СССР, 1950.
68. Винчелл А.Н., Винчелл Г. Оптическая минералогия. Изд-во «Иностр. Лит.», М., 1953.
69. В. М. Петерс К. Сборник статей по геохимии редких элементов. Изд. Госгеолтехиздат, 1938.
70. Гаврилов М.Д. Геологическое описание неогеновых предгорий Южного склона Большого Кавказа. М., 1938.
71. Гаврусевич Б.А. Основы общей геохимии. Изд. «Недра», М., 1968.
72. Гейдаров А.С., Исмаил-заде А.Д. Поведение щелочных и радиоактивных элементов в эволюции кайнозойского вулканизма Кельбаджарского прогиба Малого Кавказа. Труды института Геологии АН Азербайджана, №25, 1995.
73. Геология СССР, том 47, Азербайджанская ССР. Геологическое описание, М., «Недра», 1972.

74. Геология СССР. т. 47. Азербайджанская ССР. Полезные ископаемые, Изд. «Недра», М., 1976.
75. Голубятников Д.В. Детальная геологическая карта Апшеронского полуострова. Тр. Геол. Ком., новая серия, вып. 106, 1914.
76. Голдшмидт В.М., Петерс К. Сборник статей по геохимии редких элементов. М., 1938.
77. Голдшмидт В.М., Петерс К. К геохимии бора. В сб. статей по геохимии редких элементов, ГОНТИ, 1949.
78. Гольдшмидт В. М. Основные идеи геохимии. Вып. I, Л. Госхимтехиздат. 1933.
79. Горбов А. Ф. О процессах карбонатизации Индерских боратов. Докл. АН СССР, т. 109, №1, 1956.
80. Горбов А.Ф. Геохимия бора. Ленинград, «Недра», 1976.
81. Горин В.А. Грязевой вулканизм и тектонические движения в Каспийской впадине. АНХ, №6, 1952.
82. Горин В.А., Мехтиев Ш.Ф. Грязевые вулканы Азербайджана. "Геология Азербайджана" т. 11, 1953.
83. Губкин И.М., Федоров С.Ф. Грязевые вулканы Советского Союза и их связь с генезисом нефтяных месторождений Крымско-Кавказской провинции. М., 1939.
84. Гуляева Л.А. Бор грязевых вулканов. Сборник, - результаты исследований грязевых вулканов Крымско-Кавказской провинции. М., 1939.
85. Гуляева Л.А. О содержании бора в современных морских илах. Докл. АН СССР, т. 60-65, №5, 1948.
86. Гуляева Л.А., Лыгалова В.Н. Бор в нижнемеловых отложениях Зен-Буреинской впадины. В кн. «Микроэлементы в каустобиолитах и осадочных породах» Изд. «Наука», 1965.
87. Гусейн-заде О.Д. Некоторые вопросы исследования грязевых вулкана Астраханка. «Ученые записки Азгосуниверситета», №1, 1964.
88. Дадашев Ф.Г. Углекислые газы грязевых вулканов Азербайджана. Баку, Азернешр, 1968.
89. Дадашев Ф.Г., Гулиев И.С. Газоносность мезо-кайнозойских отложений и перспективы открытия новых газовых месторождений в Южно-Каспийской впадине. Очерки по геологии Азербайджана. Баку, Азернешр, 1984.
90. Егоров А.И. Данные о содержании бора в некоторых метаморфических породах и их гранитизированных разностях в Южной Якутии. «Геохимия» №9, 1961.
91. Зейналов М.Б., Азизбеков Ш.А., Гаджиев Т.Г. Анализ фаций и мощностей среднемиоценовых отложений Нахичеванской впадины. Доклады АН Азерб. ССР, т. XV, № 11, 1959.
92. Зейналов М.М. Грязевые вулканы Южного Кобыстана и их связь с газонефтяными месторождениями. Азернешр, 1960.
93. Зейналов М.М. Петрографические особенности пород выбросов грязевых вулканов Южного Кобыстана. Тр. АЗНИИ по ДН. Вып., VIII, 1959.
94. Зульфугарлы Д.И. Распространение микроэлементов в каустобиолитах, организмах, осадочных породах и пластовых водах. Из. АГУ, 1960.
95. Зульфугаров С.Б. Структурные условия локализации колчеданно-полиметаллических залежей Физичайского месторождения. Автореферат канд. дисс., Баку, 1968.
96. Зульфугарлы Дж. И. и др. О распределении бора в термальных источниках Нахичеванской АССР. «Учение зап. Азерб. Ун-та, сер. Хим. Наук» №4, 1971.
97. Исаев Б.И. Роль тектоники в локализации колчеданного оруденения Белокано-Шекинской металлогенической провинции. Автореф. канд. дисс., Баку, 1972.

98. Исмаил-заде А.Д., Велиев М.М., Гасанов Р.К., Гейдаров А.С. Петрологическая модель формирования золоторудных проявлений в офиолитовом поясе Малого Кавказа. Труды института Геологии АН Азербайджана, №26, 1997.
99. Кабулова А.Я. и др. Геохимические особенности продуктов извержения грязевого вулкана банки Ливанова. Докл. АН Азерб. ССР, т.44, №10, 1988.
100. Карта грязевых вулканов нефтегазоносных областей Азербайджанской ССР. Под ред. А.А. Али-заде, Э.М. Шекинского, А.А. Якубова. Л., Аэрогеология, 1979.
101. Абилов Р.Г. «Исследование вод грязевых вулканов Шемахано-Гобустанской и Прикуринской области в связи с нефтегазоносностью мезозойских отложений». Автореферат диссертации на соискание ученой степени канд. геол.-минер. наук, Баку, 1972.
102. Касимов А.С. «Геохимия боропроявления в восточной части Нахчеванской АССР». Автореферат диссертации на соискание ученой степени канд. геол.-минер. наук, Баку, 1968.
103. Кашкай М.А. Магматические процессы Малого Кавказа (в пределах Азербайджана) и некоторые черты металлогении. Сб. «Магматизм и связь с ним полезных ископаемых» Изд. АН СССР, 1955.
104. Кашкай М.А. Петрография и металлогения Дашкесана и других железорудных месторождений Азербайджана. М., «Недра», 1965.
105. Кашкай М.А., Корнев Г.П., Ахмедов Д. М., Бабаев Э.Г. О Дашкесанском интрузивном комплексе. Изд. АН Азерб. ССР, серия геологеограф. наук, № 3, 1958.
106. Кисельгоф С.М. О влиянии соляных толщ на гидрохимических условия разреза. «Труды Волгоград. науч.-исслед. и проек. ин-та нефт. Пром.», 1973.
107. Ковалевский С.А. Грязевые вулканы Восточного Закавказья. АНХ, №6-12, 1927; №1-2, 1928.
108. Ковалевский С.А. Грязевые вулканы южного Прикаспия (Азербайджана и Туркмении). Азгостоптехиздат, 1940.
109. Курман И.М., Мельницкий В.В. Борные провинции и опыт классификации месторождений борного сырья. Геология горно-химического сырья. Госхимиздат, 1955.
110. Курман И.М., Мельницкий В.В. Основные направления поисковых работ на борное сырье. Вопросы геологии агрономических руд. Сборник статей. Изд. АН СССР, 1956.
111. Ларсен К., Берман Г. Определитель прозрачных минералов под микроскопом. М., «Недра», 1965.
112. Ли А.Ф. Методика сокращения шлиховых проб. «Разведка и недра», №1, 1965.
113. Матанов Ф.Г. Грязевые вулканы - каналы разгрузки подземных вод. Баку, 1982.
114. Матанов Ф.Г. К вопросу сопоставления вод грязевых вулканов с пластовыми водами прилегающих площадей. Тр. Ин-та геологии АН Азерб. ССР, т. XXIII, 1964.
115. Мамедов А.В. Геологическое строение Среднекуринской впадины. Изд. «Элм», Б., 1973.
116. Мамедов А.В., Мусеибов М.А. Новейшая тектоника Азербайджана и ее роль в формировании нефтяных месторождений. М-лы сов. семинара «Новейшая тектоника и ее влияние на формирование и размещении залежей нефти и газа». 29 сентября - октября 1997г. Изд. «Nafta - press», Баку, 1999.
117. Мейсон Б. Основы геохимии. Изд. «Недра», М., 1971.
118. Мехтиев Ш.Ф. Основные результаты исследования в области геохимии нефтегазоносных областей Азербайджана и дальнейшие задачи. «Изв. Вузов. Нефть и газ», №4, 1970.
119. Мехтиев Ш.Ф., Алиев Ад.А. Геолого-геохимическая характеристика верхнеплиоценовых отложений восточной части Куринской впадины. Азерб. 1965.

120. Мехтиев Ш.Ф., Байрамов А.С. Геология и нефтеносность Ленкоранской области. Баку, 1953.
121. Милановский Е.Е. Новейшая тектоника Кавказа. М., «Недра», 1968.
122. Мирчинк М.Ф. Нефтяные месторождения Азербайджана. АзГОНТИ, 1939.
123. Муса-заде Т. М. Геологические условия локализации борного орудения и прогнозирования его поисков в пределах Лагичской мульды. Автореферат канд. дисс., Баку, 1981.
124. Муса-заде Т.М., Бабаев Н.И. Бор и редкие щелочи в галогенных отложениях верхнего майкопа Лагичской мульды (Б. Кавказ). Ученые записки АГУ им. С.М. Кирова, № 2, 1976.
125. Мустафаев И.С. О литофации и палеографии бассейна века продуктивной толщи. Тр. Всесоюз. конференции по осадочным породам, N1, 1957.
126. Мустафаев Г.В. К классификации рудных районов Азербайджана. Труды института Геологии АН Азербайджана, №25, 1995.
127. Мустафаев С.М. Распределение бора в твердых выбросах грязевых вулканов Бакинского архипелага. Изв. АН Азерб. ССР. Серия наук о Земле, №5, 1984
128. Наковник Н.И. Вторичные кварциты, их минеральные фации, генезис и практическое значение. Изв. АН СССР, сер. геол., №1, 1947.
129. Паффенгольц К.Н. Кедабек. Геологический очерк района Кедабекского месторождения медных руд в Азербайджанской ССР. Тр. Всесоюзн. геол. разв. Объединения. Вып. 218, 1932.
130. Путкарадзе А.Л. Бакинский архипелаг. Азернешр, 1958.
131. Рахманов Р.Р. Грязевые вулканы и их значение в прогнозировании газонефтеносности недр. М. «Недра», 1987.
132. Русанов А.К. Спектральный анализ руд и минералов. М.-Л., 1949.
133. Русанов А.К., Ильясова Н.В. Атлас пламенных, дуговых и искровых спектров элементов. Госгеолтехиздат, М., 1967.
134. Рустамов М.И. Тектоническое положение Талышской складчатой зоны в Малокавказ-Эльбрусской системе. Труды института Геологии АН Азербайджана, №25, 1995.
135. Рустамов М.И., Назирова Н.А. Петрохимия генетических типов гранитоидов Араксинской зоны Малого Кавказа. Труды института Геологии АН Азербайджана, №26, 1997.
136. Сахама Т. В сб. «Редкие элементы в изверженных горных породах и минералах» Изд. ИЛ, 1952.
137. Ситковский И.Н. Грейзены Кедабекского района Азербайджанской ССР. Проблемы Советской геологии, №1, 1938.
138. Ситковский И.Н. «Сводный отчет Нахичеванской тематической партии по изучению металлогении Нахичеванской АССР» - 1956 г.
139. Сулейманов С.М. К петрологическим особенностям интрузивов северо-восточных клонов Малого Кавказа в связи с геологической средой их становления. «Ученые записки» АГУ, №1, 1960.
140. Султанов Б.И. Воды грязевых вулканов Ахзербайджана. Геол. Фонд Ин-та геол. АН Азерб. ССР, 1948.
141. Стреленко Ю.А., Бабаев Н.И., Масленников А.И. Геологическое строение и нефтегазоносность Апшеронского архипелага. Изд. Грозненского нефтяного института, 1991.
142. Тагеева Н.В. Геохимические исследования на острове Челекен. Тр. Ломоносовского ин-та «Геохимия, кристаллография и минералогия», вып. 4, М., 1934.
143. Тагеева Н.В. Геохимия бора и фтора. Журнал. Природа", N6, 1943.
144. Ферсман А. Е. Избранные труды, т.3, изд. АН СССР, 1955.

145. Хаин В.Е. Геотектоническое развитие юго-восточного Кавказа Азнефтиздат, 1950.
146. Хаин В.Е. Основы геотектоники. Изд. «Недра», М., 1964.
147. Хардер Г. Геохимия бора. «Недра», М.-Л., 1965.
148. Цейтлин С.Г. Содержание бора в нефтяных водах. Докл. АН СССР, Новая серия, т.1, №3, М., 1935.
149. Щербина В.В. Геохимия. Изд. «Недра», М., 1965.
150. Щербина В. В. Концентрация и рассеяние химических элементов в земной коре в результате окислительных и восстановительных процессов. Докл. АН СССР, №3, 1949.
151. Шихлинский А.Ш. Геология и перспективы нефтегазоносности плиоценовых отложений Нижне-Куринской впадины. Азгосиздат, 1967.
152. Шихалибейли Э.Ш., Гасанов А.Г., Тагиев Р.Э. К вопросу о строении и формировании впадины Южного Каспия. Очерки по геологии Азербайджана. Баку, Азернешр, 1984.
153. Шихалибейли Э.Ш. Геологическое строение и история тектонического развития восточной части Малого Кавказа (стратиграфия, тектоника, история тектонического развития), Баку, 1964, 1967, т.т. I, II, III.
154. Штебер Э.А. Грязевой вулкан Карабетова гора вблизи Тамани. Изв. Кавк. Отд. Импер. Русс. Геогр. Общ., Тифлис, т.20, 1910.
155. Эфендиев Г.Х. Гидротермальный рудный комплекс СВ склона Малого Кавказа. Б., 1957.
156. Эфендиев Г.Х., Рзаде П.Д. Сорбционный метод извлечения бора из вод и рассолов. Тр. ин-та химии АН Азерб. ССР, т. XIV, 1955.
157. Якубов А.А. Грязевые вулканы Азербайджана, их генезис и связь с газонефтяными месторождениями. "Сов.геология", N12, 1959.
158. Якубов А.А. и др. Геолого-геохимические исследования грязевых вулканов (на примерах данных Восточной Грузии и Западного Азербайджана). «Азерб. Нефт. Хоз.», №5, 1976.
159. Якубов А.А., Ализаде А.А., Зейналов М.М. Грязевые вулканы Азербайджанской ССР. Атлас, Изд-во АН Азерб. ССР, Баку, 1971.
160. Якубов А.А., Зейналов М.М. Грязевой вулканизм Азербайджана. В сб. «Очерки по геологии Азербайджана». Изд-во АН Азерб. ССР, 1964.
161. Goldschmidt V.M., Peters C. Zur Geochemie des Bors teil I und II, Gottingen, Math., Physik k.l. 1932.
162. Shogren Hj. Haber die Tetigkeit der Schlamm - vulkano in der Kaspischen Region Werend d. Jahce 1885-87 (Зап. мин. общ. СПС, Т XXIV, 1888).
163. Т.И. Юшина, В.Н. Лыгач, Р.Н. Моисеева. Современное состояние и перспективы освоения месторождений различных борсодержащих руд. М., «Горный журнал», 2014, 18 с.
164. http://www.infomine.ru/files/catalog/56/file_56_eng.pdf: Обзор рынка бора, боропродуктов и борной кислоты в России и мире, М., 8 издание, декабрь 2018, 16 с.
165. Бабазаде В.М. Некоторые магматические и металлогенические особенности альпийского цикла развития центральной части М.Кавказа. «Уч.зап. АГУ», 1967, №6.
166. Бабазаде В.М., Насибов Т.Н. О некоторых вопросах металлогении ртути Кавказа. «Уч.зап. АГУ», 1971, №1.
167. Бекташи С.А. Металлогения юго-западной части Малого Кавказа. Издательство АГУ, 1970.
168. Сулейманов С.М., Бабазаде В.М. Геология ртутных месторождений Малого Кавказа. Баку, Азернешр, 1974.
169. Мехтиев Ш.Ф. Проблемы нефтегазоносности Кавказа. М. «Наука», 1991.

Бабаев Нариман Ибадулла оглы

**БОР ГЕОЛОГИЧЕСКИХ
КОМПЛЕКСОВ КАВКАЗА**

Баку – 2019

Директор издательства:

Редактор издательства:

Подписано к печати: 12.02.2019

Формат . Тираж экземпляров.

Цена по договоренности

Изд.