Geologiya va mineral resurslar
Геология и минеральные ресурсы
Geology and mineral resources

Научно-практический журнал

6’2025

Выходит 6 раз в год
Основан в 1957 г. академиком Х.М.Абдуллаевым

Перерегистрирован Агентством по печати и информации Республики Узбекистан 22.12.2006 г.
Лицензия № 0049

УЧРЕДИТЕЛИ:

Академия наук Республики Узбекистан
Министерство горно-добывающей промышленности и геологии Республики Узбекистан

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

Абдуазимова З.М.
Абдуллабеков К.Н.
Абдуллаев Б.Д.
Абдуллаев Г.С.
Алимов Ш.П.
Антонов А.Е.
Ахунджанов Р. (гл. редактор)
Исламов Б.Ф.
Исоков М.У. (зам. гл. редактора)
Ишбаев Х.Д.
Карабаев М.С.
Мавлонов А.А.
Максудов С.Х.
Мирзаев А.У.
Ниязов Р.А.
Нуртаев Б.С. (отв. секретарь)
Пирназаров М.М.
Садикова Л.Р.
Турамуратов И.Б.
Халилов А.А.
Халматов Р.А.
Холиков А.Б.

РЕДАКЦИЯ

Кочергина Т.Г. (редактор, технический редактор, оригинал-макет),
Вашурина Х.М. (корректор)
Левина Н.И. (компьютерная графика и верстка)

Подписано в печать 22.12.2025 г.
Формат А3 1/2. Бумага глянцевая.
Гарнитура «Times».
Печать цифровая (листовая).
Усл. печ. л. 14,0. Уч.-изд. л. 17,0.
Тираж 200 экз. Цена договорная.
Заказ №
Отпечатано в типографии ГУ «ИМР».
Ташкент, ул. Олимлар, 64.

© Академия наук Республики Узбекистан

© Министерство горно-добывающей промышленности и геологии Республики Узбекистан

МУНДАРИЖА

УМУМИЙ ГЕОЛОГИЯ

Санакулов К., Хамроев И.О. Минерал-хом ашё базасини ривожлантириш ва геология-қидирув ишларини илмий қўллаб-қувватлаш — 3

Umurzakov R.A., Xodjayev A.K., Ismadullayev B.I. Geologik muhitda ro‘y beradigan deformatsiyalar turlari va ularni keltirib chiqaradigan elementar geodinamik vaziyatlar to‘g‘risida — 9

Абдуазимова З.М., Колдибеков О.Я., Сориев Б.Р. Молгузор-Туркистон минтақаси палеозой ётқизиқларини табақалаш муаммолари — 15

Saitov N.E., Mamarozikov U.D. Qizilmachit paleovulqoni jinslarining petrografik xususiyatlari — 25

Khodjiev A.K. Janubiy Tyon-Shon hududidagi Janubiy Hisor zonasining (Tojikiston) gabbro-plagiogranitoid seriyasining potensial ma’dandorligi haqida — 38

Амиров Э.М. Шаркий Букантов тоғлари магматик ҳосилаларининг петрокимёвий хусусиятлари — 44

МАЪДАНЛИ КОНЛАР ВА МЕТАЛЛОГЕНИЯ

Musaxonov Z.M., Mirsayapov R.I., Ruziyev S.K., Myengniyozov F.X., Hasanov N.R. Multispektral (Aster) va superspektral (Worldview-3) kosmik tasvirlarini qo‘llash asosida sangardak maydoni misolida istiqbolli joylarni ajratish — 53

Eysfeld O.A. Sentinel-1 ma’lumotlari asosida oltin tarkibidagi tuzilmalarni metallogenik xaritalash uchun Insar tahlilini qo’llash (Auminza-Beltov ma’dan maydoni misolida) — 61

ЛИТОЛОГИЯ ВА ФОЙДАЛИ ҚАЗИЛМАЛАР

Omonov O. S., Solijonov S. O. Tog‘ jinslarning bo‘kishi va qulashi bilan bog’liq bo‘lgan geologik murakkabliklarni aniqlash uchun geologik va geofizik materiallarni tahlil qilish — 67

Shafayziyev Xusan X., Shafayziyev Xasan X., Jamolova G.N., Ozodbekov A.O‘. Mikrokalsit xomashyosining dunyo sanoatidagi axamiyati — 76

ГЕОФИЗИКА, ГИДРОГЕОЛОГИЯ, ИНЖЕНЕРЛИК ГЕОЛОГИЯ, ГЕОЭКОЛОГИЯ

Хабибуллаев И.Х., Джуманов Ж.Х., Хушвактов С.Х., Анорбоев Э.А., Мардиев Ў.Б., Теляев И.Қ. Ер ости сувлари мониторинг тизимларини лойиҳалаштиришни геоахборот технологиялари асосида такомиллаштириш йўналишлари — 81

Абдуллаев Ш.Х., Мингбоев К.Р., Моторный И.Р. Маҳаллий тарқалган ер ости сувларини излашда янги электр қидирув технологияларидан фойдаланиш самарадорлиги — 87

ФОЙДАЛИ ҚАЗИЛМАЛАРНИ ИЗЛАШ, ҚИДИРИБ-ЧАМАЛАШ, ҚАЗИБ ОЛИШ ВА ҚАЙТА ИШЛАШ УСЛУБЛАРИ

Хаджиханов Б.А., Шевцов В.М., Назаров А.У. Ихтисослаштирилган дастурий мажмуаларда газ-конденсат конларининг интеграциялашган моделини тузиш услубияти — 92

Абдуллаев Ш.Х., Назаров А.Ф., Мингбоев К.Р., Халимов М.М. Кичик габаритли модулли пенетрацион-бурғилаш қурилмаси (МПБУ) — 97

ЯНГИЛИКЛАР, ЙИЛНОМАЛАР, АХБОРОТЛАР

«Geologiya, petrologiya va metallogeniyaning fundamental va amaliy muammolari» mavzusidagi xalqaro ilmiy-amaliy anjuman — 100

2025 йилда «Геология ва минерал ресурслар» журналида чоп этилган мақолалар ва хабарлар — 109

СОДЕРЖАНИЕ ❄ CONTENTS

ОБЩАЯ ГЕОЛОГИЯ

Санакулов К., Хамроев И.О. Развитие минерально-сырьевой базы и научное сопровождение геолого-разведочных работ — 3

Умурзаков Р.А., Ходжаев А.К., Исмадуллаев Б.И. О видах деформаций, происходящих в геологической среде, и вызывающих их элементарных геодинамических состояниях — 9

Абдуазимова З.М., Колдибеков О.Я., Сориев Б.Р. Проблемы стратификации палеозойских отложений Мальгузар-Туркестанского региона — 15

Саитов Н.Э., Мамарозиков У.Д. Петрографические особенности пород Кызылмечетского палеовулкана — 25

Ходжиев А.К. О потенциальной рудоносности габбро-плагиогранитоидной серии Южно-Гиссарской зоны Южного Тянь-Шаня (Таджикистан) — 38

Амиров Э.М. Петрохимические особенности магматических образований гор Восточный Букантау — 44

GENERAL GEOLOGY

Sanakulov K., Khamroev I.O. Development of the mineral resource base and scientific support for geological exploration works — 3

Umurzakov R.A., Khodjaev A.K., Ismadullayev B.I. On the types of deformations occurring in the geological environment and the elemental geodynamic states that cause them — 9

Abduazimova Z.M., Koldibekov O.Ya., Soriev B.R. Problems of stratification of paleozoic deposits of the Malguzar-Turkestan region — 15

Saitov N.E., Mamarozikov U.D. Petrographic features of Kyzylmechet paleovolcano rocks — 25

Khodjiev A.K. On the ore-bearing gabbro-plagiogranitoid series of the South Gissar zone of the Southern Tien Shan — 38

Amirov E.M. Petrochemical features of magmatic formations of the Eastern Bukantau mountains — 44

РУДНЫЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ И МЕТАЛЛОГЕНИЯ

Мусахонов З.М., Мирсаяпов Р.И., Рузиев С.К., Менгниёзов Ф.Х., Ҳасанов Н.Р. Применение мультиспектральных (Aster) и суперспектральных (Worldview-3) космических снимков для выделения перспективных позиций на примере участка Сангардак — 53

Эйсфельд О.А. Применение Insar-анализа для металлогенического картирования золотоносных структур на основе данных Sentinel-1 (на примере Ауминза-Бельтауского рудного района) — 61

ORE DEPOSITS AND METALLOGENY

Musakhonov Z.M., Mirsayapov R.I., Ruziev S.K., Mengniyozov F.Kh., Khasanov N.R. Application of multispectral (Aster) and super spectral (Worldview-3) satellite images to highlight promising positions on the example of the Sangardak area — 53

Eysfeld O.A. Insar analysis application for metallogenic mapping of gold-bearing structures based on Sentinel-1 data (using the example of the Auminza-Beltau ore region) — 61

ЛИТОЛОГИЯ И ПОЛЕЗНЫЕ ИСКОПАЕМЫЕ

Омонов О.С., Солижонов С.О. Анализ геолого-геофизических материалов с целью выявления геологических осложнений, связанных с набуханием и обвалообразованием горных пород — 67

Шафайзиев Хусан Х., Шафайзиев Хасан Х., Жамолова Г.Н., Озодбеков А.К. Значение сырья микрокальцита в мировой промышленности — 76

LITHOLOGY AND MINERAL DEPOSITES

Omonov O.S., Solizhonov S.O. Analysis of geological and geophysical materials to identify geological complications associated with swelling and collapsing of rocks — 67

Shafayziev Khusan H., Shafayziev Hasan H., Zhamolova G.N., Ozodbekov A.K. The importance of microcalcite raw materials in the global industry — 76

ГЕОФИЗИКА, ГИДРОГЕОЛОГИЯ, ИНЖЕНЕРНАЯ ГЕОЛОГИЯ, ГЕОЭКОЛОГИЯ

Хабибуллаев И.Х., Джуманов Ж.Х., Хушвактов С.Х., Анорбоев Э.А., Мардиев Ў.Б., Теляев И.Қ. Направления совершенствования проектирования систем мониторинга подземных вод на основе геоинформационных технологий — 81

Абдуллаев Ш.Х., Мингбоев К.Р., Моторный И.Р. Эффективность использования новых электроразведочных технологий при поисках подземных вод локального распространения — 87

GEOPHYSICS, HYDROGEOLOGY, ENGINEERING GEOLOGY, GEOECOLOGY

Khabibullaev I.Kh., Dzhumanov Zh.Kh., Khushvaktov S.Kh., Anorboev E.A., Mardiev O.B., Telyaev I.K. Directions for improving the design of groundwater monitoring systems based on geoinformation technologies — 81

Abdullaev Sh.Kh., Mingboev K.R., Motorniy I.R. Efficiency of using new electrical prospecting technologies in the search for locally distributed groundwater — 87

МЕТОДИКА, ТЕХНИКА ПОИСКОВ, ДОБЫЧИ И ПЕРЕРАБОТКИ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

Хаджиханов Б.А., Шевцов В.М., Назаров А.У. Методика построения интегрированной модели газоконденсатных месторождений в специализированных программных комплексах — 92

Абдуллаев Ш.Х., Назаров А.Ф., Мингбоев К.Р., Халимов М.М. Малогабаритная модульная пенетрационно-буровая установка (МПБУ) — 97

METHODS AND TECHNIQUE FOR SEARCH, SURVEY, MINING AND ORE-DRESSING

Khadzhikhanov B.A., Shevtsov V.M., Nazarov A.U. Method of constructing an integrated model of gas condensate fields in specialized software packages — 92

Abdullaev Sh.Kh., Nazarov A.F., Mingboyev Q.R., Khalimov M.M. Compact modular penetration-drilling unit (MPBU) — 97

НОВОСТИ, ХРОНИКА, ИНФОРМАЦИЯ

Международная научно-практическая конференция «Фундаментальные и прикладные проблемы геологии, петрологии и металлогении» — 100

Указатель статей и сообщений, опубликованных в журнале «Геология и минеральные ресурсы» в 2025 г. — 109

NEWS, CHRONICLE, INFORMATION

International scientific and practical conference «Fundamental and Applied Problems of Geology, Petrology and metallogeny» — 100

Bibliography of papers and short reportss published in 2025 — 109

© К.Санакулов, И.О.Хамроев, 2025

К.Санакулов, И.О.Хамроев

РАЗВИТИЕ МИНЕРАЛЬНО-СЫРЬЕВОЙ БАЗЫ И НАУЧНОЕ СОПРОВОЖДЕНИЕ ГЕОЛОГО-РАЗВЕДОЧНЫХ РАБОТ



Санакулов Кувандик – председатель правления, генеральный директор АО «НГМК», докт. техн. наук, профессор.



Хамроев Илхомжон Орзиевич – заместитель главного геолога АО «НГМК», канд. геол.-мин. наук.

Несмотря на всё более экономное и рациональное использование минерально-сырьевых ресурсов, общая их добыча и потребление как в большинстве стран, так и в народном хозяйстве нашей республики, продолжает расти. Последовательное увеличение потребления минерального сырья вызывает необходимость усиления геолого-разведочных работ с целью восполнения ресурсной базы перерабатывающих комплексов и поддержания их на оптимальном уровне, обеспечивающем экономическое развитие Узбекистана.

Для анализа положения дел считаем целесообразным сопоставление результатов ГРР 70-х и 80-х годов, где развитие минерально-сырьевой базы с выявлением новых месторождений золота было эффективней, чем результаты поисково-разведочных работ 90-х и 2000-х годов по наращиванию достоверных промышленных запасов перерабатывающих комплексов Узбекистана.

Интенсивные геологические исследования 70-х и 80-х годов в целом по республике, кроме поисковых, оценочных и разведочных работ в пределах уже известных рудных полей, были ориентированы на обнаружение крупных месторождений золота типа: Мурунтау, Мютенбай, Чармитан, Амантайтау, Даугызтау, Кокпатас, Кочбулак, Кызылалмасай, Каульды, Каракутан и др. Значительные объемы этих исследований, фактически покрывших большую часть территории обнаженного домезозойского фундамента, в ряде случаев привели к положительным результатам, но основным итогом было выявление ряда площадей с рассеянной и разрозненной золотоносностью, где, исходя из доминирующих геолого-структурных и генетических представлений, не удалось оконтурить промышленные руды.

В 90-е годы новые геотектонические взгляды и концепции пока еще не нашли практического применения. Современные геодинамические построения, как основа прогнозирования из-за чрезмерной «региональности» и линейности, не вполне удовлетворяли требованиям средне- и крупномасштабного металлогенического анализа. Геодинамическим построениям присуща разноплановость и отсутствие унифицированных обобщенных схем мобилистского плана, тем более для конкретных регионов, недостаточность освещения специфики континентальной тектоники с ее особенностями магматизма, фациальной изменчивости и в особенности «увязкой с рудой».

В конце 90-х годов в связи с нехваткой подготовленных объектов для постановки поисковых и разведочных работ и переходом на геолого-промышленную типизацию месторождений, исключающую субъективные факторы локализации (генетические, магматические, стратиграфические, литологические и т. д.), осуществлена повторная ревизия некоторых таких площадей и ранее выявленных рудопроявлений. В

результате оперативно, в кратчайший срок, выявлены и оценены несколько месторождений золота средних и мелких масштабов.

В 1998 г. Т.Ш.Шаякубовым [1] были затронуты некоторые из основных проблем: по его мнению, среди специалистов и, в особенности, неспециалистов, бытует мнение, что в Узбекистане, где ни копни – найдешь золото. Следует охладить их пыл. Это отжившая, не мобилизующая концепция. С такой концепцией мы быстро откатимся назад и потеряем завоеванные нелегким трудом позиции в первой десятке стран мира по уровню добычи и запасам золота. Тревожной тенденцией стало усиление диспропорции между добычей и воспроизводством промышленных запасов золота. За семь истекших лет (1991-1997 гг.) произошло сокращение удельного веса разведанных запасов по промышленным категориям. При этом в настоящее время положение дел еще усугубляется резким ростом, начиная с 2017 г., добычи золотосодержащих руд и интенсивностью отработки золотых месторождений. Отметим, что за это время производство золота увеличилось почти в полтора раза и выемка горной массы в несколько раз. Это в свою очередь снижает мобильность карьеров и шахт в производственном цикле. Снизился уровень добычи золота из комплексных медно-порфировых месторождений.

Следовательно, пришли к выводу, что необходимо обосновать новую концепцию планомерного наращивания геолого-разведочных, тематических, научно-исследовательских работ по укреплению минерально-сырьевой базы золота, прежде всего в сложившихся горно-рудных районах, а также в новых перспективных золоторудных полях. Основную роль в решении этой важнейшей проблемы должна играть прикладная и фундаментальная наука.

В это же время во многих странах мира применяются нетрадиционные инновационные подходы, в результате чего открываются новые месторождения на основе геодинамической концепции литосферных плит и других научно обоснованных платформ.

У нас пока идет познание этой концепции, хотя разработка металлогенических построений на геодинамической основе смогла бы проследить историю формирования полихронного золотого оруденения со времени заложения и развития палеоокеанического пространства до постколлизионных процессов, увязать воедино вопросы осадконакопления, магматизма, метаморфизма, тектоники с продуктивностью рудоформирующего процесса. Здесь важен практический, поисковый аспект, возможности открытия новых месторождений в нетрадиционных геологических позициях. Предпосылки для открытия новых типов месторождений имеются, к примеру, проявление золота в зонах лиственитизации вблизи андезитовых некков (Балпантау) [1].

Для прикладной науки по геологии золота, по мнению Б.А.Исаходжаева [2], с первых лет независимости на решение актуальных задач геологии золота и научно-методического обеспечения производственных подразделений Института минеральных ресурсов целенаправленно выделялись финансовые средства. Более 90% подрядных НИР, выполняемых институтом по заказам АО «НГМК», АО «АГМК», «Узалмаззолото», ГКНТ и др., также нацелены на исследования различных теоретических и прикладных вопросов геологии и закономерностей формирования месторождений золота. Это позволило не только сохранить, но и развить широкомасштабные исследования по благороднометалльному направлению: разработана металлогеническая карта золота Узбекистана 1:500000 масштаба на новой геодинамической основе (1997), издана уникальная монография о месторождении Мурунтау (1998), разработаны и изданы Методические инструкции по промышленной классификации (1994), а также поискам и разведке (1995) месторождений золота. Начаты углубленные геолого-экономические исследования по изучению движения прогнозных ресурсов и запасов золота. В то же время с сожалением подчеркнем наметившуюся за последние десятилетия тенденцию утраты передовых позиций по развитию вопросов теории рудообразования, исследования закономерностей формирования благороднометалльных месторождений. Наступил застой в развитии геологических концепций по условиям формирования золоторудных месторождений. Отсутствуют альтернативные теории. Как результат, наметились тенденции заметного сокращения новых перспективных площадей на поиски золота, вплоть до изменения структуры ресурсов и учтенных запасов в сторону уменьшения. Высокая геологическая и минералого-геохимическая изученность оказалась недостаточной для восполнения погашаемых запасов. Отча-

сти это связано с объективными причинами – исчерпание фонда относительно легко обнаруживаемых рудных объектов, разрушение технологической цепи последовательной подготовки площадей, кадровые проблемы, резкое сокращение аналитических, особенно прецизионных исследований (определение состава веществ), которые отличаются особо высокой точностью и чувствительностью. Отсутствие значимых успехов побуждает к поиску «нетрадиционного» определения, в крайних случаях – основанию идей смещения прогнозно-поисковых акцентов на закрытые территории. Сказанное обусловливает необходимость пересмотра устоявшихся некоторых стереотипов на наиболее важные металлогенические проблемы золота. Далее в статье были затронуты некоторые из основных проблем и задач развития теоретических и прикладных исследований геологических условий формирования, методов изучения и прогноза золоторудных месторождений в Узбекистане. По мнению автора, их успешное решение, несомненно, будет способствовать развитию знаний в области геологии и развития минерально-сырьевой базы.

1. Возникла необходимость пересмотра классических задач «региональной геологии» в условиях высокой степени изученности территории республики. Они должны быть существенно скорректированы. Основные усилия региональной геологии должны быть направлены на прогноз и решение задач металлогении путем: 1) изучения и разработки моделей глубинного строения и рудоносности основных рудных и перспективных районов; 2) разработки комплекса поисково-прогнозных и оценочных критериев на перекрытое и скрытое оруденения.

2. Развитие научных представлений по формированию концентраций в «нетрадиционных» для Узбекистана, но обычных в мировой практике геологических позициях: многочисленные проявления золота в карбонатных породах (Акташ, Джаманкудук, Окжетпес и др.), проявления золота в связи с вулканитами в Центральных Кызылкумах (Балпантау и др.), концентрация золота в связи с корами выветривания (Даристан) и регенерации (Аката, Акба). Определение возможности формирования золоторудных месторождений до и после герцинского тектономагматического этапа, источники попутного золота в различных типах рудных месторождений и др.

3. Дальнейшие совершенствования подходов к металлогеническим исследованиям. Необходимость перехода к созданию среднемасштабных карт с совершенствованием существующих методов анализа всех возможных (геотектонических, магматических, формационных, минералого-геохимических, геофизических, палеогеологических, геоморфологических и др.) факторов и критериев и планомерному составлению крупномасштабных прогнозно-металлогенических карт для существующих и потенциальных горно-экономических регионов. Карты должны быть глубинными и сопровождаться моделями локальной рудоносности, включая «неконъюнктурные» и «нетрадиционные» типы проявлений золота. Только подобным методом всестороннего системного анализа можно «подобрать ключ» к новым открытиям и, быть может, в нетрадиционных позициях.

4. Слабое использование преимущества традиционных структурных методов анализа при разработке основ геолого-прогнозных и прогнозно-металлогенических карт по золоту, в особенности для территории Западного Узбекистана. Требуется дальнейшее совершенствование и активное внедрение начатых методов детального структурного анализа и локального прогноза в поисковых и геолого-разведочных процессах.

5. Заметно утрачены передовые позиции по научному обеспечению технологии переработки золотых руд – разработка новых и совершенствование существующих технологических схем обогащения и переработки золотых, в особенности, упорных сульфидных руд. Особое внимание должно быть уделено технологическим исследованиям руд комплексных золотосодержащих месторождений, так как до 30% золота сконцентрировано в подобных объектах. Требуют индивидуальной технологической оценки и руды многочисленных малых и новых золоторудных месторождений и рудопроявлений. Здесь абсолютно недопустим перенос известных шаблонных схем обогащения, необходимы предварительные всесторонние технолого-минералогические исследования [2].

6. Необходимо заострить внимание на исследовании накопленного на базе крупных горно-добывающих предприятий республики огромного количества отходов добычных, обогатительных и металлургических комплексов.

Сегодня научно-исследовательскими институтами, в т. ч. геологическими, необходимо форсировать работу по исследованию перевода этих ресурсов в разряд техногенных месторождений, что требует нетрадиционных технологических оценок с учетом достижений науки в области физико-химических, биологических и других направлений науки. Техногенные ресурсы (отвалы забалансовых руд, хвосты обогащения, шламы, шлаки, пылевидные и пылегазовые отходы и др.), как правило, содержат ценные металлы и компоненты, а также представляют экологическую опасность. Их переработка решает одновременно три задачи: возврат ценных компонентов в производство; снижение объемов накопления отходов и рекультивация территорий; получение дополнительной продукции с добавленной стоимости.

Научно-исследовательские работы должны учесть следующие направления переработки техногенных ресурсов:

1. Гидрометаллургическая переработка – используется для извлечения цветных, благородных и редких металлов из хвостов и шламов, цианирование или тиосульфатное выщелачивание золота и серебра из хвостов золотоперерабатывающих заводов, сернокислотное, солянокислотное, аммиачное или бактериальное выщелачивание меди, цинка, никеля, кобальта, сульфидных концентратов и из старых шламов и хвостов производств.

2. Пирометаллургическая переработка – эффективна для шлаков и пылей металлургических производств. Плавка в электропечах позволяет извлечение металлов (Fe, Ni, Cu, Co), получение ферросплавов и строительных материалов.

Дальнейшее развитие МСБ тесно связано с разработкой основы инновационной прогнозно-поисковой технологии. В связи с этим ниже рассмотрим состояние дел соседнего государства – Республики Казахстан.

При изучении проблемы рудообразования на золоторудных месторождениях Казахстана Т.М.Жаутиковым, В.И.Фомичевым [3] рассмотрены различные аспекты образования золоторудных месторождений, включая формы миграции золота и его поведения в рудообразующих системах, влияние различных геохимических и термодинамических барьеров в его осаждении. Сделана попытка обоснования участия в формировании месторождения золота, последовательно проявленных полигенных физико-химических и термодинамических процессов. Выяснены особенности поведения разнотипных соединений золота и серебра, зависимость их миграционной способности от Eh-pH эволюционирующих гидротермальных систем и устойчивость их галоидных форм в кислотно-окислительных, а халькогенидных – в щелочно-восстановительных условиях. Электрохимическими исследованиями окислительно-восстановительных реакций образования самородного золота на различных промышленно-генетических типах месторождений обоснована прямая зависимость его пробности от Eh-pH условий эволюционирующих гидротермальных систем. Эволюционная направленность рудного процесса по схеме: седиментация → ранний диагенез → поздний диагенез → эпизона → динамометаморфизм → мезазона (+ катазона) → интрузивный (эффузивный) магматизм, благодаря чему происходит постепенное преобразование изначально миграционно способных форм золота (ионной и коллоидной) в самородную. Изучение положения тесной пространственно-генетической или парагенетической ассоциации золотого оруденения на разных стратоуровнях выявило целый ряд важнейших металлогенических закономерностей, играющих большую роль в поисковой практике. Это, прежде всего, наличие сингенетического накопления золота, часто обусловливающее первичную металлогеническую специализацию рудных районов, таких как Акбакайский, Степнякский, Бакырчикский и др. При этом устанавливается большое разнообразие условий и способов накопления золота (биогенный, хемогенный, адсорбционный, захоронение в виде металлоорганических и тиосульфатных соединений и т. п.), сопутствующее самым различным по возрасту и формационному типу осадкам.

При изучении последовательно проявленных геолого-металлогенических процессов роль диагенеза и совмещенных с ним ранних этапов динамометаморфизма до последнего времени практически полностью была исключена из поля зрения специалистов. Наблюдая пространственную ассоциацию золотого оруденения и сульфидов с органическим углеродистым веществом, исследователи зачастую приходили к выводу об их отрицательной корреляции друг с другом, что противоречило

представлению об их сингеничности. Многочисленные формы диагенетической и динамометаморфической трансформации петро- и рудогенных компонентов слабо литифицированной седиментогенной среды принимались за признаки эпигеничности руд. Все это приводило к ошибке в классификации и оценке признаков металлогенической специализации стратиформных образований за пределами рудных полей, где, якобы, было исключено влияние эпигенетических (в т. ч. и гидротермальных) процессов. При этом исследователи не учитывали не только специфику формирования литогеохимических формаций, но и характер эволюции рудоносных слабо литифицированных осадков.

Таким образом, выявление физико-химических условий как зон стабильности и миграционно-рассеивающей способности различных соединений золота и серебра в гидротермальных системах, так и электрохимической специфики их разрушения в местах резкой смены окислительно-восстановительного потенциала, кислотности-щелочности рудообразующей системы, ее температуры и давления, являющихся геохимическими барьерами на пути движения гидротермальных растворов-осадителей и концентратов благородных металлов, открывает новые перспективы в научном прогнозе и практической оценке золоторудных объектов [3].

Резюмируя исследование Т.М.Жаутикова и В.И.Фомичева можно сказать, что проблемы рудообразования на золоторудных месторождениях Казахстана привели к выявлению основы инновационной прогнозно-поисковой технологии, в т. ч. нетрадиционных геолого-промышленных типов месторождений.

В статье Э.Б.Бертмана [4] «Проблемы металлогении золота Западного Узбекистана» делается вывод, что минерально-геохимические и некоторые геологические характеристики связаны между собой системными отношениями, а их изменения регулируются сменой геодинамических и термобарических режимов в периоды рудогенезиса. Эффективность привлечения системного подхода к анализу геологических явлений очевидна, хотя очень часто подменяется «комплексным» анализом. Только отвечая на требования такого подхода (системообразующие элементы и связи, структура, среда, организация, вектор эволюции и т. д.), по-видимому, удастся повысить эффективность геологического анализа и освободиться от ряда логических заблуждений [4].

Нам кажется, что анализ факторов от общего к частному (Узбекистан) и от частного к общему (Казахстан) в комплексе с геодинамическими, стратиграфическими, геолого-формационными, металлогеническими и другими данными повышает достоверность металлогенических построений и последующего прогнозирования.

Таким образом, видно, что основа концепции развития МСБ в Узбекистане и в Казахстане выбрана очень профессионально в соответствии с развитием регионов.

Для успеха развития теоретических вопросов, повышения эффективности ГРР и научно-прикладных задач геологии и расширения сырьевой базы золота в Узбекистане одним из важнейших факторов представляет координация и кооперация усилий исследовательского потенциала геолого-разведочных, аналитических и технологических центров (ГУ «ИМР», ГУ «ИГиГ», геологический институт «Узбекгеологоразведка», высшие учебные заведения, институты АН РУз, а также НГМК, АГМК).

На наш взгляд, следует переходить к следующему этапу организации геолого-разведочных работ с тесным научным сопровождением. Основная роль в решении задач этого этапа возлагается на прикладную и фундаментальную геологические науки. Переход на новый этап должен быть плавным, последовательным и без резких структурных потрясений.

В соответствии с этой концепцией целесообразно запускать совместные пилотные проекты проведения ГРР с научным сопровождением. Исполнителями в равной степени будут специализированные институты (ГУ «ИМР», ГУ «ИГиГ») и др., а также геолого-разведочные организации, каждые из которых выполняют работы, свойственные им. Специализированные институты при Министерстве горно-добывающей промышленности и геологии Республики Узбекистан осуществляют научное сопровождение, а геолого-разведочные организации будут заниматься аспектами, свойственными ГРР.

Для достижения прогресса в развитии МСБ горно-рудных комплексов в республике также целесообразно учитывать неразрывную связь геологии, горной добычи и металлургии. В

первом и третьем звеньях этой цепи с золотом протекают химические превращения.

Разделы геологии, как геохимия и минералогия, в качестве научной основы используют те же положения общей и физической химии, что и металлургия. Для геохимии, гидрометаллургии и пирометаллургии золота общими являются физико-химические основы многих процессов (растворение, осаждение, восстановление, адсорбция, десорбция и др.), а также аналитические методы и оборудования при изучении различных объектов [5].

В связи с этим представляется важным, в целях регионального металлогенического анализа, понимание процессов рудообразования в геодинамических условиях и миграции золота в техногенных образованиях (в т. ч. хвостохранилищах), использование современных научных достижений технологов, металлургов и химиков при пиро- и гидрометаллургии золота, так как техногенные отходы металлургического производства часто подвергаются тем же изменениям, что и в природе при рудообразовании.

Таким образом, на наш взгляд, предлагаемая концепция на данном этапе развития геологического изучения с выявлением новых традиционных и нетрадиционных месторождений золота на новых и известных площадях, а также целенаправленные работы по изучению техногенных отходов обеспечат единую политику в проведении геолого-разведочных работ, горной добычи и переработки сырья золотодобывающих комплексов республики с обеспечением планомерной «зеленой экономики».

Актуальность данной проблемы становится еще более очевидной в связи с закономерным ухудшением качества перерабатываемого золоторудного сырья (золотосодержащие руды месторождений Балпантау, Бесапантау, Чукуркудук, Турбай, Пистали и др.), вовлечением в эксплуатацию новых месторождений упорных руд и достоверностью приращенных запасов.

Решением данной проблемы в настоящее время занимаются профильные институты, входящие в состав Министерства горно-добывающей промышленности и геологии Республики Узбекистан, а также большая группа специалистов: геологи, горняки, металлурги, гидрометаллурги, химики, инженеры-технологи производств, которыми успешно решаются задачи геологического, минералого-геохимического, геолого-технологического характера золота.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Шаякубов Т.Ш.* О возможности новых открытий золоторудных месторождений Узбекистана // Ўзбекистон олтин конлари геологияси ва саноат турлари. Мурунтау кони очилишининг 40 йиллигига бағишланган илмий конференция матнлар тўплами. - Т.: МРИ, 1998. - С. 11-14.

2. *Исаходжаев Б.А.* Состояние и задачи прикладной науки по геологии золота // Там же. - С. 14-17.

3. *Жаутиков Т.М., Фомичев В.И.* Проблемы рудообразования на золоторудных месторождениях Казахстана // Известия НАН РК. Серия геологическая. - 2009. - № 3. - С. 50-59.

4. *Бертман Э.Б.* Проблемы металлогении золота Западного Узбекистана // Геология и минеральные ресурсы. - 2004. - № 2. - С. 10-16.

5. *Санакулов К., Хамроев И.О.* Геолого-геохимические и технологические аспекты золота Кызылкумов. - Навои: «Navoiy», 2024. - 728 с.

Статья представлена членом редколлегии докт. геол.-мин. наук М.У.Исоковым.

© R.A.Umurzakov, A.K.Xodjayev, B.I.Ismadullayev, 2025

R.A.Umurzakov, A.K.Xodjayev, B.I.Ismadullayev

GEOLOGIK MUHITDA RO‘Y BERADIGAN DEFORMATSIYALAR TURLARI VA ULARNI KELTIRIB CHIQARADIGAN ELEMENTAR GEODINAMIK VAZIYATLAR TO‘G‘RISIDA



Umurzakov Rahimjan Abdurazakovich – Islom Karimov nomidagi Toshkent davlat texnika universitetining professori, geol.-min. fanlari doktori. E-mail: umruzok54@gmail.com, umrah@mail.ru.



Xodjayev Abdushukur Karimovich – Mirzo Ulug’bek nomidagi O’zbekiston Milliy universitetining dotsenti, geol.-min. fanlari nomzodi, katta ilmiy xodim. E-mail: khodjaev.shukur@mail.ru



Ismadullayev Bobomurod Ismatulla o‘g‘li – Geologiya fanlari universiteti Neft va gaz konlari geologiyasi, qidiruv va razvedkasi instituti DM tayanch doktoranti. E-mail: ismadullayev@mail.ru

Geologik muhitning kuchlanish-deformatsiyalanish holatini o‘rganishga ko‘plab ilmiy maqolalar bag‘ishlangan. Buning asosiy sabablaridan – burmalar va yer yoriqlarining, qolaversa, barcha tektonik harakatlarining kelib chiqishi, ta’sir qilayotgan kuchlarining va ular sodir etayotgan geodinamik vaziyatlarni o‘rganish dolzarbligidan kelib chiqadi. Darhaqiqat, oxirgi 20-30 yillarda hududlarning geodinamikasiga bag‘ishlangan e’lon qilingan ilmiy ishlar soni ko‘paygan. Ammo shuni alohida ta’kidlash joizki, ko‘plab asarlarda «geodinamika» atamasini «plitalar» tektonikasi bilan bog‘langan tarzda foydalaniladi. Aslida esa «geodinamika» atamasining kelib chiqishi va mazmun-mohiyati ancha kenroq. Biz bu masalaning ta’rifini bir necha bor anjuman ma’ruzalarida keltirgan edik [1, 2]. Bu yerda batafsil yoritmasdan faqat qisqacha eslatib o‘tishni joiz deb bildik.

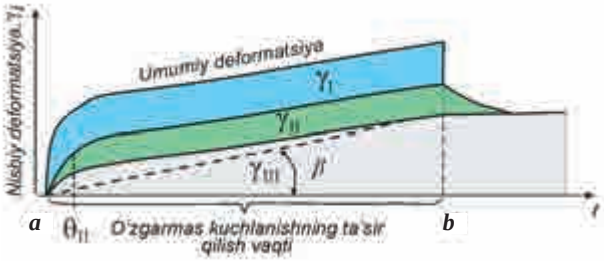
«Geodinamika» atamasining ilk bor ishlatilishi italiyalik astronom J. Skinnarelli tomonidan 1859 yilda Sankt-Peterburg Fanlar akademiyasida o’qigan ma’ruzalarida amalga oshirilgan edi [3]. Keyinchalik ingliz geofizigi A. Lyavning (1911) «Geodinamikaning ayrim muammolari» monografiyasi paydo bo’lgan, unda Yerning mexanik xususiyatlari to‘g‘risidagi turli gipotezalar, shuningdek, Yerning to‘lqinli deformatsiyalari, uning o‘z tebranishlari va boshqalar kabi hodisalar tasvirlangan.

Geologik muhitda sodir bo‘layotgan tektonik xarakatlar va deformatsiyalarni, ularni vujudga kelishiga sababchi bo‘lgan kuchlar va kuchlanish maydonlarini o‘rganish «tektonofizika» vazifalariga kiradi. Geotektonika va fizika tutashida paydo bo‘lgan bu fan yo‘nalishining o‘ziga xos atamalari va tushunchalari bor. Bular tog‘ jinslarining deformatsion xusuiyatlari, ularning qayishqoqligi, qovushqoqligi, plastikligi va umuman oquvchanligidan boshlab, to muhitdagi kuchlanish-deformatsiya jarayonlarining xususiyatlari, ularni turliligi va o‘rganish usullarigacha. Bular haqida maxsus tektonofizik adabiyotlarida M.V.Gzovskiy, M.A.Goncharov [4] va boshqa mualliflarning ilmiy asarlarida ma’lumotlar keltirilgan.

Shuni ta’kidlash joizki, geologiyada deformatsiyalar va kuchlanishlar haqidagi ko‘plab tushunchalar texnikadan qabul qilingan. Masalan, kichik kuchlanishlarda tog‘ jinslarida faqat elastik deformatsiyalar paydo bo‘ladi degan fikr bor. Yuqori kuchlanishlarda esa plastik deformatsiyalar rivojlanadi deb qabul qilingan. Yanada kattaroq kuchlnishlarda sinish va buzilish sodir bo‘ladi. Biroq tabiiy sharoitda bu jarayonlar farqlanadi. Tabiiy sharoitlarda tog‘

jinslaridagi deformatsiyalar va kushlanishlarni o‘rganayotganda, uni texnikadan farqli ravishda asosiy xususiyati – jarayonlarning o‘ta sekin kechishi va uzoq muddatda bo‘lishi – deformatsiyalanuvchi strukturaviy elementlarning hosil bo‘lishining geologik jarayonlari juda uzoq vaqt davomida sodir bo‘ladi. Kichik kuchlanishlarda deformatsiyaning jarayonini eksperimental kuzatishlar natijasida **deformatsiyaning tabiati vaqtga bog‘liq** ekanligi aniqlangan.

M.V.Gzovskiy (1975) deformatsiyaning vaqtga bog‘liqligini hisobga olishning muhimligiga jiddiy e‘tibor qaratdi va texnikada qabul qilingan, vaqt ta‘sirini aks ettirmaydigan «stress-deformatsiyalanish» grafiklari etarli emasligini ta‘kidladi va tog‘ jinslarining mexanik xususiyatlarining zarur xarakteristikalarini bermaydi deb qayd etgan (Gzovskiy, 1975, 33-bet). U quyidagi grafikni ishlab chiqqan (1-rasm).



1-rasm. O‘zgarmas kuchlanishlar ta‘siridagi deformarsiyalarni vaqt bilan bog‘liqlik grafiklari (Gzovskiy, 1975): γ_I – elastik deformatsiyaning birinchi qismi; γ_{II} – elastik deformatsiyaning ikkinchi qismi (elastikdan keyingi harakatlanish); γ_{III} – plastik deformatsiya; Θ_{II} – cheklangan qiymatning 0,63 γ_{II} ga yetgan vaqti; β – oquvchan deformatsiyanining tezligini ifodalovchi burchak; ***a***, ***b*** – o‘zgarmas kuchlanishlar harakatining boshlanish va tugash momenti.

Materiallarning mexanik (reologik) xususiyatlarini tavsiflash uchun quyidagi kattaliklardan foydalaniladi (*bu kattaliklar toza siljish sharoitidagi parallelepiped yuzalarida hosil bo‘lgan urinma kuchlanishlarni siljish (γ) deformatsiyasi bilan bog‘laydi. Ular yuzalar orasidagi to‘g‘ri burchak o‘zgarishini tavsiflaydi):*

1. Shartli oniy elastiklik moduli (G_I) – sodir bo‘lgan urinma kuchlanishning qiymati va u yaratgan shartli oniy γ_I. siljish deformarsiyasi orasidagi mutanosiblik koeffitsiyenti.

2. Elastiklikdan keyingi xatakatlanish moduli (G_{II}) – urinma kuchlanishning τ qiymati va elastikdan keyingi xarakatlanishdagi deformatsiyaning γ_{IImax} maksimal miqdori orasidagi mutanosiblik koeffitsiyenti.

3. Muvozanatli (to‘liq) elastik deformatsiyaning moduli (G) – urinma kuchlanishning va umumiy qaytuvchan siljish deformatsiyasi ($\gamma_I + \gamma_{IImax}$) o‘rtasidagi mutanosublik koeffitsiyenti.

4. Θ_{II} elastikdan keyingi relaksatsiya vaqti (davri) – elastikdan keyingi γ_{IImax} (0,63 miqdorigagi) maksimal (muvozanat) deformatsiyasining paydo bo‘lishi uchun zarur bo‘lgan kuchlanish ta‘sirining davomiyligi.

5. Plastik deformatisya vaqtidagi effektiv qovushqoqlik koeffitsienti (η_{III}) – τ urinma kuchlanish va siljish plastik deformatsiya tezligi ($d_{\gamma III}/dt$) o‘rtasidagi mutanosiblik koeffitsiyenti.

Plastik deformatsiyalanish tezligi taxminan deformatsiyaning kinetik egri chizig‘ining tekis qismining yotish burchagining tangensiga yoki β burchagining tangensiga teng bo‘ladi (1-rasmga qarang).

Yuqorida qayd etilgan ko‘rsatkichlarning hisob-kitoblariga asoslanib ularni vaqt bo‘yicha plastik deformatsiya davomidagi o‘zgarishini kuzatish mumkin. Odatda bitta kuchlanish holatiga tegishli bo‘lganda bu o‘zgarishlarni e‘tiborsiz qoldirish mumkin. Bu o‘rganilayotgan vazifalarga bog‘liq.

Tog‘ jinslarining qayishqoqligi to‘g‘risida. Qayishqoqlik deganda, qattiq materiallarning deformatsiyalanib, asl holatiga qaytish xususiyati tushuniladi. Qattiq jismlar kuch ishlatilganda deformatsiyalanadi va agar kuch olib tashlansa, ular asl shakli va hajmini tiklaydi. Bu deformatsiyaning o‘zi elastik deb ataladi. Ammo elastik-plastik deformatsiyalar ham bor, bunda jism to‘laligicha o‘z holatiga qaytmaydi, qoldiq deformatsiyasi qolgan bo‘ladi.

Qayishqoqlik defornatsiyasini tavsiflashda *elastik moduli* va *elastiklik chegarasi* ko‘rsatkichlari ishlatiladi.

Elastiklik moduli ma‘lum darajadagi deformatsiyaga erishish uchun qo‘llanilishi kerak bo‘lgan mexanik kuchlanishni ko‘rsatadi. Modul paskalda (Pa) o‘lchanadi. Yuqori qiymatga ega modul materialning deformatsiyalanishi qiyinroq ekanligini ko‘rsatadi.

Elastiklik chegarasi – materialning elastik deformatsiyalanish chegarasigacha olib keluvchi maksimal kuchlanishdir, shundan so‘ng materialning plastik (qaytmas) deformatsiyasi sodir bo‘ladi. Kuchlanish olib tashlangandan so‘ng, materialnung ma‘lum qismdagi qoldiqli deformatsiyasi saqlanib qoladi.

Elastiklikning tavsifi sifatida odatda materiallarning elastik modullari olinadi: elastiklik Yunga moduli (E_y) va Puasson koeffitsiyenti (μ).

Elastiklik moduli – bu materialning shakli va kattaligidan qat'iy nazar elastiklik xususiyatini ifodalovchi ko'rsatkichdir.

Agar kuchlanishni S belgi bilan, deformatsiyani ε deb belgilasak unda ular quyidagi munosabatda bo'ladilar:

$$S = E_y \varepsilon,$$

bunda E_y – Yunga elastiklik moduli.

Puasson koeffitsiyenti (μ) esa bo'ylama deformatsiya miqdorining uning ko'ndalang deformatsiya miqdoriga nisbatidir: $\mu = \varepsilon/\varepsilon'$

Bu ko'rsatkich o'zgarmas bo'lib materialning deformatsiyalanishga bo'lgan xususiyatini tavsiflaydi.

Yunga elastiklik E_y moduli va Puasson koeffitsiyenti (μ) birgalikda har qanday izotropli materialning yetarli darajada elastiklik xususiyatini tavsiflaydi.

Bundan tashqari tektonofizikada shartli oniy elastiklik moduli (G_I), elastiklikdan keyingi xarakatlanish moduli (G_{II}) va to'liq elastiklik (G) moduli ahamiyatga ega.

Taxminan olganda tog' jinslarida o'rtacha $E_I \geq E_{II}$ va $G_I \geq G_{II}$ qabul qilish mumkin.

Bu yerda (M.V.Gzovskiy bo'yicha): E_I – uzunlashish (shartli oniy elastiklik) deformatsiya moduli; E_{II} – uzunlashish (elastiklikdan keying xarakatlanish) moduli; E – uzunlashish (muvozanatli (to'liq) elastiklik deformatsiya) moduli.

Agar shartli oniy elastiklik deformatsiya moduli elastiklikdan keyingi xarakatlanish moduliga teng deb olsak, unda toliq deformatsiya modullari quyidagi shaklga keladi:

$$E = \frac{E_I E_{II}}{E_I + E_{II}} = \frac{1}{2} E_I; \qquad G = \frac{G_I G_{II}}{G_I + G_{II}} = \frac{1}{2} G_I$$

Agarda $E_{II} = 3E_I$ va $E_{II} = 3E_I$ bo'lsa, unda:

$$E = \frac{3}{4} \frac{{E_I}^2}{E_I} = \frac{3}{4} E_I; \qquad G = \frac{3}{4} \frac{{G_I}^2}{G_I} = \frac{3}{4} G_I.$$

M.V.Gzovskiy tomonidan shartli oniy deformatsiyalanish modulining qiymatlari tog' jinslarining shartli xarakteristikasi ekanligi ta'kidlangan va ular albatta kuchlanishlar ta'sirining davomiylik vaqti bilan belgilanishi kerak degan.

To'liq muvozanatli elastik deformatsiyalari modullari to'laroq tavsif beradi, ammo ular ham vujudga kelgan vaqtini hisobga olgan holda keltirilishi kerak.

Tog' jinslarining tadqiqotlari amaliyotida odatda cho'zilish elastikligi modulini aniqlanadi va ko'rsatadi (Yunga moduli) (M.V.Gzovskiy kitobida bu modul E′ deb belgilanadi).

Qattiq tog' jinslari odatda yemirilgan holatda bo'lganida E′ moduliga ega va ancha tor oraliqda bo'ladi – $1 \cdot 10^5$-$9 \cdot 10^5$ кГ/см^2 gacha. Faqat vaqti-vaqti bilan bu modul 10^6 кГ/см^2 gacha yetishi mumkin.

Zich magmatik tog' jinslari, masalan granitlar, odatda o'rta va yuqori modullari bilan ajralib turadi – $4 \cdot 10^5$-$9 \cdot 10^5$ кГ/см^2 (B.P.Belikov, 1961).

Qumtosh moduli ham o'sha intervalda joylashgan. Karbonatli jinslar o'rtacha va pastroq modulga ega – 7×10^5-1×10^5 кГ/см^2 . Bo'shashgan gilli jinslar, ayniqsa juda namlanganlari, ancha past modulga ega, ular 100 gacha, hatto 10^{-1} кГ/см^2 gacha tushishi mumkin.

Ko'rsatilgan chegaralarda E′ moduli o'z qiymatini ko'plab omillarga bog'liq holda o'zgartiradi, ularning asosiysi tog' jinslarining ichki tuzilishi: mineralogik tarkibi, tuzilishi va g'ovakliligidir. Mineralogik tarkibning ta'siri karbonat jinslar, qumtoshlar va magmatik tog' jinslaridagi E qiymati diapazonidagi yuqorida aytib o'tilgan farqda namoyon bo'ladi.

Tog' jinslarining qovushqoqligi va oquvchanligi to'g'risida. Qovushqoqlik – bu oquvchan jismlarning (suyuqliklar va gazlarning) bir qismining boshqasining harakatiga nisbatan qarshilik ko'rsatish xususiyatlaridir.

Qattiq jismlarda ichki ishqalanish – bu jismlarning deformatsiyalanishi jarayonida mexanik energiyani qaytmas issiqlikka aylantirish xususiyatidir. Bu ikki xil hodisalar guruhi bilan bog'liq – noelastiklik va plastik deformatsiyadir.

Fizik-kimyoviy mexanikada materialning mexanik xossalarining eng muhimi silshish kuchlanishining chegarasi hisoblanadi.

Chegaraviy siljish kuchlanishiga ega bo'lmagan materiallar yopishqoq yoki suyuqsimon deb ataladi. Ularning qoldiqli deformatsiyasiga ***oqim*** yoki ***yopishqoq oqim*** deyiladi. Samarali yopishqoqlikga – haqiqiy yopishqoqlik deyiladi.

Chegaraviy siljish kuchlanishiga ega bo'lgan materiallar ***plastikli*** yoki ***qattiqsimon*** deb nomlanadi. Ularning qoldiqli deformatsiyasiga ***plastikli oqim*** yoki ***plastikli deformatsiya*** deyiladi.

Geologik vazifalarni hal qilishda hisobga olish kerak bo'lgan eng muhimi – «elastiklik chegara» dan pastida ham uning yuqorisida ham umumiy deformatsiyaning *elastik* va *plastik* tarkibiy qismlari mavjud bo'ladi.

Uzoq muddatli kuchlanishlar ta‘sirida, deformatsiyaning plastiklik komponenti «elastiklik chegarasi» dan past bo‘lgan kuchlanishlar ta‘sirida ham katta miqdorlarda bo‘lishi mumkin.

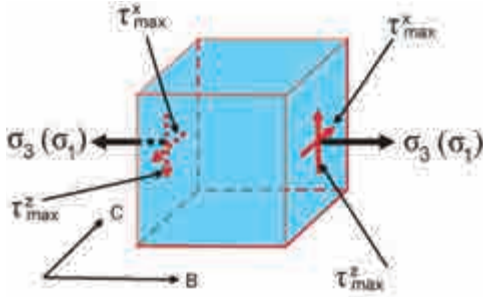
Elastik va plastik deformatsiyalar bir vaqtning o‘zida rivojlanib borayotganligi sababli, geologik jarayonlarni tahlil qilganda, elastik va plastikning «deformatsiya bosqichlari» haqida alohida gapirish o‘rinli emas.

Tog‘ jinslari hatto juda kichik, ahamiyatsiz kuchlanishlarda bo‘lsada uzoq vaqt ta‘sir qilgani uchun, o‘zlarini plastiklar kabi tutishi mumkin.

Elementar «geodinamik vaziyat» haqida tushuncha va ularning turlari. Elementar geodinamik vaziyat to‘g‘risidagi tushuncha muhokamasi M.A.Goncharov tomonidan joriy etilgan va ilk bor tektonofizika bo‘yicha nashr etilgan «tektonofizikaga kirish» darsligida keltirilgan (Гончаров, 2005).

Elementar geodinamik vaziyat (shaklning o‘zgarishi bilan sodir bo‘layotgan deformatsiyada) – oddiy deviator kuchlanishlarning bosh o‘qlari yoki maksimal tangensial kuchlanish o‘qlari, – orthogonal bo‘lgan, ya’ni gorizontal yoki vertikal yo‘nalishda bo‘lgan holatdir.

Hajmga ortogonal normal kuchlanishlar qo‘llanilganda bunday oddiy vaziyatlar qancha (nechta) bo‘lishi mumkin? Buni hisoblash uchun quyidagi 2-rasmda ko‘rsatilgan kub jismini ko‘rib chiqamiz.



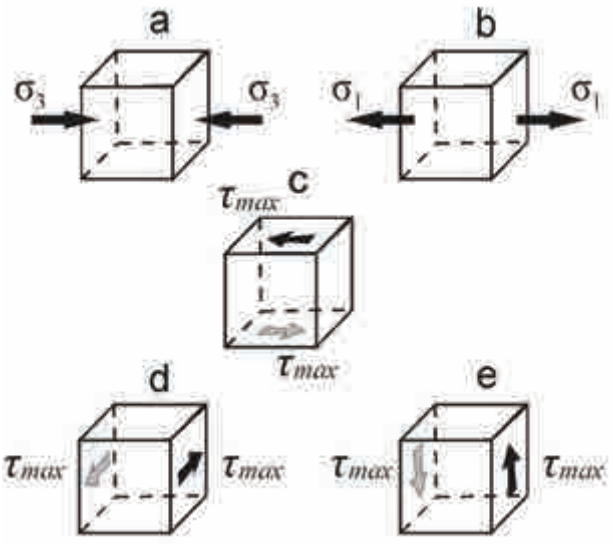
2-rasm. Kubga ortogonal (gorizontal yoki vertikal) yo‘naltirilgan bosh normal yoki tangensial kuchlanishlarning ta‘sir etish sxemasi (Гончаров, 2005 y.).

Yuzalari bilan koordinata o‘qlariga ortogonal yo‘naltirilgan kub uch juft parallel yuzaga ega. Har bir qarama-qarshi yuzaga ikkita asosiy normal kuchlanishdan biri (cho‘zilish σ_1 yoki siqish σ_3) yoki kub yuzalariga parallel bo‘lgan ikkita maksimal tangensial kuchlanishlardan biri τ_{max} ta‘sir etishi mumkin (2-rasm).

Ko‘rinib turganidek, bir juft yuzalar uchun to‘rtta shunday elementar dinamik vaziyat yaratilishi mumkin. Uch juftli yuzalarga ega bo‘lgan kub uchun – 12 ta geodinamik vaziyat variantlari yaratilishi mumkin.

Ulardan faqat beshtasi bir-biridan farq qiladi, qolganlari bir xil bo‘ladi.

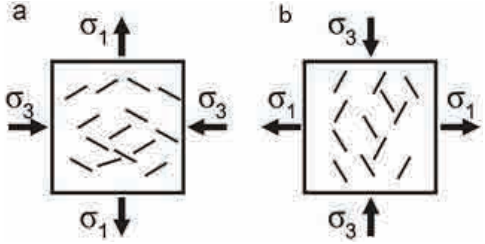
Bu beshta mumkin bo‘lgan elementar reodinamik vaziyatlar quyidagicha bo‘ladi (3-rasm): 1) gorizontal siqilish; 2) gorizontal cho‘zilish; 3) gorizontal tekislikda gorizontal siljish; 4) vertikal tekislikda gorizontal siljish; 5) vertikal siljish.



3-rasm. Beshta elementar geodinamik vaziyat: *a* – gorizontal siqilish; ***b*** – gorizontal cho‘zilish; ***c*** – gorizontal tekislikda gorizontal siljish; ***d*** – vertikal tekislikda gorizontal siljish; ***e*** – vertikal siljish (М.А.Гончаров, 2005 y.).

Har qanday kuchlanish vaziyatini σ_1, σ_2 va σ_3 bosh normal kuchlanishlarning uchta o‘zaro perpendikulyar o‘qlari shaklida ifodalash mumkin. Belgilangan elementar geodinamik vaziyatlar faqat ushbu bosh kuchlanish o‘qlarining yo‘nalishi bo‘yicha farqlanadi.

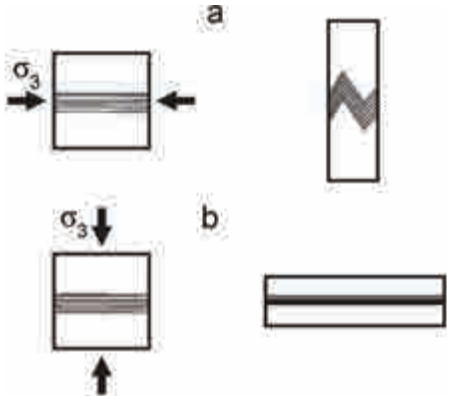
Qatlamsiz, izotrop jismda (masalan, granit massivida) har qanday elementar geodinamik vaziyatda faqat yo‘nalishi bilan farq qiluvchi ikkita ***sinuvchi*** (скол, скалывание) darzliklar tizimi hosil bo‘ladi (4-rasm, ***a*** va ***б***).



4-rasm. Elementar geodinamik vaziyatlarda izotropli qatlamsiz jismda ikkita sinuvchi darzliklar tizimining shakllanishi (М.А.Гончаров, 2005 y.).

Dastlab gorizontal qatlamli anizotropli muhitda turli elementar geodinamik sharoitlarda turli strukturaviy paragenezlar hosil bo‘ladi.

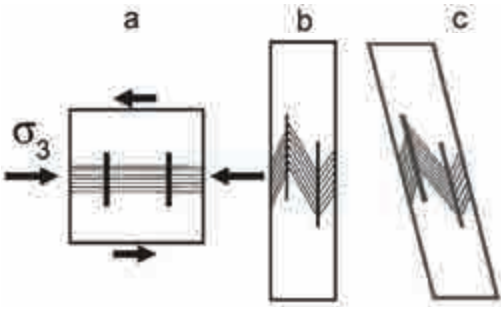
Gorizontal siqilishda burmalar hosil bo‘ladi (5-rasm, *a*), vertikal siqilishda (kompensatsion gorizontal cho‘zilishda), qatlamlarning oddiy cho‘zilishi (5-rasm, *б*), bu tektonik linzalar yoki budinaj hosili bilan birga bo‘lishi mumkin.



5-rasm. Elementar geodinamik vaziyatda birlamchi gorizontal qatlamli muhitda turli strukturaviy paragenezlarning shakllanishi: ***a*** – burmalar gorizontal siqilishda hosil bo‘ladi (a); ***b*** – vertikal siqilish bilan (kompensatsion gorizontal cho‘zilishda) ~ qatlamlarning oddiy cho‘zilishi (Гончаров, 2005).

Geologik muhitda real tabiiy geodinamik vaziyat elementar vaziyatlar birikmasi sifatida ifodalanishi mumkin.

Masalan, qatlamli muhitda vergent (nishobli) burmalar shakllanishi ikki oddiy geodinamik vaziyatda hosil bo‘ladi: gorizontal siqilishda-burmaning shakllanishi, va gorizontal tekislikda gorizontal siljishda – «gorizontal burmaning» vergentligining shakllanishi namoyon bo‘ladi (6-rasm).



6-rasm. Ikki elementar geodinamik vaziyatlarning ustma-ust tushishi: gorizontal siqilish va gorizontal tekislikda gorizontal siljish [4].

Turli elementar geodinamik vaziyatlarda hosil bo‘ladigan o‘ziga xos strukturaviy shakllar

1. Gorizontal siqilishda. Bu vaziyatda umumiy g‘ijimlanish va unga hamroh bo‘lgan qatlamlarni kesgan klivaj yoki slanetslanish, shuningdek, kotarilmalar (vzbroslar).

Sharyaj va kotarilma-surilmalar bilan bog‘liq vaziyat biroz murakkabroq. Odatda ular gorizontal siqilish paytida shakllangan deb hisoblashadi, ammo bu butunlay to‘g‘ri emas. Ushbu struktura shakllarining hosil bo‘lishida yana ikkita elementar geodinamik vaziyat ishtirok etadi – gorizontal tekislikdagi gorizontal siljish va gorizontal chozilish.

2. Gorizontal cho‘zilishda. Ushbu geodinamik vaziyatda tushirmalar (tashlamalar), grabenlar, riftlar va ikki tomonlama ochilishlar.

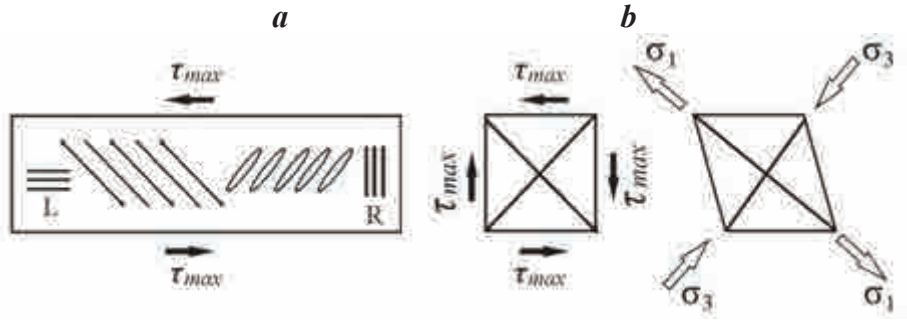
3. Gorizontal tekislikda gorizontal siljishda. Ushbu elementar geodinamik vaziyat amalda «sof ko‘rinishida» bo‘lmaydi, faqat boshqa elementar muhitlar bilan birgalikda bo‘ladi. Vergentli burmalarining hosil bo‘lishi aynan shu holatga tegishli misol bo‘la oladi.

Agar siljish komponenti qisqartiruvchi komponentdan sezilarli darajada ustun bo‘lsa, keskin assimetrik, yotuvchi (yotgan) burmalar paydo bo‘ladi. Gorizontal tekislikdagi gorizontal siljishning elementar geodinamik vaziyati kotarilma-surilmalar va sharyajlarning shakllanishiga ham olib keladi.

4. Vertikal tekislikda gorizontal siljishda. Ushbu elementar geodinamik sharoitda shakllanadigan strukturaviy paragenez o‘ziga xos kuchlanish maydoni bilan bog‘liq (7-rasm).

Bosh normal σ_1 va σ_3 kuchlanishlarning o‘qlari siljish yo‘nalishiga diagonal (45° burchak ostida) yo‘naltirilgan. Shuning uchun, ularga tegishli strukturaviy elementlar – uzilma darzliklari va «eshelonli burmalar» (ketma-ketlikda joylashgan burmalar) ham diagonal yo‘nalishga ega bo‘ladi.

Bu geodinamik vaziyat eng murakkab hisoblanadi. Yuqoridagi tuzulmalardan tashqari turli sinish tizilmalar guruhining shakllanishi bilan tavsiflanadi: siljishga parallel yoriqlarni «L-skollar» deb atashadi, siljish zonasiga perpendikulyar – «R-skollar» yoki «Ridel yoriqlari» deb atashasdi (7-rasm). Ridel yoriqlari ta’sir etuvchi siqilish kuchlanish o‘qiga nisbatan 45° burchagidan o‘zgina kichikroq holatda joylashgan bo‘ladi. Tabiatda gorizontal siljish geodinamik sharoitida shakllangan strukturaviy paragenezlar turli



7-rasm. Vertikal tekislikda gorizontal siljish geodinamik sharoitida shakllangan strukturaviy paragenezlar [4].

sistemalarni tashkil etadi va barchasi magistral yoriqga birlashib ketadi. Bunday yoriqlarni hosil bo‘lish mexanizmlari laboratoriya sharoitida batafsil o‘rganilgan (masalan Moskva davlat universitreti Tektonofizika laboratoriyasida).

Maqolada keltirilgan ma’lumotlar geologik qidiruvining nazariy asoslarini yaratishda hamda razvedka amaliyotida qo‘llanilishi muhim ahamiyatga ega.

ADABIYOTLAR

1. *Умурзаков Р.А., Ходжаев А.К.* Некоторые терминологические и методологические аспекты современных геотектонических и геодинамических исследований // VII-е Кудрявцевские Чтения / Всеросс. конф. по глубинному генезису нефти и газа. - М.: ЦГЭ, 2019. http://conference.deepoil.ru/images/stories/ docs/7KR/theses/Umurzakov-Hodzhaev_Theses.pdf.

2. *Умурзаков Р.А.* О некоторых фундаментальных аспектах разработки геотектонической и геодинамической основы сейсмологических исследований и изучения нефтегазоносности недр // Ўзбекистон Республикаси аҳолиси ва ҳудудининг сейсмик хавфсизлигини таъминлаш муаммолари. Республика миқёсидаги илмий ва илмий-техник анжуман. - Т.: ЎзР ФА СИ, 2021. - 81-84 b.

3. Энциклопедический словарь юного астронома. 2-е изд. доп и перераб. - М.: Педагогика, 1986. - 336 с.

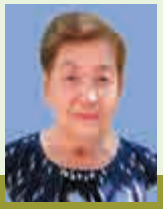
4. *Гончаров М.А., Талицкий В.Г., Фролова Н.С.* Введение в тектонофизику. Учебное пособие. - М.: КДУ, 2005. - 496 с.

Мақолани редколлегия аъзоси академик К.Н.Абдуллабеков тавсия қилган.

© З.М.Абдуазимова, О.Я.Колдибеков, Б.Р.Сориев, 2025

З.М.Абдуазимова, О.Я.Колдибеков, Б.Р.Сориев

ПРОБЛЕМЫ СТРАТИФИКАЦИИ ПАЛЕОЗОЙСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ МАЛЬГУЗАР-ТУРКЕСТАНСКОГО РЕГИОНА



Абдуазимова Зоя Муссаевна – главный научный сотрудник ГУ «ИМР», докт. геол.-мин. наук.



Колдибеков Ойбек Яхшибойевич – начальник отдела ГУ «ИМР», докт. философии (PhD) по геол.-мин. наукам. E-mail: oybek-29-12-1980@bk.



Сориев Бахтиёр Рахимберди угли – младший научный сотрудник ГУ «ИМР».

В процессе создания опорной легенды к геологической карте Узбекистана масштаба 1:200 000 авторами собраны и проанализированы в свете современных достижений геологической науки все имеющиеся на сегодняшний день материалы по стратифицированным образованиям территории Узбекистана. В результате определена специфика составления легенд к геологическим картам покровно-складчатых областей, характеризующихся развитием дислоцированных образований. Стратиграфическая последовательность картируемых местных подразделений (свит), состоящих из таких пород, расшифровывалась стратиграфическими методами и определением генезиса пород, отражающего обстановку осадконакопления [5].

Полученные результаты анализа фактического материала позволили пересмотреть основополагающие представления о строении палеозойских разрезов некоторых регионов Узбекистана и, как следствие, объемов картируемых подразделений – свит, толщ. Особенно это коснулось Мальгузар-Туркестанского региона (рис. 1), для которого, по мнению авторов статьи, необходимо провести доизучение, согласно современным требованиям к геологическому картированию.

Причина состоит в том, что Мальгузарские и Туркестанские горы, как и многие горные возвышенности Тянь-Шаня, сложены дислоцированными породами палеозоя, образующими чешуйчато-складчатые структуры, состоящие из набора тектонических единиц разного возраста и генезиса. Анализ имеющегося фактического геологического материала показал, что предыдущие исследователи в своих построениях практически не учитывали чешуйчато-складчатое строение палеозойских разрезов. Выделенные ими свиты характеризуются гетерогенным составом пород, тектоническим взаимоотношением и разновозрастностью стратонов, составляющих видимую стратиграфическую последовательность, и повторением одних и тех же фрагментов разреза, что обусловливало большие мощности местных картируемых подразделений. Разновозрастные образования, слагающие тектонические чешуи, были объединены в единые подразделения и в таком виде отражены в публикациях и на геологических картах (Б.В.Яскович, 1968; И.Т.Журавлева и др., 1970; Т.И.Хайруллина, 1973ф.; М.М.Посохова и др., 1978ф., 1984ф.; А.Н.Голикова и др., 1988ф., 1994ф.;). Эти данные используются в геологических построениях с некоторыми поправками и изменениями и

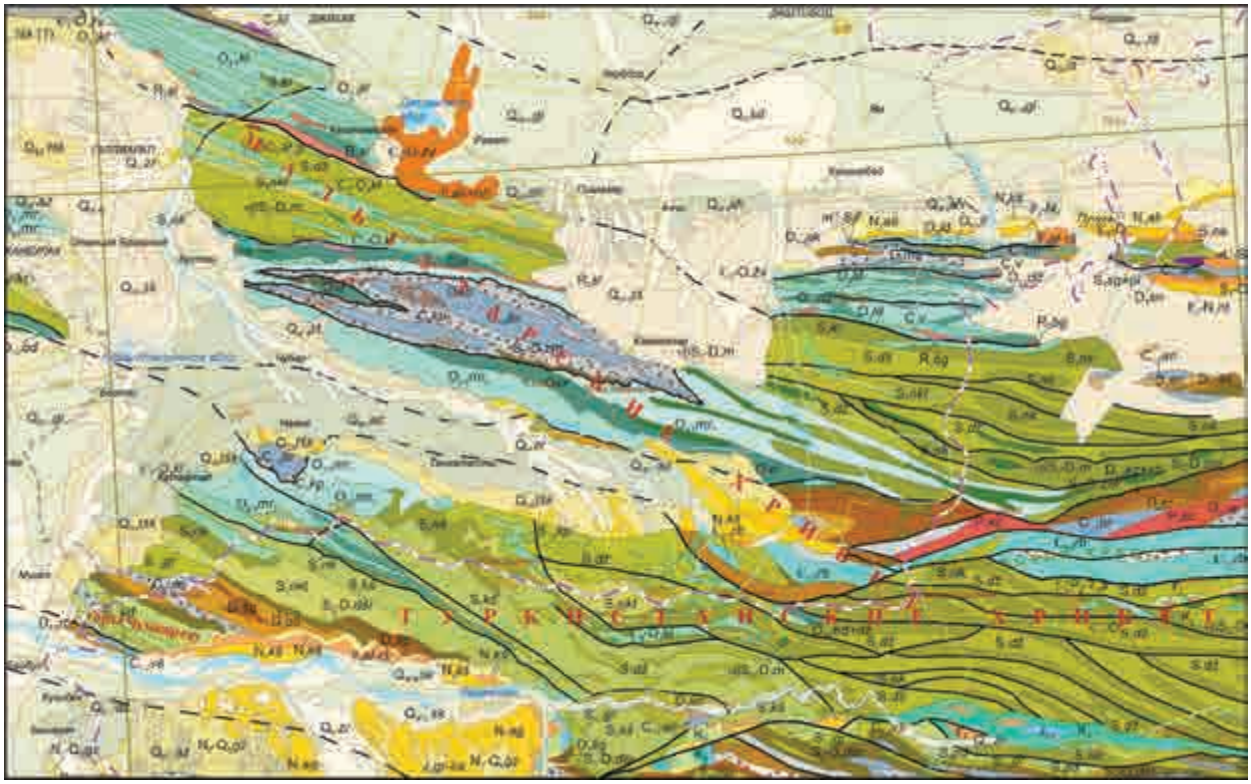


Рис. 1. Обзорная карта Мальгузар-Туркестанского региона.

в настоящее время (В.В.Михайлов и др., 2000; Т.К.Артыков и др., 2021ф.; Р.Х.Миркамалов и др., 2023) [11].

В связи с этим литологический объем, мощности, контакты ранее выделенных свит нуждаются в пересмотре. Кроме того, установлено, что большинство палеозойских, особенно, кембрийских ордовикских, силурийских и позднепалеозойских отложений в Мальгузар-Туркестанском регионе по своему составу и строению являются полными аналогами свит, обнажающихся в Нуратинских горах. Такое единство свидетельствует о реальном существовании на территории Азии единого морского бассейна – Туркестанского океана, являющегося частью обширного Палеоазиатского океана, тектоногеодинамическое развитие которого обеспечило единство состава и строения разрезов Кызылкумо-Нуратинского и Мальгузар-Туркестанского регионов. Все эти явления, соответствующие объективной действительности, существенно затрудняют распознавание картируемых подразделений и их корреляцию с подразделениями сопредельных площадей, так как одни и те же литолого-стратиграфические образования оказались выделенными в разные свиты с разными контактами, мощностями и даже возрастами.

В связи с этим авторы считают целесообразным в целях сохранения преемственности в геологическом развитии использовать на геологической карте Мальгузар-Туркестанского региона масштаба 1:200 000 для палеозойских отложений наименования хорошо изученных и расчлененных нуратинских свит, оставив прежние названия только для свит, объединяющих нижне- и среднекембрийские отложения, обнажающиеся в Кызылкумо-Нуратинском регионе, в виде глыбовых горизонтов в микститовой толще Северного Тамдытау [6].

С учетом полученных данных для Мальгузар-Туркестанского региона предлагается следующая актуализированная стратиграфия додевонских отложений, которая должна быть отражена на геолкарте м-ба 1:200 000.

Верхний протерозой, верхний рифей – R_3

Наиболее древними в регионе являются кварц-кремнисто-карбонатные образования *султанбайской и суялташской свит* верхнего рифея, развитые фрагментарно на южных и северных склонах Мальгузарских гор (султанбайская свита), в районе Тамерлановых ворот и возвышенности Итарка (суялташская свита), где они охарактеризованы позднерифейскими

микрофитолитами, микростроматитами, камазиидами [13] Свиты повсеместно обнажаются фрагментарно в зонах разломов, тектонически перемежаясь с ордовикскими и силурийскими отложениями. Мощность от 5-10 до 100-140 м.

В Нуратау-Мальгузарском типе переход этих отложений к нижнему палеозою (кембрию) не известен из-за отсутствия отложения венда и самых низов алданского надъяруса. Вероятно, в это время территория была приподнята над уровнем моря. Подтверждением этого факта, с точки зрения глобальных событий, происходящих на планете, может служить версия о существовании в конце позднего протерозоя континента Родинии. Распад Родинии в предкембрийское время [4] привел к возникновению трансгрессии, воды которой затопили приподнятую площадь и обеспечили с позднего алдана типично морское осадконакопление известняково-сланцевых органогенных отложений алтыкольской, рабутской, кальсаринской свит. Теплый климат, сопровождавший трансгрессию, способствовал возникновению рифовых образований, столь характерных для алтыкольской свиты нижнего кембрия и рабутской среднего - низов верхнего кембрия.

Последующие тектонические процессы в позднем палеозое разрушили большинство кембрийских рифовых построек и нарушили стратиграфическую последовательность кембрийских разрезов, создавая сложное чешуйчато-складчатое строение, иногда хаотическое расположение обломков рифов, что мы и наблюдаем в настоящее время.

Кембрийская система

К этому возрасту относятся темно-серые, черные известняково-сланцевые образования, включающие прослои серых известковистых алевролитов и песчаников. Их представляют алтыкольская – $Є_1 al$, рабутская – $Є_2$-$Є_3^1 rb$ свиты, выделенные в 1959 г. Б.В. Ясковичем [14]. По данным этого исследователя, свиты представлены мощной толщей до 2500 м нормально наслоенных известняково-сланцевых и терригенных образований. М.М.Кухтиков и И.Н.Черенков [10] считали, что кембрийские отложения, принадлежащие этим свитам, имеют ограниченное распространение и малую мощность и представляют экзотические глыбы и горизонты, обнажающиеся в среднекарбоновом «диком флише» (в современном понимании – микститовой толще). Эти представления подтвердились последующими работами Р.Н.Абдуллаева, М.А.Ахмеджанова, К.К.Пяткова и др. [7, 8], которыми из опорного разреза кембрия Б.В.Ясковича были выделены глыбовые горизонты и тектонические блоки, сложенные более молодыми отложениями – ордовика, силура, карбона. В результате этих работ были существенно изменены литологический объем и мощности кембрийских свит.

Непосредственно к кембрийским отложениям относятся существенно известняково-сланцевые образования, содержащие кембрийские органические остатки. В такой трактовке состава свиты включены в Стратиграфический словарь Узбекистана [13, стр. 62, 355-356] и приняты в легенде. Ниже приведено описание свит в уточненном объеме.

Алтыкольская свита – $Є_1 al$ принята в объеме верхов алданского-ленского надъярусов нижнего кембрия. Свита развита в Туркестанском хребте в бассейне рек Арглы, Алтыкол и Зааминсу. Неостратотип находится на правом притоке р. Арглы на левобережье р. Рабут.

Алтыкольскую свиту слагают темно-серые и черные известково-слюдисто-глинистые аргиллитовые и углисто-графитистые сланцы с редкими прослоями алевролитов; среди сланцев находятся прослои и линзы органогенных битуминозных известняков мощностью от 0,05-0,1 до 1-6,5 м и известковистых доломитов. Известняки слоистые и комковатые, водорослево-археоциатовые. По данным И.Т.Журавлевой и др. [9], известняки образуют многочисленные рифовые постройки – биостромы и биогермы, строителями которых являются водоросли и археоциаты; некоторые линзы и прослои известняков в верхней ленской части разреза переполнены трилобитами. Прослои известняков в большом количестве содержат раннекембрийские археоциаты, водоросли, трилобиты. Присутствие водорослей в составе биогермостроителей указывает на формирование осадков на приподнятых участках шельфа или континентального склона.

Мощность свиты не более 200 м (по Б.В.Ясковичу [14], 1300-2500 м – явно завышена); контакты повсеместно тектонические.

Рабутская свита – $Є_2$-$Є^1_3$ *rb* обнажается в западной части Туркестанского хребта. Её объем и границы были существенно уточнены Р.Н.Абдуллаевым и др. [7]. Этими исследователями из первоначального состава свиты

выделены тектонические блоки силурийских и каменноугольных пород, что повлекло за собой изменение объемов, сокращение мощности; были определены тектонические границы с выше- и нижележащими отложениями, считавшиеся раньше нормально стратиграфическими. Лектостратотип расположен по левобережью р. Рабут. Мощность свиты принята, по В.В.Михайлову и др. [12, стр. 47], 300 м.

В рабутскую свиту включены амгинские известняки и сланцы, а также известковистые песчаники, обнажающиеся в басс. р. Заамину, содержащие трилобиты низов среднего кембрия (амгина) [9, стр. 7]. Низы разреза сложены тонкоплитчатыми глинистыми известняками темно-серого и буровато-желтого цвета с поверхности, переслаивающимися с серыми и темно-серыми глинистыми сланцами, серыми известняками и редкими прослоями известковистых песчаников. В известняках верхней части трилобиты майского яруса (Т.И.Хайруллина, 1973ф.).

Выше залегают верхнекембрийские (низы) отложения, представленные в основании конгломератовидными известняками, переходящими вверх по разрезу в тонкоплитчатые известняки и сланцы серого и серовато-серого цвета с прослоями темной кварц-кремнистой породы. В известняках позднекембрийские трилобиты и беззамковые брахиоподы низов верхнего кембрия.

В таком составе рабутская свита весьма похожа на рухшивскую $Є_{2-3}$, выделенную Д.А.Старшининым в 1962 г. на северных и южных склонах Туркестанского хребта, доизученную Н.А.Козарем [1].

Рухшифская свита – $Є_{2-3}$ *rh.* Разрез свиты сложен глинистыми, серицит-глинистыми, известковистыми сланцами, переслаивающимися с темно-серыми плитчатыми и серыми доломитистыми и песчанистыми известняками с поверхности, имеющими палево-желтую окраску. Породы содержат многочисленные прослои и линзы темной кварц-кремнистой породы, создающей биостромы и калиптры цианей. Мощность 100-290 м. В самых низах разреза в известняках трилобиты – *Homagnostus sp., Ptychagnostus sp.* и др., встречающиеся, по данным Т.И.Хайруллиной, в средне-верхнекембрийских отложениях. Нижняя граница не известна, верхняя – согласная с вардашской свитой ордовика (А.Д.Старшинин и др., 1984ф.).

В.В.Михайлов и др. [13, стр. 51], ссылаясь на данные Б.В.Ясковича [14], указывает на присутствие в основании разреза известковистых конгломератов с трилобитами среднего кембрия. В прослоях известняков и карбонатном цементе конгломератов встречены трилобиты верхнего кембрия, а в гальках конгломератов трилобиты среднего кембрия. На основании этого возраст рухшифской свиты должен датироваться поздним кембрием. Но на геологической карте Узбекистана м-ба 1:500 000 и объяснительной записке к ней для свиты принят возраст в интервале среднего-позднего кембрия-раннего ордовика [12]. Возраст и объем свиты требуют уточнения. Вполне возможно, что возраст рухшифской свиты может быть в пределах позднего кембрия-раннего ордовика, так как найденные в рухшифской свите трилобиты, принадлежащие двум родам, указывают лишь на их стратиграфическое распространение и не определяют точный возраст вмещающих пород, а строение и состав разреза очень напоминают кальсаринскую свиту $Є_3$-$О_1$, обнажающуюся в Северном Нуратау. В связи с этим стоит вопрос – какие же свиты показывать на современной геологической карте, для которой готовилась легенда?

Решение этой проблемы возможно лишь постановкой специализированных стратиграфических работ по реконструкции кембрийского разреза в Мальгузар-Туркестанском регионе, так как на западе в Кызылкумо-Нуратинском регионе разрезы среднего кембрия не обнажены, за исключением глыб и глыбовых горизонтов в микститовой толще.

Кальсаринская свита – $Є_3$-$О_1$ широко развита в Нуратинских горах и явно продолжается на восток в Мальгузар-Туркестанский регион. Но там её выходы входят в состав других свит среднего-верхнего кембрия (рухшифская свита $Є_{2-3}$) или вообще фигурируют без названия подразделения (Т.И.Хайруллина и др., 1973 ф., М.М.Посохова и др., 1974ф.). Не всегда ясно и их географическое распространение. Но одно точно известно, что эти известняково-сланцевые отложения, согласно палеонтологическим данным, завершают разрез кембрия и неразрывно связаны с черносланцевыми отложениями самых низов ордовика. Аналогичная картина наблюдается в кальсаринской свите $Є_3$-$О_1$ и в Нуратинских горах.

Кальсаринская свита в Мальгузар-Туркестанском регионе на продолжении Нуратинских выходов обнажается на северных склонах Туркестанского хребта, в горах Чумкуртау и по пра-

вобережью р. Зааминсу. Она фаунистически охарактеризована Т.И.Хайруллиной (1973ф.) и откартирована М.М.Посоховой и др. (1974ф.) как вернекембрийские отложения без названия свиты. По их данным, взаимоотношения с отложениями среднего-верхнего кембрия не известны.

Разрез слагают известняково-сланцевые образования, чередующиеся с алевро-сланцевыми пачками, вероятно, принадлежащими, судя по описанию, бадамчалинской свите O_1^2-O_2^1, находящейся в тектоническом чередовании с известняково-сланцевыми отложениями кальсаринской свиты.

Разрез свиты представлен плитчатыми и средне- и тонкослоистыми известняками глинистыми и алевритистыми, доломитистыми, пропитанными тонкодисперсным органическим веществом, переслаивающимися с аргиллитовыми сланцами и алевролитами, редко, олигомиктовыми (кварцевыми), часто, известковистыми песчаниками. В сланцах глинистое вещество часто перекристаллизовано и преобразовано в слюдистый и кремнистый агрегат; цвет пород серый, темно-серый с поверхности желтовато-серый. Известняки тонкогоризонтально и косослоистые, содержат остатки позднекембрийских трилобитов.

Среди сланцев встречаются часто округлые желваки темной кварц-кремнистой породы, интерпретируемые М.М.Посоховой и др. как окремнелые водоросли. В Нуратинских разрезах они определены как цианофиты. Нахождение их в Чумкартау вместе с радиоляриями (?) позволяет относить верхи разреза к переходной пачке от верхнего кембрия к нижнему ордовику, а саму свиту датировать как в Нуратинском регионе в пределах $Є_3$-O_1^1.

Общая мощность кальсаринской свиты в Северном Нуратау 105 м, в Южном Нуратау – 190 м [3]), в Мальгузарских горах, по данным Т.К.Артыкова и др., (2021ф.), – 500 м. По мнению авторов статьи, эта цифра явно завышена – скорее всего мощность не более 200 м. В Мальгузарских горах кальсаринская свита имеет тектонические контакты; в Нуратинских горах нижний контакт не известен, верхний – согласный с бадамчалинской свитой.

Ордовикская система

В Мальгузар-Туркестанском регионе ордовикские отложения так же, как и в Нуратинских горах, представлены терригенными разнофациальными типами разрезов. На прежних геологических картах они входили в состав кембрийских отложений (М.М.Посохова и др., 1984ф.). Позже были выделены из состава верхнего кембрия (Н.А.Козарь и др., 1985ф.) и палеонтологически охарактеризованы многочисленными граптолитами А.Н.Голиковым и др. (1988ф., 1991ф.). Но некоторые подразделения, состоящие из терригенных пачек, входящих в состав верхнего кембрия, тектонически перемежающиеся с известняково-сланцевыми пачками верхнего кембрия $Є_3$, так и остались «немыми». Это относится, в первую очередь, к алевро-сланцевым отложениям аналогов бадамчалинской свиты O_{1-2}, где очень мало граптолитов, а органический мир представлен, в основном, микрофоссилиями – конодонтами и хитинозоями. Палеонтологическое обоснование возраста этих отложений в Мальгузар-Туркестанском регионе требует доизучения.

Бадамчалинская свита – O_{1-2} *bd.* Отложения, которые можно отнести к бадамчалинской свите, развиты в средне- и высокогорных частях северного склона Туркестанского хребта и гор Чумкартау, на северных предгорьях Мальгузара и правобережью Зааминсу.

Анализ фактического материала показал, что фрагменты разрезов бадамчалинской свиты, обнажающиеся на северных склонах Туркестанского хребта, в Чумкуртау, описаны М.М.Посоховой и др. (1984ф.) как алевро-сланцевые и сланцевые толщи в составе верхнекембрийского известняково-сланцевого разреза. Эти отложения палеонтологически не охарактеризованы. Строение нижнепалеозойского разреза в этом районе идентично таковому в Нуратинском хребте, где они имеют четкую палеонтологическую характеристику, указывающую на чередование в тектонических чешуях известняково-сланцевых пачек верхнего кембрия–низов нижнего ордовика и песчано-алевро-сланцевых нижнего-среднего ордовика. Но правомочность отнесения таких пачек к бадамчалинской свите в Мальгузар-Туркестанском регионе требует палеонтологического обоснования.

В Мальгузар-Туркестанском регионе разрез предполагаемых аналогов бадамчалинской свиты слагают серые и коричневато-серые разнозернистые полимиктовые алевролиты с глинисто-слюдистым и слюдисто-карбонатно-

кремнистым цементом и аргиллитовые сланцы темно-серого цвета с плитчатой и листоватой отдельностью. Среди сланцев встречаются прослои олигомиктовых (кварцевых) песчаников; в некоторых тектонических чешуях преобладают углисто-кремнисто-слюдистые сланцы черного цвета, состоящие из чередующихся кремнисто-слюдистых и углисто-кремнистых микрослойков. Местами аргиллитовые сланцы содержат прослои доломитовых алевролитов.

По данным М.М.Посоховой, эти песчано-алевро-сланцевые пачки иногда с видимым согласием перекрывают известняково-сланцевые отложения верхнего кембрия. Видимая мощность пачек в чешуях от 170 до 250 м.

Для свиты характерны: преобладание тонкой горизонтально-параллельной слоистости, малая мощность при замедленном непрерывном осадконакоплении, зараженность углеродистым веществом, свидетельствующие о том, что осадконакопление происходило в условиях открытого моря на углубленных участках континентального склона.

Марджанбулакская толща – О *mr.* При проведении геологического доизучения масштаба 1:50 000 на южных и северных склонах гор Мальгузар территории Узбекистана Т.К.Артыковым и др. (2021ф.) выделена марджанбулакская толща, состоящая из трех разновозрастных и разнофациальных отложений: карбонатно-кварц-кремнистых образований верхнего рифея, терригенных пород раннего-среднего ордовика и серых светло-серых мраморов, являющихся, скорее всего, глыбами, возраст которых пока не известен. Эта толща по разрывным нарушениям контактирует с окружающими образованиями. На возвышенностях Марджанбулак её черносланцевые образования являются рудовмещающими. Аналоги марджанбулакской толщи, развитой на одноименной возвышенности в Нуратинском регионе, – только первые два подразделения.

По мнению З.М.Абдуазимовой, нижняя часть толщи, сложенная метасоматически проработанными рифейскими отложениями, принадлежит султанбайской свите R_3, средняя – может быть при детальном картировании подразделена на углеродисто-алевро-сланцевую O_1, алевро-песчаниковую O_2 и грубообломочную конгломерато-гравелито-песчаниковую O_3. По составу и строению разреза нижне-среднеордовикские отложения хорошо сопоставлены с нуратинскими свитами – кансайской O_{1-2}, а грубообломочная – джадырской O_3 (рис. 2). Для расчленения и уточнения возраста этих подразделений требуется новое доизучение.

Вардашская свита – O_{1-2} *vr.* К этому возрасту относятся фаунистически охарактеризованные отложения ордовика, установленные Н.А.Козарем в 1985 г. на западном окончании Туркестанского хребта, на северном и южном склонах Мальгузарских гор и в Чумкартау в басс. р. Зааминсу [12; 13, стр. 69].

По данным Н.А.Козыря и В.В.Михайлова, вардашская свита сложена темно-серыми угле-

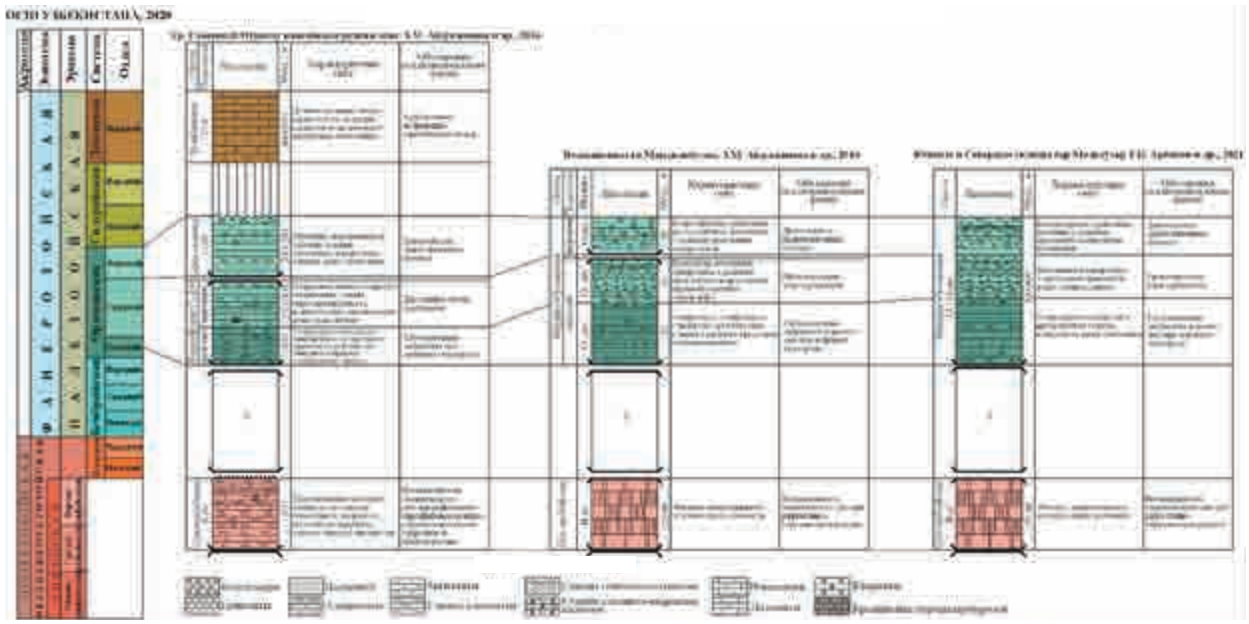


Рис. 2. Сопоставления подразделений марджанбулакской толщи гор Мальгузар с её аналогами в западной части хр. Северный Нуратау.

родисто-слюдисто-глинистыми и альбит-кварц-слюдистыми сланцами, зеленовато-серыми кварц-слюдистыми алевролитами и песчаниками с подчиненными прослоями кремнистых пород и алевритистых известняков. Мощность 1200 м. Нижний контакт с верхнекембрийскими отложениями согласный, верхний – неясный.

На территории Узбекистана свита изучалась А.Н.Голиковым и др. (1988ф., 1991ф.) и Т.Н.Новиковой и др. (1994ф.). В результате она была охарактеризована граптолитами и хитинозоями, обосновывающими нижне-среднеордовикский возраст отложений. Примечательно, что А.Н.Голиков по граптолитам подразделил эти отложения на три свиты: акчапканскую O_1^1, алмалынскую O_1^2 и акмуллинскую O_2 (рис. 3). На геологической карте Узбекистана масштаба 1:500 000 [12] эти свиты объединены под одним индексом O_{1-2} с указанием, что они по площади не были откартированы и описывались А.Н.Голиковым только по местонахождениям граптолитов. Вероятно, при крупномасштабном картировании эти свиты могли бы быть откартированы.

Литологический и палеонтологический состав выделенных А.Н.Голиковым свит близок к ордовикским свитам, развитым в Нуратинских горах.

Акчапканская свита – O_1^1 t *ak,* сложенная темно-серыми и зеленовато-серыми аргиллитовыми сланцами и алевролитами, составляет низы вардашской и является возрастным аналогом тремадокской части каракушской свиты $Є_3$-O_1.

Алмалынская свита – O_1^2-O_2^1 *al* аренига, состоящая из глинисто-карбонатных и хлорит-кварцевых сланцев, переслаивающихся с алевритистыми известняками и песчаниками, может быть сопоставлена с актоякской O_{1-2} (бадамчалинской) свитой, выделенной в Южном Нуратау.

Акмуллинская свита – O_2 *ak* лланвирна, сложенная алевролитами, переслаивающимися с полимиктовыми и кварцевыми песчаниками и сланцами с редкими прослоями гравелитов, по граптолитам сопоставляется с низами илончисайской свиты.

По А.Н.Голикову, границы указанных свит согласные, за исключением не установленной верхней границы акмулинской свиты. Общая мощность ордовикских отложений 2260 м (А.Н.Голиков и др., 1991ф.). Вызывают сомнение слишком большие мощности для свиты – 1260, 750, 250 м. Вероятно, исследователями не учитывались складчатость и повторяемость слоев, характерные для складчато-чешуйчатого строения разрезов. Но собранный этими исследователями богатый палеонтологический материал свидетельствует о том, что в западной части Туркестанского хребта обнажается в непрерывной последовательности разрез нижнего и среднего ордовика в объеме граптолитовых

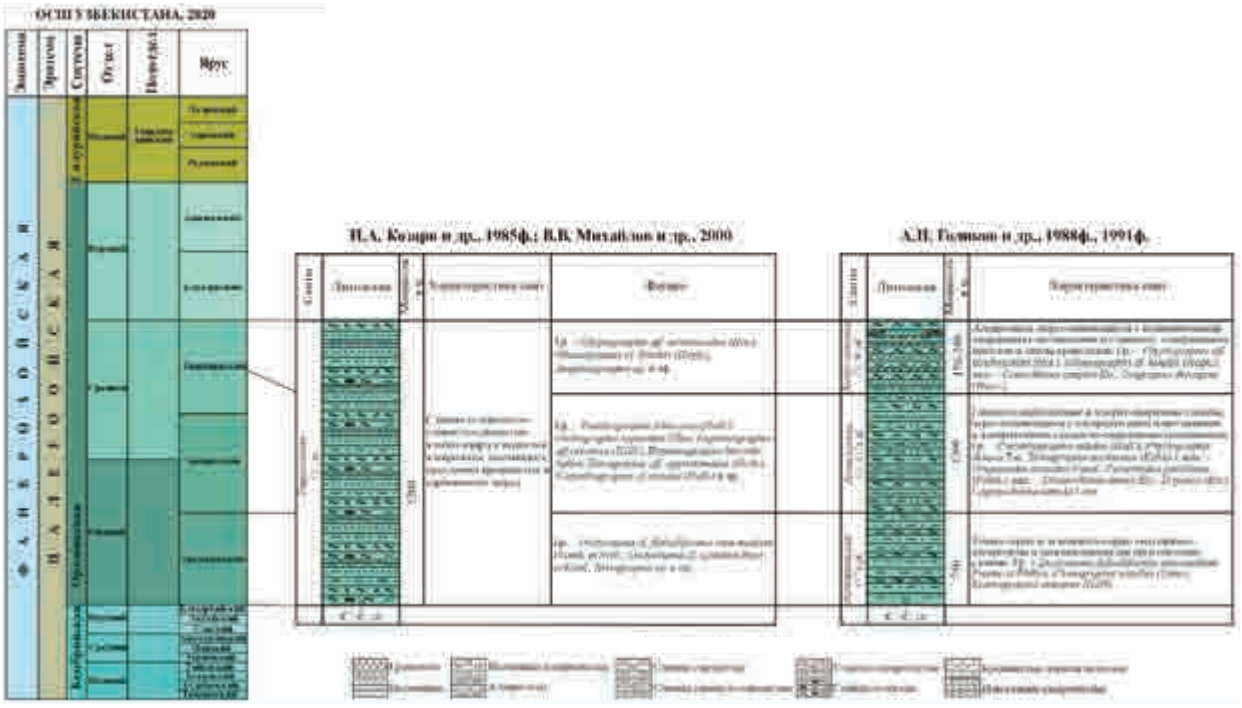


Рис. 3. Сопоставления ордовикских местных стратиграфических подразделений (свит) Мальгузар-Туркестанского региона, по данным разных исследователей.

зон от *Rhabdinopora (Dictyonema) flabelliformis* (нижний тремадок) до *Glyptograptus teretiusculus* (лланвирн), что весьма важно для реконструкции сводного разреза ордовика Узбекистана. На западе в Кызылкумо-Нуратинском регионе аналогичные ордовикские отложения обнажаются, в основном, фрагментарно, обычно в нарушенных тектоникой разрезах в чешуйчато-складчатых структурах. Последующими работами по геологическому доизучению площади эти подразделения должны быть откартированы и увязаны с аналогами местных стратиграфических подразделений Нуратинских гор, четко определив их объемы, мощности и взаимоотношения.

Силурийская система

В Мальгузар-Туркестанском регионе отложения этого возраста распространены довольно широко и представлены терригенными и терригенно-вулканогенными образованиями. По составу и строению разрезов они ничем не отличаются от таковых, развитых в Нуратинском хребте, но имеют разные с ними наименования и другие объемы.

В конце 60-70-х годов прошлого столетия силурийские отложения в Туркестанском регионе были расчленены таджикскими геологами на кштутдакскую – S_1l_{1-2}, падакскую – S_1l_3, гарибакскую – S_1v-S_2ld свиты. Позднее в западной части Туркестанского хребта, расположенной на территории Узбекистана, А.Н.Голиковым и др. (1988ф.) проводилось биостратиграфическое изучение ордовикских и нижнесилурийских отложений, в результате работ которых силурийские отложения были палеонтологически охарактеризованы богатым комплексом граптолитов, детально расчленены и выделены в ряд свит под другими названиями и объемами: ойбадамскую – S_1l_1, гуралашскую – $S_1l_2^1$, беркутлинскую – $S_1l_2^2$, урюклинскую – S_1l_3, дугабинскую – S_1v, кульсуйскую – S_1v_2, аукарчагайскую – S_2ld. Практически каждая свита соответствовала одной-двум граптолитовым зонам нижнего и верхнего силура, установленным в зональном стандарте ОСШ Узбекистана (З.М.Абдуазимова и др., 1989ф., 1994-1996ф.). Эти свиты получили дополнительную палеонтологическую характеристику в 1993-1995 гг. в результате биостратиграфических исследований Г.В.Пяновского (1995ф.), который указывал на сходство образований этих свит со свитами, развитыми в Нуратинском хребте, – накрутской – S_1l_1-l_3^2 и наукатсайской – S_1v (рис. 4).

Выделенные в Мальзузар-Туркестанском регионе свиты соответствовали одной, двум и трем граптолитовым зонам, которые без палеонтологических данных трудно распознаются. По мнению авторов статьи, их целесообразно рассматривать и картировать как накрутская – S_1l_1-l_3^2 *nk*, джазбулакская – $S_1l_3^3$ *dž*, наукатсайская – S_1v *nkt* и карачатальская – S_2 ld *krč*.

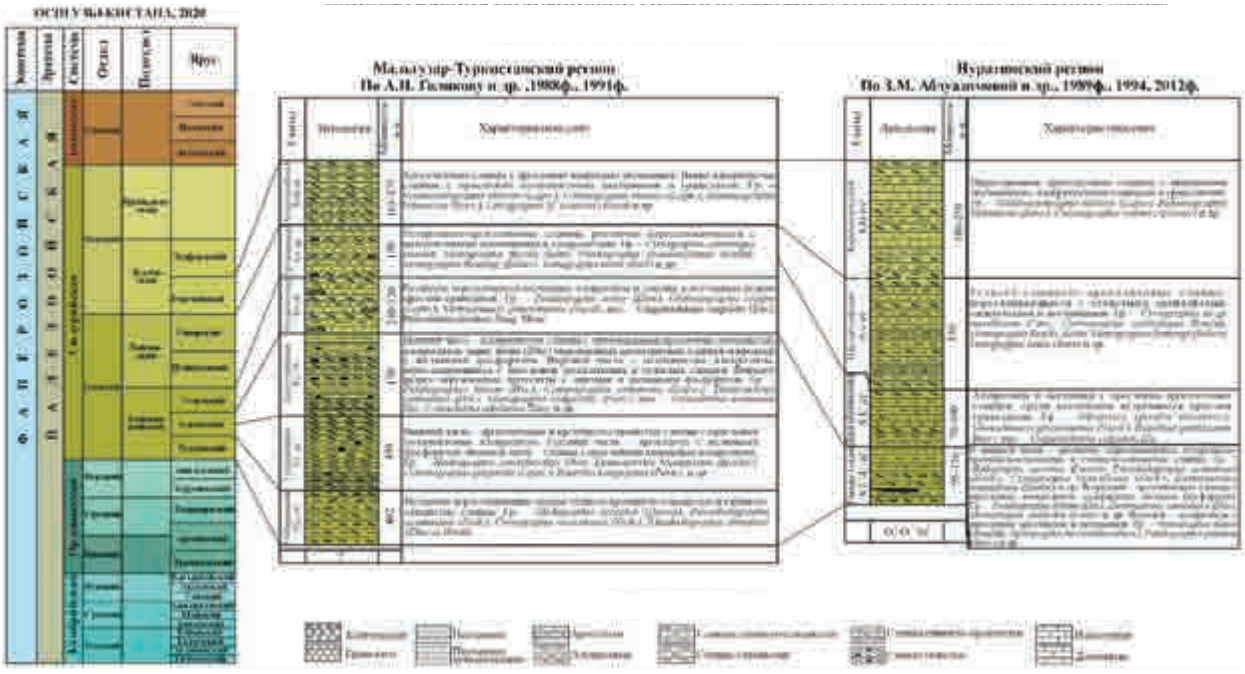


Рис. 4. Сопоставления силурийских местных стратиграфических подразделений (свит) Мальгузар-Туркестанского и Нуратинского региона.

Ойбадамская свита – S_1l_1 *ob* сложена ритмично переслаивающимися черными углисто-кремнисто-слюдистыми и глинисто-слюдистыми сланцами. Мощность, по А.Н.Голикову, 492 м (явно, без учета чешуйчато-складчатого строения разреза). В Нуратинских разрезах этот уровень имеет мощность не более 50-100 м. Породы содержат в большом количестве граптолиты, характерные для зон *Akidograptus acuminatus – Cystograptus vesiculosus*. Нижний контакт не установлен, верхний – условно согласный с гуралашской свитой.

Описываемые отложения – полный аналог низов накрутской свиты – $S_1l_1^1$ в Нуратинских горах.

Гуралашская свита – $S_1l_2^1$ *gr* представлена серыми, черными аргиллитовыми и кремнисто-слюдистыми сланцами с прослоями зеленовато-серых алевролитов. Среди сланцев наблюдается горизонт аргиллитов с фосфоритами и мощностью 10-12 м. Мощность, по А.Н.Голикову, 450 м (с учетом складчатости 70-90 м). Породы содержат граптолиты низов среднего лландовери – зоны *Demirastrites triangulatus – Coronograptus gregarious*.

По литологическим и палеонтологическим особенностям, гуралашская свита – аналог средней части накрутской свиты, соответствующей низам среднего лландовери.

Беркутлинская свита – $S_1l_2^2$ *br* сложена серыми, зеленовато-серыми алевритистыми сланцами и черными аргиллитами, включающими линзы и желваки фосфоритов, переслаивающимися с темными углистыми и кремнистыми сланцами. Мощность, по А.Н.Голикову, 300 м; в Северном Нуратау в басс. р. Санзар у самой границы листов в 3-4 раза меньше (З.М.Абдуазимова и др., 1989 ф., 1996ф.). Породы содержат граптолиты верхов среднего лландовери в объеме двух граптолитовых зон – *Demirastrites convolutus* и *Monograptus sedgwickii*. По А.Н.Голикову (1988ф.), нижние контакты не ясные, верхние – согласные с урюклинской свитой. Свита является аналогом средней части накрутской свиты в хр. Северный Нуратау.

Урюклинская свита – S_1l_3 *ur* представлена ритмично чередующимися полимиктовыми, реже, кварц-полевошпатовыми зеленовато-серыми песчаниками, алевролитами и аргиллитовыми сланцами темно-серого цвета. Среди песчаников встречаются прослои вулканомиктовых разностей и гравелитов с обломками кварцитов, кварца, кислых и средних эффузивов. Мощность, по А.Н.Голикову, 760-1114 м; в нуратинских разрезах – 240-320 м. Породы свиты охарактеризованы граптолитами верхнего лландовери в объеме 3-х зон – *Spirograptus minor, Spirograptus turriculatus – Globosograptus crispus, Oktavites spiralis.*

По литологической и палеонтологической характеристикам, нижняя и средняя части разреза урюклинской свиты являются точными аналогами верхов накрутской свиты Нуратинских гор, а её верхняя часть джазбулакской – $S_1l_3^3$.

Дугабинская свита – S_1v *dg* сложена темно-серыми и черными углеродисто-аргиллитовыми сланцами, ритмично переслаивающими с серо-зелеными полимиктовыми песчаниками и алевролитами. Мощность, по А.Н. Голикову и др. (1988ф.), 479 м; в Нуратинских разрезах – до 130 м. Породы содержат комплексы граптолитов, характерные для нижнего и верхнего венлока в объеме граптолитовых зон – *Cyrtograptus murchisoni* и *Testoraptus testis*. Нижний контакт с урюклинской свитой согласный. Верхняя часть свиты, в которой появляются гравелиты, местами выделена А.Н.Голиковым в кульсуйскую свиту – S_1v_2.

По литологическому составу и палеонтологической характеристике дугабинская свита полностью соответствует наукатсайской свите S_1v Нуратинского региона.

Аукарчагайская свита – S_2 ld *ak.* По М.М.Посоховой и др. (1984ф.), свиту слагают черные и темно-серые аргиллитовые сланцы, содержащие прослои кварцевых песчаников. Мощность, по Г.В.Пяновскому (1995ф.), до 175 м. Предполагается, что нижний контакт – видимое согласие с венлокскими отложениями. Свита охарактеризована граптолитами нижнего лудлова в объеме зоны *Neodiversograptus nilssoni*. Аукарчагайская свита соответствует карачатальской свите Южного Нуратау.

Несомненно, аналогичная ситуация существует и для подразделений девона и карбона. Но на данном этапе исследований решение проблемы соответствия картируемых подразделений этого возраста Мальгузар-Туркестанского и Кызылкумо-Нуратинского регионов требует специализированных детальных биостратиграфических исследований на современном уровне знаний стратиграфии складчатых областей. Это дело будущего!

ВЫВОДЫ

1. В результате анализа имеющегося фактического материала по стратиграфии и геологическому строению палеозойских отложений Мальгузар-Туркестанского регионе точнены и пересмотрены некоторые основополагающие представления о строении палеозойских разрезов и составе картируемых местных стратиграфических подразделений – свит, толщ.

2. Установлено, что на востоке Узбекистана в Чумкартау, Мальгузарских горах и Туркестанском хребте обнажаются те же самые отложения, что и в Нуратинском регионе. Но на существующих геологических картах они обозначены в несколько ином объеме и под другими названиями свит, отличительной чертой которых являются слишком большие мощности по сравнению с Нуратинскими подразделениями. Причиной этого является недоучет складчато-чешуйчатого строения разрезов, характеризующихся неоднократным повторением одних и тех же фрагментов или включением в разрезы свит отложений другого возраста и генезиса.

3. Пересмотр объемов Мальгузар-Туркестанских свит должен быть осуществлен с учетом генетических особенностей пород и прямого сравнения с Нуратинскими хорошо изученными картируемыми подразделениями этого возраста.

4. При построении геолкарты Узбекистана масштаба 1:200 000 необходимо осуществить генерализацию картируемых стратиграфических подразделений палеозоя со свитами, развитыми на сопредельной на западе Нуратинской площади, обладающих общностью седиментационных и диагенетических признаков, отражающих единые или близкие физико-географические условия их формирования.

5. Решение некоторых проблем – дело будущего. Среди них еще не решены вопросы, связанные с уточнением единства Мальгузарских и Нуратинских стратифицированных карбонатных подразделений девонского и каменноугольного возраста.

6. Особого внимания требует изучение микститовых комплексов в Мальгузар-Туркестанском регионе, которые могут быть индикаторами определенных геодинамических обстановок, связанных с разными полезными ископаемыми.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Абдуазимова З.М., Козарь Н.А., Хайруллина Т.И.* Новые данные о кембро-ордовикских отложениях южных склонов Туркестанского хребта // ДАН Таджикской ССР. - 1983. - Т. XXVI. - № 10. - С. 641-644.

2. *Абдуазимова З.М., Александрова Н.В., Головашева Э.Н., Усманов Р.Р., Асатуллаев Н.Р.* Стратиграфия и фации силура хр. Северный Нуратау в свете новых данных // Узб. геол. журн. - 1994. - № 2. - С. 3-9.

3. *Абдуазимова З.М., Абдуллаев Р.Н.* Фациально-генетические типы разрезов нижнего палеозоя Нуратинских гор // Мат-лы Республ. науч.-практ. конф. - Т.: НУУз, 2009. - С. 19-23.

4. *Абдуазимова З.М., Колдибеков О.Я., Колоскова С.М.* Глобальные и региональные события в неопротерозойской и раннепалеозойской истории Палеоазиатского океана и их влияние на эволюцию литобиосферы и рудогенез. - Т.: ГУ «ИМР», 2020. - 174 с.

5. *Абдуазимова З.М., Колдибеков О.Я., Абдуазимова И.М.* Специфика и проблемы разработки опорных легенд к геологическим картам покровно-складчатых областей Тянь-Шаня в Узбекистане // Геология и минеральные ресурсы. - 2023. - № 4. - С. 10-22.

6. *Абдуазимова З.М., Колдибеков О.Я.* Нуратинский феномен в додевонских разрезах Кызылкумов // Геология и минеральные ресурсы. - 2023. - № 6. - С. 3-13.

7. *Абдуллаев Р.Н., Борисов О.М., Абдуазимова З.М., Ахмеджанов М.А., Пяновская И.А., Пятков К.К.* Кембрий Южного Тянь-Шаня // Советская геология. - 1977. - № 6. - С. 20-31.

8. *Ахмеджанов М.А., Абдуллаев Р.Н., Борисов О.М.* Нижний палеозой Срединного и Южного Тянь-Шаня. - Т.: Фан, 1979. - 151 с.

9. *Журавлева И.Т., Репина Л.Н., Яскович Б.В., Хайруллина Т.И., Поникленко И.А., Лучинина В.А.* К познанию раннего кембрия Южного Тянь-Шаня. - Т.: Фан, 1970. - 70 с.

10. *Кухтиков М.М., Черенков И.Н.* О «кембрийских» отложениях северного склона Туркестанского хребта // ДАН Таджикской ССР. - 1960. - Т. 3. - № 1. - С. 3-6.

11. *Миркамалов Р.Х., Диваев Ф.К. и др.* Геологическая карта Республики Узбекистан масштаба 1:50000. - Т.: ГУ «ИМР», 2023. - 226 с.

12. *Михайлов В.В. и др.* Геологическая карта Узбекистана масштаба 1:500000 и объяснительная записка «Стратифицированные и интрузивные образования Узбекистана». - Т.: ИМР, 2000. - 542 с.

13. Стратиграфический словарь Узбекистана / Под ред. *З.М.Абдуазимовой*. - Т.: ГИДРОИНГЕО, 2001. - 580 с.

14. *Яскович Б.В.* Кембрий Южного Тянь-Шаня. - Т.: Фан, 1968. - 82 с.

© N.E.Saitov, U.D.Mamarozikov, 2025

N.E.Saitov, U.D.Mamarozikov

QIZILMACHIT PALEOVULQONI JINSLARINING PETROGRAFIK XUSUSIYATLARI



Saitov Nuriddin Erkin o‘g‘li – H.M.Abdullayev nomidagi geologiya va geofizika instituti tayanch doktoranti. E-mail: saitov_nuriddin@mail.ru



Mamarozikov Usmonjon Dovronovich – Geologiya fanlari universiteti professori, g.-m.f.d. E-mail: udmamarozikov@rambler.ru

Kirish. Qizilmachit paleovulqonining ertakarbon yoshidagi vulkanogen formatsiyalari vulkanik orollarga yaqin sharoitda vujudga kelgan. Buni vulqon jinslarni dengiz cho‘kindilari – terrigen va karbonat jinslar qatlamlari bilan ritmik almashinib yotganligi tasdiqlaydi. Vulqon faolligining namoyon bo‘lishi turlicha kechganligi (uning mahsulotlarini otilib yoki oqib chiqishi) tuf, tufobrekchiya, aglomeratlar (eksploziv fatsiya), lava va lavobrekchiyalar (effuziv fatsiya), eruptiv dayka va inyeksion tuffizitlar (ekstruziv fatsiya) kabi vulqon jinslarining har-xil fatsiyalarini shakllanganligi bilan ifodalangan. Yerning chuqur qismidan yer yuzasiga portlab otilib yoki oqib chiqishi natijasida hosil bo‘lgan vulqon mahsulotlari bilan bir qatorda yer yuzasiga chiqmagan vulqon jinslari (subvulkanik fatsiya) ham keng tarqalgan. Mintaqadagi barcha paleovulqon qurilmalarida andezit-datsit va riolit porfirlarning ko‘p sonli sill va yirik lakkolitsimon tanalari uchraydi [7]. Ushbu maqolada yuqoridagi jinslarning petrografik xususiyatlari makroskopik, mikroskopik va mikrozond tekshiruv usullari yordamida o‘rganilib yoritilgan.

Bazalt, andezibazalt, andezit, andezidatsitlar va ularning tuflari. Qizilmachit paleovulqoni mahsulotlarining umumiy petrofondida asos va o‘rta tarkibli jinslar nordon vulkanogen-piroklastik jinslarga nisbatan kam tarqalgan.

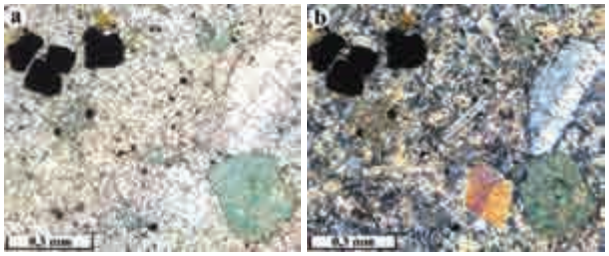
Bazaltlar asosan massiv, ba’zan bodomsimon teksturalarga ega. To‘liq kristallashmagan asos massasidan plagioklazlar, kam hollarda amfibollarning kuchli o‘zgarishga uchragan – epidotlashgan va xloritlashgan porfir donalari ajralib turadi.

Tog‘ jinsining asosiy massasi (bazisi) mikrolitli, gialopilitli, intersertal strukturalarga ega. Aksariyat hollarda intensiv xloritlashgan, karbonatlashgan.

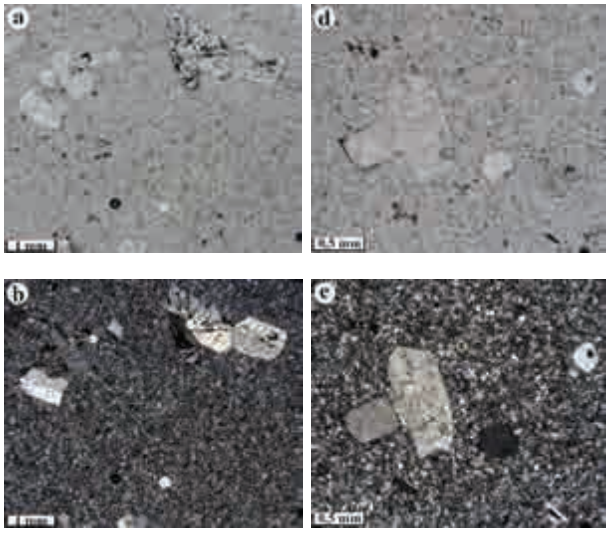
Qizilmachit paleovulqoni ***andezibazaltlari*** porfirli ko‘rinishga ega. Porfir ajralmalari sossyuritlashgan plagioklazdan va xloritga aylangan amfibol psevdomorfozalaridan iborat, shuningdek, oksidlangan sulfid minerallari donalarining uyasimon to‘plamlari uchraydi.

Andezibazaltlarning chala kristallashgan asosiy massasida plagioklazning ingichka prizma shaklidagi leystlari (mikrolitlari) tartibsiz joylashgan. Ularni orasida amfibol mikrolitlari bo‘yicha rivojlangan xlorit-karbonatli ikkilamchi mineral agregatlaridan rivojlangan (1-rasm). Asosiy massasida gialopilitli, mikrolitli strukturalar tez-tez uchraydi.

Kvarsli andezitlar ham ko‘pincha porfirli strukturaga ega. Fenokristallari sossyuritlashgan plagioklazdan iborat bo‘lib, u kvars fenokristallariga nisbatan 5-6 marta ko‘p. Umuman tog‘ jinsi hajmida plagioklaz+kvarsli porfir ajralmalari 20-25% atrofida. Amfibolni porfir donalari juda siyrak (2-3%) tarqalgan. Ayrim hollarda u xloritga to‘liq o‘zgargan (2-rasm). Asos massasida ushbu minerallarning mikrolitlari bilan birga qisman vulkanik shisha mavjud, shuning uchun uning strukturasini chala kristallangan, mikrolitli deb ta’riflash mumkin.



1-rasm. Andezibazaltning petrografik xususiyatlari. Shlif № KM-37. ***a*** va ***b*** – tog‘ jinsining asosiy massasi chala kristallashgan, intersertal tuzilishga ega. Porfir ajralmalari xloritlashgan amfibol psevdomorfozalaridan va plagioklazdan iborat. Unda ma’danli minerallar uyasimon to‘plamlar hosil qilgan; ***a*** – parallel nikollarda tasvirga olingan, ***b*** – kesishgan nikollarda.



2-rasm. Kvarsli andezit. Shlif № KM-150. Tog‘ jinsidagi siyrak mikroporfir ajralmalar plagioklaz va kvarsdan iborat; asosiy massasi gialopilitli tuzilishga ega – unda vulqon shishasi mikrolitlardan ko‘proq; ***a*** va ***d*** – parallel nikollarda tasvirga olingan, ***b*** va ***e*** – kesishgan nikollarda.

Qizilmachit paleovulqonidagi ba’zi andezidatsitlar mikroporfirli strukturaga ega. Asos massasi chala kristallangan, unda vulkanik shisha mikrolitlarga nisbatan yaqqol ustunlik qiladi. Unda mikropegmatitning ksenolitlari aniqlangan (3-rasm). Ushbu paleovulqonda ularning eksploziv fatsiyasiga mansub yirik bo‘lakli tuflar ehtimoliy vulqon otilish markazlari (bo‘g‘zilari) va parazit kanallari atrofida aniqlangan. Bo‘laklarining katta-kichikligiga ko‘ra tufogen jinslar yirik bo‘lakli (2-10 mm), o‘rta bo‘lakli (0,1-2 mm) va mayda bo‘lakli (0,01-0,1 mm) ga bo‘linadi.

Eksploziv fatsiya jinslari turli xil bo‘lib, tufolavalardan, ignimbritlardan, lavobrekchiyalardan, aglomeratli lavalardan iborat, ya’ni ular vulqon jarayonlarini kuchli portlashlar bilan kechganligidan, lavalarini o‘ta qovushqoqligidan dalolat beradi.

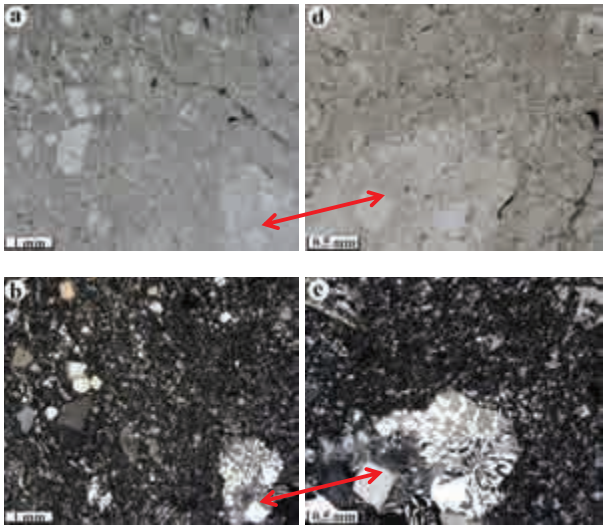
Biz «tufolava» atamasini izohlashda B.S.Koptev-Dvornikov v.b. [4] ta’rifiga asoslanamiz, ya’ni bu jinslar flyuidal teksturali o‘rta va nordon lavalardan iborat bo‘lib, ularning ichida xuddi shu tarkibli lavaning bo‘laklaridan tuzilgan linzalar, qatlamchalar uchraydi. Ularni hosil bo‘lish jarayonlarini lava oqayotgan vaqtda chuqurda hosil bo‘lgan porfir ajralmalarini va lavaning yuzasini tez sovub qotishidan shakllangan vulkanik shishalarni sinishi va maydalanishi bilan izohlash mumkin.

Tuflar – vulqon bo‘gziga nisbatan tarqalishiga ko‘ra uchta zonaga xos bo‘lgan turli xil piroklastolitlardan iborat: vulqon bo‘g‘zi atrofi, oraliq (vulqon konusining yon bag‘irlari) va vulqon bo‘g‘zidan uzoqda [5]. Vulkanitlarning asosiy massasi, ayniqsa piroklastlar, ular shakllanishidan boshlab eroziyaga uchraganligi sababli, biz ushbu jinslar otilish markazidan unchalik uzoq bo‘lmagan masofada joylashgan zonalar uchun xarakterli deb taxmin qilamiz.

Bo‘laklarining katta-kichikliligiga ko‘ra tufogen jinslar yirik bo‘lakli (2-10 mm), o‘rta bo‘lakli (0,1-2 mm) va mayda bo‘lakli turlarga ajratiladi.

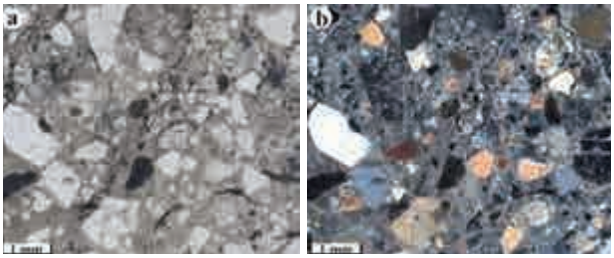
Tuflarning asosiy farqlanuvchi xususiyati ularning bog‘lovchi (sementlovchi) massasining tabiatidir. Tog‘ jinslarining umumiy strukturasi kristalloklastik, litokristalloklastik bo‘lib, ularni tashkil etuvchi bo‘laklarning o‘lchamiga qarab psammitli yoki alevritli, lekin bog‘lovchi massa asosan turli darajadagi erib-toblangan kuldan iborat [2].

Qizilmachit paleovulqoni andezidatsit tarkibli tuffizitlarining (inyeksion tuf) tarkibidagi bo‘laklar plagioklaz va kvarsning o‘tkir qirrali, tartibsiz joylashgan siniqlaridan iborat bo‘lib, ularni orasida ba’zan opatsitlashgan amfibol va biotit kam



3-rasm. Andezidatsit. Shlif № KM-155. Tog‘ jinsidagi siyrak mikroporfir ajralmalar plagioklaz va kvarsdan iborat; asosiy massasi gialopilitli tuzilishga ega – unda vulqon shishasi mikrolitlardan ko‘proq. Mikropegmatitning ksenolitlari mavjud; ***a*** va ***d*** – parallel nikollarda tasvirga olingan, ***b*** va ***e*** – kesishgan nikollarda.

miqdorda uchraydi. Sementlovchi massasi kremniylashgan vulqon kulidan iborat (4-rasm).



4-rasm. Andezidatsit tarkibli tuffizit (inyeksion tuf). Shlif № KM-172. Kristallarning o‘tkir qirrali siniqlari (klastlar) kvars va plagioklazdan iborat; ba’zan opatsitlashgan amfibol va biotit uchraydi; ***a*** – parallel nikollarda tasvirga olingan, ***b*** – kesishgan nikollarda.

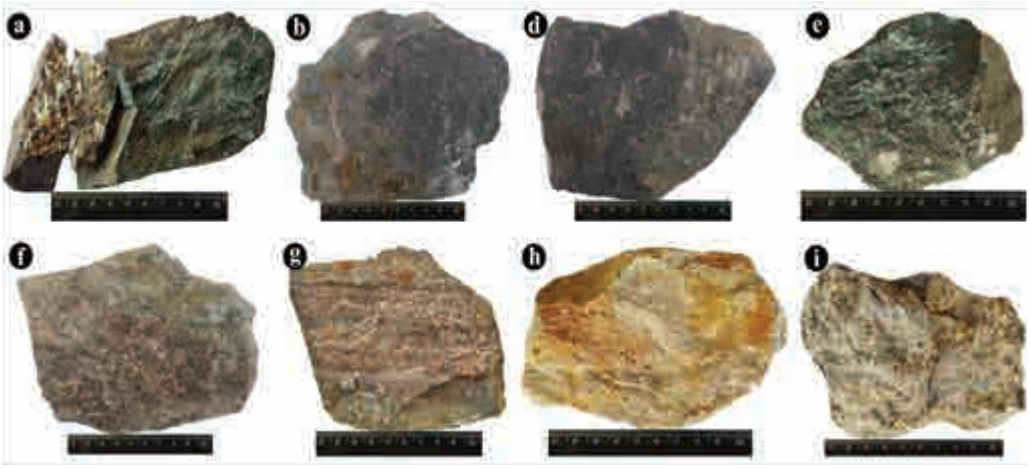
Datsit, riodatsit, riolitlar va ularning tuflari. Qizilmachit paleovulqoni vulqon bo‘g‘zi fatsiyasiga mansub nordon vulkanitlar morfologiyasiga ko‘ra murakkab kesuvchan tanalarni (nekk va ularga aloqador sinvulqon daykalar) tashkil etgan, tarkibi jihatidan inyeksion aglomeratli lavalar, lavobrekchiyalar, tufobrekchiyalar, riolit-porfirlar, sferolit-porfirlar, kvarsli keratofirlardan iborat (5-rasm). Ularni ikki guruhga bo‘lish mumkin: vulkanoklastik daykalar va vulkanoklastik mahsulotlardan tashkil topgan nekklar. Ushbu tog‘ jinslaridan tashqari, felzit va riolit-porfirlardan tashkil topgan har-xil o‘lchamli ekstruziv gumbazlar ham uchraydi.

Sangardak va Qizilmachit darasida vulkanoklastik jinslardan iborat radial daykalar mavjud. Ular planda yarim halqa shakliga ega, odatda inyeksion tuflar, tufolavalar, lavobrekchiya va tufobrekchiyalar tashkil etilgan [2]. Nordon vulkanogen-bo‘lakli jinslardan iborat kesimlarni tahlil qilish shuni ko‘rsatdiki, vulkanoklastik daykalar kesimlarning o‘rta qismlarga ko‘proq xosdir. Odatda, ular dizyunktiv buzilishlarning yo‘nalishiga bog‘liq emas. Ularning fazoviy joylashuvida aniq qonuniyatlar mavjud emas. Ba’zi hollarda ular vulqon otilishi markazidan radial ravishda tarqaladi. Ularning qalinligi 0,5 metrdan 5 metrgacha o‘zgarib turadi.

Qizilmachit paleovulqonida nordon tarkibli afanitli tuzilishga ega flyuidal lavalaridan tashkil topgan sinvulqon daykalar keng tarqalgan. Ular chala kristallashgan massasini mineralogik tarkibi quyidagicha: kvars, kaliyli dala shpati, plagioklaz, biotit, xlorit, ma’danli minerallar. Bundan tashqari, dala shpat-kvarsli sferolitlar tez-tez uchraydi. Subvulqon va ekstruziv fatsiyalariga mansub nordon vulkanitlarning petrofondi ham riolitlar, kvarsli keratofirlar, granit-porfirlar, felzit-porfirlar, sferolit-porfirlardan iborat. Ularga Qizilmachit paleovulqoniga mansub gipabissal tanalaridan biri bo‘lgan Shirt subvulqon massivini misol qilish mumkin. Uzoq vaqt davomida ushbu subvulqon massiv monogen intruziv tana sifatida qaralgan. Biroq, tadqiqotlar uni Qizilmachit paleovulqoni faolligining bir nechta impulslarini namoyon bo‘lishi natijasida nihoyatda murakkab ichki tuzilishga egaligini ko‘rsatdi (1-jadval).

Har bir impulsga tegishli tog‘ jinslarining tarkibi bir-biridan biroz farq qiladi. Shunga qaramasdan, ular orasida aniq kontaktlar qayd etilgan.

Subvulqon tanalarning ko‘pchiligi tartibsiz daykasimon, shtoksimon, lakkolitsimon tanalar shakllariga ega. Odatda katta massivlarning chekka qismlari bir qancha apofizalarga bo‘linadi hamda qamrovchi jinslarning qatlamlararo «choklari»



5-rasm. Qizilmachit paleovulqoni petrofondini tashkil etuvchi vulkanitlarning va ular bo‘yicha rivojlangan ikkilamchi kvarsitlar va kvars-seritsit-xloritli metasomatitlarning shtuflari: ***a*** – bazalt (shtuf № KM-245); ***b*** – andezidatsit (shtuf № KM-155); ***d*** – riodatsit-porfir (shtuf № KM-147); ***e*** – riolit tarkibli tufoqumtosh (shtuf № KM-36); ***f*** – kaliyli riolit (shtuf № KM-145); ***g*** – kaliy-natriyli riolit (shtuf № KM-213); ***h*** va ***i*** – riolit bo‘yicha rivojlangan ikkilamchi kvarsit (**h**, shtuf № KM-33) va kvars-seritsit-xloritli metasomatit (***i***, shtuf № KM-9).

1-jadval

Janubi-g‘arbiy Hisorda subvulkanik intruzivlarning hosil bo‘lish ketma-ketligi [2]

Impuls	Tog‘ jinsi	Joy nomi
γ_1^1	Kvarsli keratofirlar, riolitlar (kvarsli porfir), granit-porfirlar	Vaxshivor, Zoy, Qizildara, Gotxaki subvulqon massivlari
γ_1^2	Mumsimon (surguch) tusli kvarsli keratofirlar	Vaxshivor, Zoy, Qizildara, Gotxaki subvulqon massivlari
γ_1^3	Riolitlar (kvarsli porfir), flyuidal felzitlar (qizg‘ish riolit (kvarsli porfir) lar)	Oqsuv, Vaxshivor, Qizildara va boshqa subvulqon massivlar
γ_1^5	Avtogumbazli brekchiyalar, riolitlarning (kvarsli porfir) intruziv (inyeksion) tufolavalari	Oqsuv, Vaxshivor, Qizildara va boshqa subvulqon massivlar
γ_1^4	Sferolitli porfirlar	Vaxshivor, Qizilmachit va boshqa subvulqon massivlar

bo‘yicha joylashgan. Tektonik jihatdan subvulkanik intruziyalar asosan vulqon depressiyalarining chekka qismlari, kamroq darajada ularning markazlari bilan chegaralangan. Shu bilan birga, ularning joylashuvi chuqur yer yoriqlari zonalari bilan chambarchas bog‘liq bo‘lib, uzun o‘qlari bo‘ylab cho‘zilgan.

Ayrim tadqiqotchilar [6] ekstruziv subvulkanik jinslarni, vaxshivor svitasining effuziv jinslari bilan yaqin genetik bog‘liqligiga asoslanib, ularni vulqon-plutonik assotsiatsiyalar deb hisoblashni taklif etgan.

Datsit va riodatsitlar. Ular Qizilmachit paleovulqonida eng keng tarqalqan vulkanitlar hisoblanadi. Tog‘ jinslarida massiv va flyuidal teksturalar kuzatiladi. Strukturalari – porfirli, felzitli, gialopilitli, shishasimon. Kaliy-natriyli seriyaga tegishli riodatsitlarda shishasimon massa – mikroperlit ajralmalarining va vulkanik shishaning devitrifikatsiyasi (qayta kristallanishi) sababli shakllanhan mikrosferolitli struktura ham kuzatiladi. Mikroskop ostida ularni kvars, o‘zgarishga uchragan plagioklazlardan, kam hollarda kuchli o‘zgarishga uchragan amfibollar, ma’danli minerallar, karbonat va xloritlardan tashkil etilganligini ko‘rish mumkin. Qizilmachit paleovulqonida eng keng tarqalqan vulkanitlarning salik va femik jins hosil qiluvchi minerallari, vulkanik shisha va ularni ichida qamalib qolgan fluidli mikroajralmalar va nanokristlarning mikrozond natijalari 2-4-jadvallarda keltirilgan.

Ba’zi hollarda mikroperlit shaklidagi vulqon shishasi bilan birga kvars-dala shpatli massani – mikrofelzitli strukturani hosil qilgan (6-rasm). Tog‘ jinsi porfir ajralmalari seritsitlashgan, karbonatlashgan chetlari yedirilgan prizma shaklidagi plagioklaz hamda pelitlashgan ortoklaz kristallaridan, yumaloqlangan, kristallografik qiyofasini deyarli to‘liq shakllantira olgan kvarsning siyrak donalaridan va tarqoq sulfid minerallaridan iborat (6-rasm). Shu bilan birga, porfir ajralmalarida qirralari nisbatan silliqlangan, yumoloqlangan kvars donalari uchraydi.

2-jadval

Qizilmachit paleovulqonining (Janubiy O‘zbekiston) vulkanogen-cho‘kindi jinslaridagi dala shpatlarining mikrozond tahlil natijalari, %

Tog‘ jinsining nomi va namuna raqami	n	SiO_2	Al_2O_3	FeO*	MnO	CaO	Na_2O	K_2O	BaO	Jami
Plagioklaz										
Kaliy-natriyli riolitning gialoklastli lavasi, KM-12	1	62,99	22,73	2,38	0	2,27	5,28	4,35	0	100
Slaneslashgan tuf, KM-56	2	64,80	23,19	0	0	3,46	7,85	0,68	0	99,98
Riolit bo‘yicha rivojlangan ikkilamchi kvarsit, KM-64	3	67,63	19,65	0,9	0	0,83	10,69	0	0	100
Kaliy-natriyli riolitning vitroklastik tufolavasi, KM-66	3	68,85	19,63	0,21	0	0,76	9,69	0	0	99,14
Kaliyli riolit, KM-80	2	67,53	19,30	0,48	0	1,32	9,86	1,14	0	99,63
Nordon tarkibli inyeksion tuffizit daykasi, KM-219	1	67,01	19,51	0	0	1,30	11,62	0	0	99,99
Kaliy-natriyli dala shpati										
Kaliy-natriyli riolit, KM-16/1	1	60,03	25,04	1,38	0	0	2,74	10,81	0	100
Riolit eruptiv daykasi, KM-19	2	68,4	16,82	0	0	0	4,94	7,7	0	98,22
Kaliy-natriyli riolit, KM-35	1	51,69	32,99	1,73	0	2,31	0	10,79	0	100
Kaliy-natriyli riolitning vitroklastik tufolavasi, KM-66	2	59,72	25,29	0,74	0	0,79	0,92	12,61	0,39	100,46
Riolitning eruptiv brekchiyasi, KM-132	1	58,07	32,78	2,12	0,91	0	0	6,12	0	100

Izoh. Bu jadvalda va bundan keyingi jadvallarda FeO* = FeO+Fe_2O_3; n – tahlillar soni; CO_2 va H_2O miqdorlari aniqlanmagan. Mikrozond tahlillari Jeol-8800R (Yaponiya) elektron mikroanalizatorida H.M. Abdullayev nomidagi Geologiya va geofizika institutida bajarilgan. Riolit eruptiv daykasi (KM-19) va kaliy-natriyli riolit (KM-35) kaliy-natriyli dala shpatlarida Cr_2O_3 qo‘shimta sifatida aniqlangan (mos ravishda – 0,35% va 0,50%); ikkilamchi kvarsit (KM-64) plagioklazlarida stronsiy uchraydi (SrO – 0,31%); kaliy-natriyli riolitning (KM-66) vitroklastik tufolavasidagi kaliy-natriyli dala shpatlarida oltingugurt (SO_3 – 0,13%), xlor (Cl – 0,08%) va rux (ZnO – 0,24%) mavjud; nordon tarkibli inyeksion tuffizit daykasi (KM-219) plagioklazlarida ba’zan mis (CuO – 0,55%) qo‘shimta sifatida aniqlangan.

Kaliyli seriyaga mansub riodatsit-porfirlarda ro-govaya obmankaning cho‘ziq, ingichka rombsimon (birlamchi amfibol) kristallari o‘rnida shakllangan ikkilamchi amfibol – aktinolitning psevdomorfozalaridan iborat porfir ajralmalar kuzatiladi (7-rasm).

Shu bilan birga, porfir ajralmalarida kristallografik qiyofasini deyarli to‘liq shakllantira olgan kvarsning siyrak donalari uchraydi.

Tog‘ jinsining asos massasi (matritsasi yoki bazisi) asosan shishasimon-mikroperlitli, chala kristallashgan, kriptokristalli vulqon shishasidan iborat bo‘lib, ularda kvars va pelitlashgan dala shpatining mayda donalari juda siyrak uchraydi. Kamdan-kam hollarda asos massa atrofida ma’dan minerallari joylashgan, devorlari (chetlari) ma’dan minerallarining ingichka hoshiyasidan iborat kremniy-karbonatli flyuid ajralmalari uchraydi (7-rasm).

3-jadval

Qizilmachit paleovulqonining (Janubiy O‘zbekiston) vulkanogen-cho‘kindi jinslaridagi jins hosil qiluvchi femik minerallar va ular bo‘yicha rivojlangan ikkilamchi minerallarning mikrozond tahlil natijalari, %

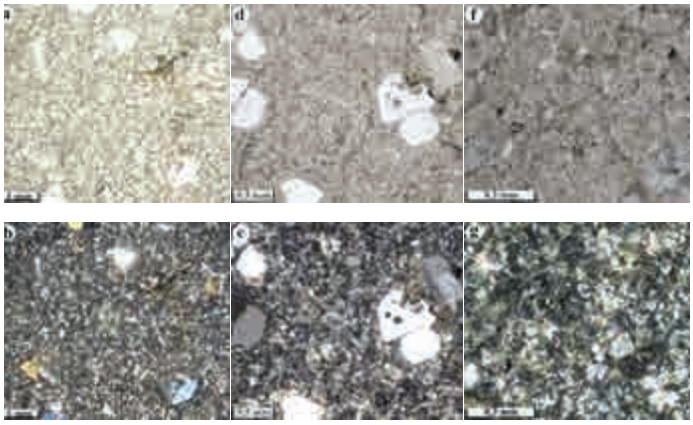
Tog‘ jinsining nomi va namuna raqami	n	SiO_2	TiO_2	Al_2O_3	FeO*	MnO	Cr_2O_3	MgO	CaO	Na_2O	K_2O	Jami
Aktinolit												
Slaneslashgan tuf, KM-56	1	38,12	0	19,70	29,27	7,06	0	0	1,13	0	0	95,28
Biotit												
Riolit eruptiv daykasi, KM-19	1	37,46	1,48	17,18	26,85	0,23	0	5,71	0	0	6,25	95,35
Slaneslashgan tuf, KM-56	1	32,22	3,02	14,33	17,83	0	0	0	0	0	8,22	75,62
Kvarsit, KM-64	1	61,6	0	17,16	1,31	0	0	0,57	0	0	14,41	95,05
Kaliy-natriyli riolitning vitroklastik tufolavasi, KM-66	3	30,37	3,75	14,92	12,86	0,09	0	2,28	0,05	0	8,72	73,04
Nordon tarkibli inyeksion tuffizit daykasi, KM-219	1	39,30	0	25,73	14,05	0,53	0	12,15	0	0	3,77	95,58
Muskovit												
Riolit bo‘yicha rivojlangan ikkilamchi kvarsit, KM-125	3	46,08	0	33,41	1,28	0	0	1,08	0	0	9,57	91,42
	2	48,41	0	34,51	1,32	0	0	0,89	0	0	10,41	95,54
Riolitning eruptiv brekchiyasi, KM-132	1	46,58	0	34,49	3,10	0	0	1,12	0,12	0	9,51	94,92
Riolit bo‘yicha rivojlangan ikkilamchi kvarsit, KM-133	1	48,11	0	35,91	0,92	0	0	1,36	0,18	0,62	9,90	97
Riolit bo‘yicha rivojlangan ikkilamchi kvarsit, KM-139	2	50,35	0	26,22	3,05	0	0	0	0	0	9,84	89,46
Paragonit												
Kaliy-natriyli riolitning vitroklastik tufolavasi, KM-66	1	64,23	0	18,06	0	0	0	0,52	0,57	7,04	0,35	90,77
Xlorit (tyuringit)												
Kaliy-natriyli riolitning gialoklastli lavasi, KM-12	1	30,93	0	19,58	24,90	0	0	18,63	0	0	0	94,04
Kaliy-natriyli riolit, KM-16/1	1	31,80	0	19,98	28,61	0	0,59	8,90	0,12	0	0	98,00
Slaneslashgan tuf, KM-56	6	32,32	0,44	20,10	21,10	2,47	0	11,27	0,60	0	0,50	88,81
Kvarsit, KM-64	3	25,00	0	18,64	41,61	0	0	4,73	0	0,38	0,86	91,19
Kaliy-natriyli riolitning vitroklastik tufolavasi, KM-66	5	27,39	0,56	15,75	25,91	0,08	0	0	0	0	1,31	71,16
	1	25,49	0,60	16,63	21,77	0	0,44	10,37	0	0,47	1,22	77,85
Nordon tarkibli inyeksion tuffizit daykasi, KM-219	4	33,90	0,32	18,21	17,53	6,16	0	5,36	1,86	0,38	0,85	87,46

Izoh. Riolit eruptiv daykasi (KM-19) biotitlarida quyidagilar qo‘shimta sifatida aniqlangan: SO_3 – 0,19%; kaliy-natriyli riolitning vitroklastik tufolavasi (KM-66) xloritlarida: Cl – 0,16% va 0,28%, SO_3 – 0,58%; nordon tarkibli inyeksion tuffizit daykasi (KM-219) xloritlarida: CuO – 2,68%, SrO – 0,21% mavjud.

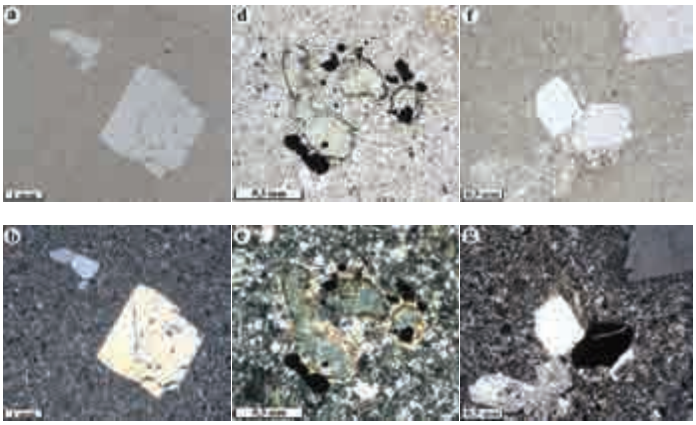
4-jadval

Qizilmachit paleovulqonining (Janubiy O‘zbekiston) jinslaridagi vulkanik shisha, kremniy-karbonatli flyuid mikroajralma va ulardagi shakarsimon nanokristallarning mikrozond tahlil natijalari, %

Tog‘ jinsining nomi va namuna raqami	n	SiO_2	Al_2O_3	FeO*	MgO	CaO	Na_2O	K_2O	Cl	TR_2O_3	Jami
Vulkanik shisha											
Riolit bo‘yicha rivojlangan ikkilamchi kvarsit, KM-133	2	90,89	5,51	0,31	0,44	0	0,11	0,81	0	0	98,07
Flyuidli mikroajralma											
Riolit bo‘yicha rivojlangan ikkilamchi kvarsit, KM-139	1	93,95	0	0,53	0	0,78	0	0,35	0	0,49	96,1
Flyuidli mikroajralmalardagi nanokristallar											
Kaliy-natriyli riolit, KM-16/1	1	8,36	0	0	0	0	0	38,24	53,40	0	100
Riolit eruptiv daykasi, KM-19	2	0,86	0,1	0	0,22	0,50	35,47	2,97	57,66	0	97,78



6-rasm. Riodatsit. Shlif № KM-7. Tog‘ jinsidagi siyrak mayda porfir ajralmalari asosan kvarsdan iborat. Asosiy massasi chala kristallashgan, kvars-dala shpatli (mikrofelzitli) va mikroperlitli strukturaga ega; ***a***, ***d*** va ***f*** – parallel nikollarda tasvirga olingan, ***b***, ***e*** va ***g*** – kesishgan nikollarda.



7-rasm. Riodatsit-porfir. Shlif № KM-23. ***a***, ***b***, ***f***, ***g*** – tog‘ jinsidagi porfir ajralmalari asosan kvarsdan, pelitlashgan dala shpatlaridan, qisman xloritlashgan aktinolitdan iborat, asosiy massasi gialopilitli tuzilishga ega; ba’zan asosiy massasi devitrifikatsiyaga uchrab (qayta kristallangan), xloritlashgan qismlarida (***d***, ***e***) chetki qismlari ingichka reaksion hoshiyasidan iborat kremniy-karbonatli flyuid ajralmalari uchraydi; ***a***, ***d*** va ***f*** – parallel nikollarda tasvirga olingan, ***b***, ***e*** va ***g*** – kesishgan nikollarda.

Riodatsit klastolavalarida (8-rasm) va riodatsitlarda (9-rasm) kvarsning porfir donalari asos massani shakllantirgan lava suyuqligi bilan reaksiyaga kirishganligi sababli, donalarni atrofida shishasimon ingichka reaksion hoshiyalar (кайма) shakllanganligini uchratish mumkin. Porfir ajralmalaridagi kvarsning o‘tkir qirrali siniqlaridan va parchalangan fenokristallaridan iboratligi paleovulqonning ostidagi oraliq magmatik kamerada «kamera ichi portlashlari» («внутрикамерный взрыв») yuz berganligi va keyinchalik ular lavada kvarsning siniqlari sifatida yuqoriga otilib (yoki oqib) chiqqanligidan dalolat beradi.

Asos massasi vulqon shishasidan iborat bo‘lib, ko‘pincha chala kristallashgan. Ko‘pincha shishali massa mikrosferolit va aksiolitga aylangan, xloritlashgan. Ba’zan xloritlashgan vulqon siniqlari asos massada yumaloqlangan, qisman o‘tkir qirrali vulqon shishasining siniqlarini – gialoklastlarni hosil qilgan.

Porfir ajralmalari tog‘ jinsining umumiy hajmida 20-25% ni tashkil etadi. Ularning ¾ qismi kvarsning chetlari qisman yedirilgan mayda no‘xatsimon donalaridan qolgan qismi seritsitlashgan plagioklazlardan iborat (9-rasm).

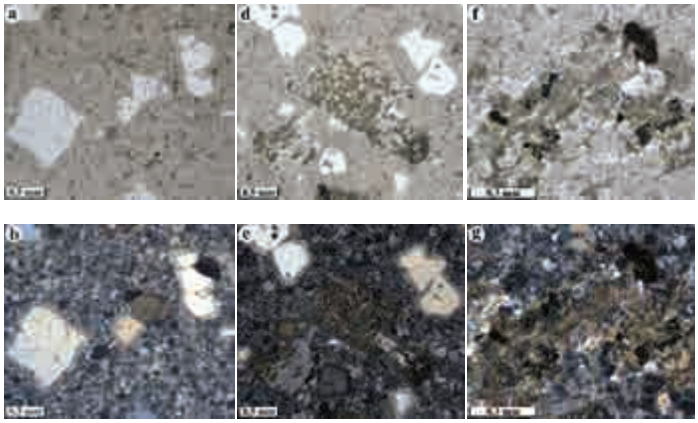
Riolitlar (kvarsli porfirlar) yuqorida ta’kidlanganidek, Qizilmachit paleovulqoni massivida bir qator lakkolitsimon va shtoksimon subvulqon tanalarni hosil qilgan (masalan, Shirt subvulqon massivi). Ularning muhim makroskopik xususiyatlaridan biri sifatida ustunsimon, bloksimon alohidalanishini ko‘rsatish mumkin. Riolitlarning fenokristallari kvars, albit va kaliyli dala shpatidan iborat; ikkilamchi va aksessor minerallar: xlorit, seritsit, gematit, apatit, sirkon, pirit.

Asosiy massaning tarkibi asosan kaliyli dala shpatli bo‘lib, mikrofelzitli, mikropoykilitli, sferolitli, emulsiyali (ikki fazali), allotriomorf-donali va boshqa turdagi strukturalarga ega. Sangardak maydonidagi ma’danlashuv vulqon bo‘g‘zi fatsiyalariga xos riolit-porfir ekstruziv gumbazlarida rivojlangan. Ular massiv teksturali, brekchiyasimon va ustunsimon alohidalangan flyuidal riolitlardan tashkil topgan.

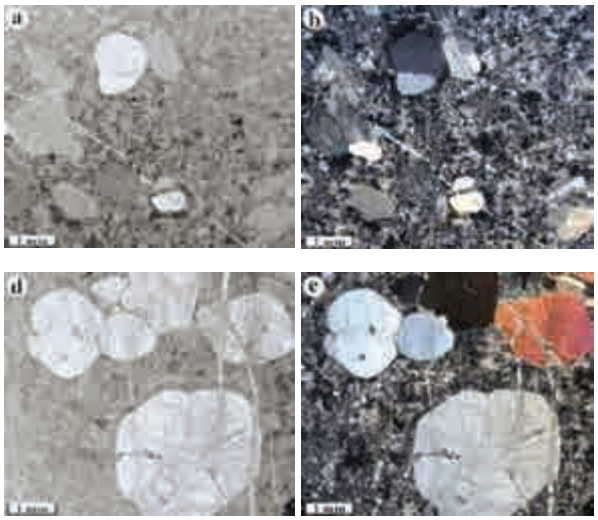
Ustunsimon alohidalanishlar – vulqon otilishlarining oxirgi impulsidagi qovushqoq lavalarga xosligini ko‘rsatadi. Strukturasi – porfirli, mikroporfirli, felzitli, mikrofelzitli, afirli, gialoklastli, kriptokristalli, shishasimon strukturalarga ega. Ba’zan kaliyli seriyaga mansub mayda porfirli riolitlarning porfir ajralmalarida ko‘ndalang kesimlari olti va to‘rtburchak shaklidagi kvars donalari chetlarida ingichka shishasimon reaksion hoshiya (кайма) rivojlangan. Biotit yaproqlari o‘rnida shakllangan muskovitlarni ko‘rishimiz mumkin (10-rasm).

Kaliy-natriyli seriyaga tegishli riolit-porfirlarda, vulkanik shisha mikrolitlarga nisbatan ko‘proq bo‘lganligi uchun gialopilitli struktura ham kuzatiladi (11-rasm). Ko‘pincha mikroperlit shaklidagi vulkanik shisha qayta kristallanishi evaziga mikrosferolitli struktura ham asos massada shakllangan.

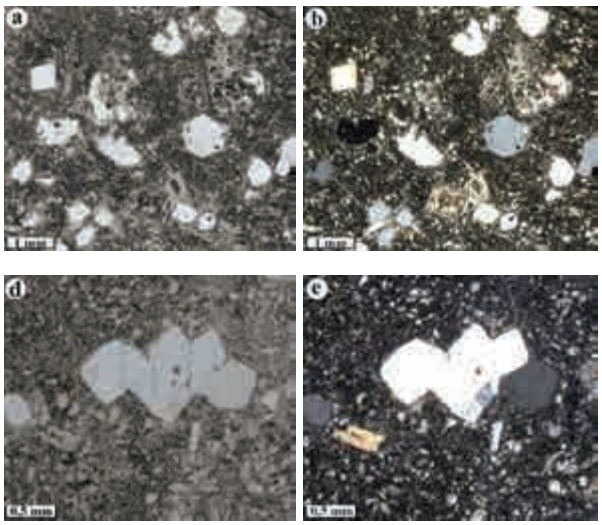
Porfir ajralmalar tog‘ jinsi umumiy hajmini 35-40% qismini tashkil qiladi va ular oltiburchakli, to‘rtburchakli kvarsning no‘xatsimon donalaridan, o‘zgargan, deyarli to‘liq pelitlashgan, kaolinlash-



8-rasm. Riodatsit klastolavasi. Shlif № KM-40. Tog‘ jinsidagi porfir ajralmalari ingichka reaksion hoshiyaga ega o‘tkir qirrali, qisman yedirilgan kvars va kuchli pelitlashgan dala shpatlari donalaridan va xloritga aylangan amfibol psevdomorfozalaridan iborat; asosiy massasi – mikroperlitli tuzilishga ega; ***a***, ***d***, va ***f*** – parallel nikollarda tasvirga olingan, ***b***, ***e***, va ***g*** – kesishgan nikollarda.



9-rasm. Riodatsit (lava oqmasi). Shlif № KM-49. Tog‘ jinsidagi kvars va plagioklazning reaksion hoshiyaga ega yumaloqlangan (no‘xatsimon) porfir donalarini mayda donali tuzilishli kvars-dala shpatli massada yaqqol ajralib turibdi; ***a*** va ***d*** – parallel nikollarda tasvirga olingan, ***b*** va ***e*** – kesishgan nikollarda.



10-rasm. Mayda porfirli riolit. Shlif № KM-145. Porfir ajralmalar kristallografik qiyofasi shakllangan kvarsning to‘rt- va oltiqirrali no‘xatsimon donalaridan (***a***, ***b***) va ularning uyumlaridan (***d***, ***e***) hamda sanidindan iborat, ba’zan mayda biotit yaproqlari o‘rnida shakllangan muskovit uchraydi; asosiy massasi chala kristallangan, vulkanik shisha mavjud, mikrolitli tuzilishga ega; ***a*** va ***d*** – parallel nikollarda tasvirga olingan, ***b*** va *e* – kesishgan nikollarda.

gan dala shpatdan (sanidindan), nordon plagioklazning (albit-oligoklazning) seritsitlashgan cho‘ziq prizmatik kristallaridan va to‘liq xloritga aylangan biotit psevdomorfozalaridan iborat, shuningdek, kalsit minerali ham uchraydi (11-rasm).

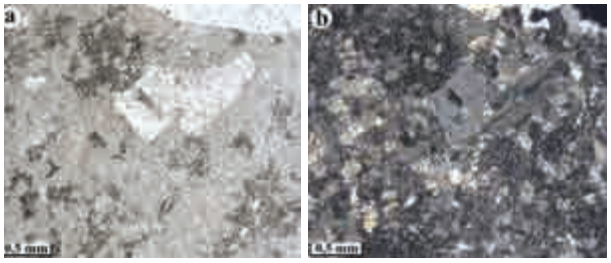
Kaliy-natriyli seriyaga tegishli flyuidal (oqma) teksturali riolitlarda (12-rasm) nisbatan qoramtir-kulrang fyammalar, tog‘ jinsining oqish-kulrang massasida tilsimon ajralmalar hosil qilgan (13-rasm).

Ayrim flyuiddor bo‘lgan riolitlarning asosiy massasida chetlari kremniyli, o‘rta qismi kremniy-karbonatli-xloritli, yumaloq shakldagi ma’dandor mikroflyuid ajralmalari bir tekis tarqalgan. Tog‘ jinsida ingichka kvars tomirlari parallel rivojlangan (14-rasm).

Kvars riolitlardagi eng keng tarqalgan mineraldir. Kvarsning quyidagi generatsiyalari aniqlangan (yosh tartibida): fenokristallar, asos massasi umumiy kristallanish natijasida rivojlangan kvars, gidrotermal kechki kvars.

Kvars fenokristallari 0,3 mm dan 2,5-3,5 mm gacha bo‘lgan o‘lchamdagi donalardan iborat. Kvars fenokristallari tarkibida flyuidli mikroajralmalar, sirkon, kam hollarda apatitning mikroqo’shimtalari, ma’dan changlari, xlorit va seritsitlar mavjud.

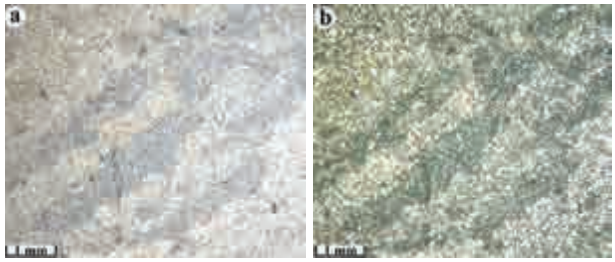
Ba’zi tadqiqotchilar nordon tarkibli subvulkanik, ko‘p hollarda gipabissal jinslarda kvarsning o‘tkir burchaklarga egaligi tufayli yuzaga kelgan psevdo bo‘lakli tuzilishga ega ekanligiga e’tibor qaratadilar. Ularning fikrlariga ko‘ra, nordon vulkanitlardagi kvars donalarining o‘tkir qirrali shaklga egaligini sababi quyidagicha: yer yuzasiga yaqin sharoitda qovushqoq magma portlaydi. Chunki «gazli» front [4] doimo oldinda harakatlanadi va magma harakatlanuvchi kanalida ko‘pincha qamalib, tiqilib qolishi va parsial bosimning kritik darajadan ortib ketishi natijasida portlash yuz beradi. Shuningdek, vulqon qurilmasining ostida joylashgan «periferik magma rezervuari»da ham bosimni ortib ketishi «kameraichi portlashi» sifatida ham qayd etilgan. Ushbu portlash yoki «yopiq eksploziya» [3] kvars va dala shpati birlamchi fenokristallarining parchalanishiga olib keladi. Kvarsning avtoklazi ham juda aniq kuzatiladi. Kuchli avtoklazga uchragan kvars donalari vulkanik



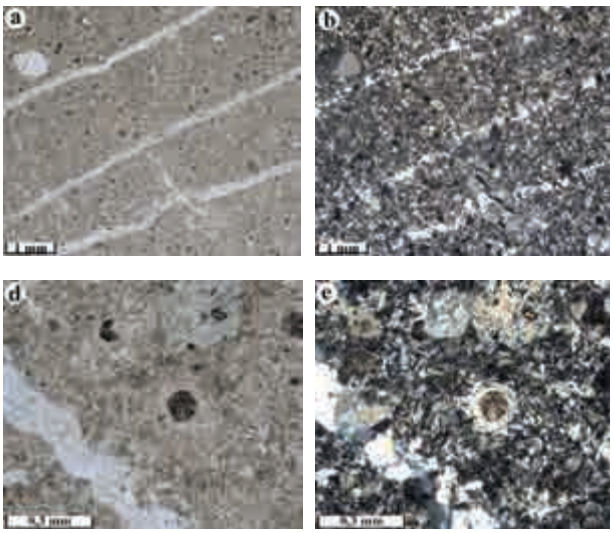
11-rasm. Riolit-porfir. Shlif № KM-10. Porfir ajralmalar kvars va albitdan iborat; asos massa karbonatlashgan, serisitlashgan mayda donali, kvars-dala shpatili tuzilishga ega, qisman vulqon shishasi mavjud: ***a*** – parallel nikollarda tasvirga olingan, ***b*** – kesishgan nikollarda.



12-rasm. Qizilmachit paleovulqonidagi flyuidal riolitning shtuf rasmi (shtuf № KM-8).



13-rasm. Flyuidal riolit. Shlif № KM-8. Tog‘ jinsi flyuidal teksturaga, afirli, gialopilitli strukturasiga ega; undagi fyammalar tilsimon ajralmalar hosil qilgan; ***a*** – parallel nikollarda tasvirga olingan, ***b*** – kesishgan nikollarda.



14-rasm. Flyuiddor riolit, kvars tomirchali. Shlif № KM-13. Tog‘ jinsi strukturasi afirli, mikrodonali; unda mayda ma’dandor mikroflyuid ajralmalari bir tekis tarqalgan; ***a*** va ***d*** – parallel nikollarda tasvirga olingan, ***b*** va ***e*** – kesishgan nikollarda.

daykalar, ekstruziyalar va kamroq darajada subvulkanik hosilalarda uchraydi. Avtoklaz asosan massivlarning apikal qismlariga xos. Chuqurlikka qarab kvarsning parchalanish darajasi pasayadi va yetarlicha rezorbsiyalangan (yedirilgan) donalardan iborat bo‘ladi. T.Dolimov [2] ushbu jarayonni bosqichlarini quyidagicha izohlagan. Birinchi navbatda, kvars kristalida turli yo‘nalishdagi yoriqlar paydo bo‘lib, uni bir nechta tartibsiz bo‘laklarga bo‘ladi. Donalar shakli ko‘proq yoki kamroq aniq, bo‘laklar deyarli bir-biriga yaqin joylashgan, mineralning chetki qismlari tekis, biroz yedirilgan. Keyinchalik, asosiy massaning isishi natijasida (u juda yuqori haroratga ega) fenokristal erishni boshlaydi: donalarning chetki qismlari yumaloqlanadi, bo‘laklar orasidagi masofa oshadi. Uchinchi va to‘rtinchi bosqichlarda mineral bo‘laklari intensiv ravishda rezorbsiyalanadi. Ularning orasidagi masofa oshadi.

Kaliyli dala shpati va plagioklazlar ham kvars kabi xususiyatlarga ega. Shuningdek, avtoklaz ularda kam kuzatiladi.

Kvarsning ikkinchi generatsiyasi mayda donali, yumaloqlangan, tomchi shaklidagi donalardan iborat. Ular umumlashgan kristallanish natijasida hosil bo‘lib, kulsimon zarrachalar bilan almashinadi. Uchinchi generatsiyadagi kvars juda kichik o‘lchamlardan iborat. Ular tog‘ jinsidagi yoriqlarda uchraydi.

Plagioklaz uchta generatsiyada hosil bo‘lgan. Ulardan birinchisi kaliyli dala shpati fenokristallari tarkibiga kuchli seritsitlashgan plagioklaz donalarining qo‘shimtalaridan iborat. Ushbu generatsiya plagioklazlari mikrozond tahlillari bo‘yicha andezinga va oligoklazga to‘g‘ri keladi.

Ikkinchi generatsiya plagioklazlari sezilarli darajada keng tarqalgan. Seritsitlashgan, xloritlashgan polisintetik oligoklaz qo‘shaloqlardan iborat.

Plagioklazning uchinchi generatsiyasi tog‘ jinsining asos massasida tartibsiz yo‘nalgan mayda leystsimon albitning mikrolitlaridan tashkil topgan. Ular ko‘pincha sferolitlar atrofida poykilitli o‘simtalar hosil qiladi.

Kaliy-natriyli dala shpati. Riolitlarda ushbu mineralning katta qismi tog‘ jinslarining mezostazasida uchraydi. Fenokristallarda keskin yedirilgan donalar hosil qiladi.

Asos massada kaliy-natriyli dala shpati alohida plagioklaz fenokristallari va sferolitlari atro-

fida hoshiyalarni hosil qiladi. Aksariyat sferolitlar ham kaliyli dala shpatidan iborat. Tog‘ jinslarining bo‘shliqlarida, darzliklarning devorlariga perpendikulyar yo‘nalgan kechki leystsimon kaliy-natriyli dala shpatining kristallanishi sodir bo‘lgan. Kaliyli dala shpatining ushbu turi ortoklaz (subvulqon tanalarda) ba’zan sanidinga (lava oqmalarida) xos.

Ba’zan plagioklaz kristallari atrofida kaliyli dala shpatining regeneratsiya hoshiyalarining mavjudligi, kaliyli metasomatozdan dalolat beradi. Ayniqsa Shirt subvulqon tanasining riolit-porfirlarida bu yaxshi aniqlangan.

Ushbu paleovulqonlardagi vulkanik fatsiyalar tog‘ jinslarida va ular bo‘yicha rivojlangan metasomatitlarda 52 ta turga mansub minerallar aniqlangan bo‘lib, ma’dan shakllantiruvchi asosiy minerallari: pirit, sfalerit, galenit, xalkopirit, magnetit, titanomagnetit, ilmenit, rutil v.b.; noma’dan minerallari – kvars, plagioklaz, kaliy shpati, seritsit, xlorit, karbonat v.b. minerallardan iborat [9].

Sferolit-porfirlar kesimda konussimon, o‘lchamlari 0,1-0,2 km^2 bo‘lgan subvulqon tanalarning gumbaz va endokontakt qismlarini (Shirt subvulqon massivi) tashkil etgan. O‘ziga xos jihati shundaki, bu kabi subvulqon tanalarning apikal qismlaridan uzoqlashgan sari sferolit-porfirlar va sferolitlarning kontaktlari noaniqlashib boradi. Tog‘ jinsi asta-sekin qamrovchi riolit-porfirlar bilan almashinadi. Tanalar ba’zan zonal tuzilishga ega.

Makroskopik jihatdan sferolitli hosilalar krem rangli, radial-nurli tuzilishga ega oqish tusdagi (leykokrat) jinslardir. Ular odatda kvars-dala shpati agregatlardan iborat. Ularning markaziy qismlarini karbonat, olti qirrali kvars va pirit minerallari egallaydi.

Sferolit-porfirlarda sferolitlarning umumiy miqdori 0,5% dan 23-25% gacha, bu ularning subvulqon tanalardagi joylashuvi bilan bog‘liq. Bundan tashqari, sferolit-porfirlar subvulqon tanalarning apikal, kuchsiz yedirilgan qismida keng rivojlangan. Ichki qismlarga qarab sferolitlar soni kamayib boradi.

Sferolitlar konsentrik, cho‘zilgan va ellipsoidal shakllariga ega. Subvulqon tanalarning chetki qismlari bo‘ylab, ayniqsa, spilitlar bilan kontakt qismlarida, markaziy qismlarda temir gidroksidlari bilan boyitilgan sferolitlar ajralib turadi. Ularning tarkibi turlicha. Sferoidlarning shunga o‘xshash aralash tarkibi ularning kristallanishida, individual kvarsli radial chiziqlar xira to‘lqinli kaliyli dala shpati chiziqlari bilan almashtirilganda aniq qayd etiladi. Shuningdek, ushbu holat o‘zgarmagan pelitlashgan va ancha «toza» joylarning o‘zgarishi natijasida yuzaga kelgan sferoidlarning dog‘li tabiatga egaligidan dalolat beradi [2]. Ushbu hosilalar orasida «aralash» tarkibdagi sferolitlarga (psevdosferolitlarga) qo‘shimcha ravishda, asosan kvarsdan tashkil topgan kremniyli sferoidlar juda keng tarqalgan [1, 8].

To‘liq konsentrik sferolitlar murakkab ichki tuzilishga ega. Zonal va monogen turlarga ajratilgan [2].

Zonal sferolitlar radial-nurli tuzilishga ega bo‘lgan, bir oz xira kvars-dala shpatli agregatlardan iborat. Fenokristallar atrofida yirik sferolitlar hosil bo‘lib, zonalarining tuzilishi quyidagicha. Markazda kuchli korroziyaga uchragan fenokristal donasi joylashgan bo‘lib, undan keyin radial-nurli mikrofelzit yoki kvarsdan iborat, kvars-dala shpatli agregatdan iborat ikkita kichik zona joylashgan. So‘nggida mayda monogen sferolitlardan iborat. Alohida zonalar orasidagi chegaralar aniq, ba’zan temir va xlorit gidroksidlari bilan to‘ldirilgan.

Monogen sferolitlar aniq konsentrik shaklga ega. Ular tog‘ jinslari bo‘ylab teng taqsimlangan. Kam hollarda bir-biri bilan yig‘im hosil qiladi va birga o‘sadi. Shu bilan birga ularning tutashgan chiziqlari to‘g‘ri chiziqqa yaqin bo‘lib, ularning bir vaqtda rivojlanganligini ko‘rsatadi. Sferolitlarning kristallanish markazi fenokristallar yoki mezostazisdagi o‘ziga xos boshqa xususiyatlarga ega. Ushbu sferolitlar kvars-dala shpati, asosan kvarsdan iborat.

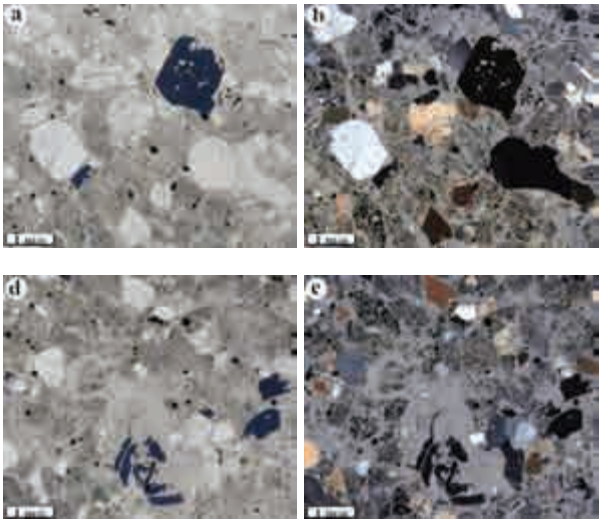
Nordon tarkibli tuflar. Qizilmachit paleovulqonida riolitning va riodatsitning tuflari eng keng tarqalgan piroklastik jinslardir. Ular tarkiblaridagi siniq bo‘laklarning granulometrik o‘lchamlariga ko‘ra yirik bo‘lakli (2-10 mm), o‘rtacha bo‘lakli (0,1-0,2 mm) va mayda bo‘lakli (0,01-0,1 mm), bo‘laklarini tarkiblari bo‘yicha esa kristalloklastik, litoklastik va vitroklastik turlarga bo‘lingan.

Nordon tarkibli yirik bo‘lakli litoklastik tuflar boshqalariga nisbatan kamroq tarqalgan. Bo‘laklari (18-35%) felzitdan, datsitdan, sferolitdan, yashmalardan va boshqalardan iborat. Ularning hammasi o‘tkir qirrali, o‘tkir burchakli shakllarga ega, o‘lchamlari – 10-12 mm ga yetadi. Siniq bo‘laklarning miqdorlari doimiy emas, 10-15% dan 50-60% gacha o‘zgaradi, ba’zan 80-85% gacha yetgan.

O‘rtacha va mayda bo‘lakli tuflar paleovulqon hududida keng tarqalgan bo‘lib, ular uchun yaqqol qatlamlanish, vulqon materiallarini yaxshi saralanganligi, ritmik takrorlanish, bir-birga o‘tish chegaralari ko‘p hollarda aniq emasligi (asta-sekin o‘tishi) xos. Masalan, Qizilmachit paleovulqonida

tufopelitlar, tufoqumtoshlar bilan, ular esa o‘z navbatida tufogravelitlar va graviyli tufobrekchiyalar bilan asta-sekin almashgan hollar dala tadqiqotlarimiz davomida ko‘p marta qayd qilingan.

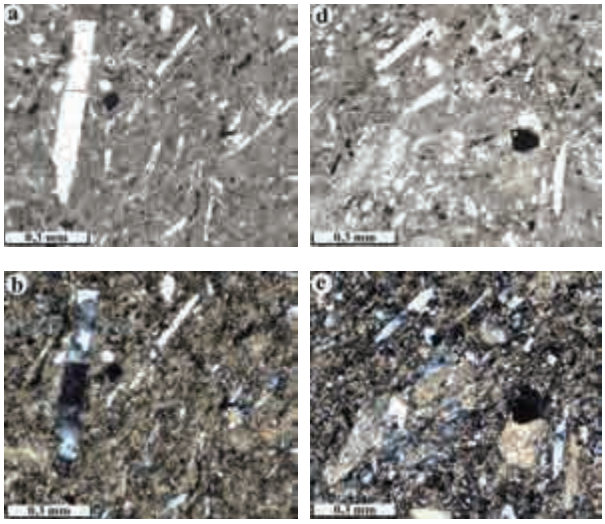
Riodatsit tarkibli tufoqumtoshlarning bo‘laklari qisman yumaloqlangan, cho‘ziq tomchi ko‘rinishidagi kvarsdan, plagioklazdan va ularning siniqlaridan (kristalloklastlardan) hamda ma’dan (sulfid) minerallarinini siyrak tarqalgan donalaridan iborat. Bo‘laklar tartibsiz joylashgan, ularni sementlovchi massasi kremniy-karbonatlashgan vulqon kulidan iborat (15-rasm).



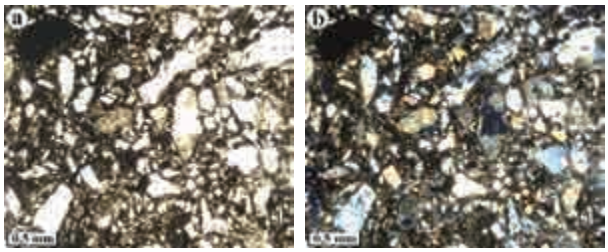
15-rasm. Riodatsit tarkibli tufoqumtosh. Shlif № KM-243. Tog‘ jinsi tartibsiz joylashgan har-xil o‘lchamli kristalloklastlardan va ularni sementlovchi massasi kremniy-karbonatlashgan vulqon kulidan iborat; ***a*** va ***d*** – parallel nikollarda tasvirga olingan, ***b*** va ***e*** – kesishgan nikollarda.

Tufogravelitlar kristalloklastik, litoklastik strukturalarga ega bo‘lib, bo‘laklari asosan kvarsning, ba’zan dala shpatlarining cho‘ziq shaklsiz, o‘tkir qirrali siniqlaridan iborat. Kam hollarda yumaloqlangan granitdan iborat. Ularni oralarida muskovit yaproqlari ham siyrak tarqalgan. Sementlovchi massasi karbonatlashgan, gematitlashgan tufopelitdan, kuchli gematitlashgan vulqon kulidan iborat.

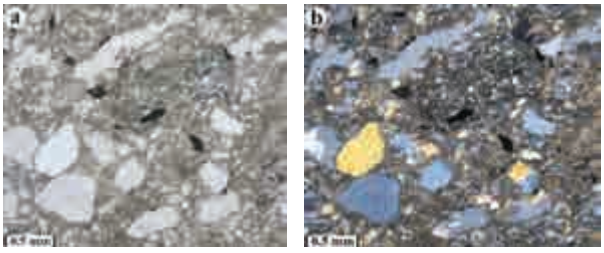
Riolit tarkibli, *tufoqumtoshlarning* o‘tkir qirrali siniq bo‘laklari (klastlar) kvarsdan, qisman dala shpatlaridan iborat. Sementlovchi massasi gematitlashgan, karbonatlashgan vulqon kulidan, xloritlashgan gilsimon massadan (kuldan) iborat (16-18-rasmlar). Ayrim qismlarida muskovit yaproqlari uchraydi. Ushbu piroklastik jinslardagi jins bo‘laklari noto‘g‘ri shaklli, o‘tkir qirrali bo‘lib, riolitlarga, mikrofelzitlarga, vulqon shishalariga, yashmaga, ohaktoshlarga va ikki slyudali granitlarga to‘g‘ri keladi. Mineral donalarining siniqlari



16-rasm. Riolit tarkibli tufopelit. Shlif № KM-20. Tog‘ jinsining karbonatlashgan vulqon kulidan sementlovchi massasida sanidin va kvarsning cho‘ziq ustunsimon, ignasimon kristallari tartibsiz tarqalgan; ***a*** va ***d*** – parallel nikollarda tasvirga olingan, ***b*** va ***e*** – kesishgan nikollarda.



17-rasm. Riolit tarkibli tufoqumtosh. Shlif № KM-29. Tog‘ jinsi har-xil donali teksturaga va kristalloklastli strukturaga ega; bo‘laklari kvars va dala shpatlardan iborat; sementlovchi massasi gematitlashgan vulqon kulidan iborat; ***a*** – parallel nikollarda tasvirga olingan, ***b*** – kesishgan nikollarda.



18-rasm. Riolit tarkibli tufoqumtosh. Shlif № KM-36. Tog‘ jinsi har-xil donali teksturaga va bo‘laklarning shakli bo‘yicha o‘rtacha yumaloqlangan strukturaga ega (silliqlangan burchakli bo‘laklar, lekin hali ham qirralari sezilarli); bo‘laklari kvars va dala shpatlardan iborat; sementlovchi massasi karbonatlashgan, gilsimon massadan iborat; ***a*** – parallel nikollarda tasvirga olingan, ***b*** – kesishgan nikollarda.

kvarsdan, kaliyli dala shpatidan, plagioklazdan, juda kam hollarda xloritlashgan biotitdan iborat.

Qizilmachit paleovulqonida riolitlar va riodatsitlarning tufolavalaridagi bo‘laklar hamda ularni biriktiruvchi («sementlovchi») massa bir xil

tarkibga ega (kuldan iborat). Bo‘laklar cho‘ziq, linzasimon, kam hollarda noto‘g‘ri shakllarga ega va har doim ma’lum yo‘nalishda tartiblangan bo‘lib, u lavaning oqish yo‘nalishiga mos. Bo‘laklarning o‘lchamlari odatda 1-2 sm dan 30-40 sm gacha, ayrim hollarda 30-40 sm, hatto 1,5-2 m (aglomeratli lavalarda). Nordon tarkibli *tufolavalar* o‘ta mayda zarrali. Zarralari asosan kvarsdan iborat, oralari changsimon vulqon kuli bilan sementlangan.

Lavobrekchiya (aglomeratli lava) odatda paleovulqonning ehtimoliy otilishi (oqib chiqishi) markazlariga yoki parazit kanallari yaqinida uchraydi. Lavobrekchiya va aglomeratli lavalar stratifitsirlashgan oqmalar hosil qilgan, bo‘laklar o‘lchamlari bo‘yicha yaxshi saralangan. Oqmalar qoplamalarining quyi qismida 15-20 sm li, o‘rta qismlarida – 4-8 sm li, yuqori qismlari 1 sm li bo‘laklar uchraydi.

Kristalloklastik tuflardagi minerallarning siniq bo‘laklari orasida kvars ko‘proq, kaliyli dala shpati undan kamroq, plagioklazning siniqlari kam uchraydi.

Litoklastik tuflarda kristallarning siniq bo‘laklaridan tashqari asosan kvarsli porfir va boshqa jinslarning (masalan, mikrokvarsitlarning) siniqlari uchraydi.

Vitroklastik tuflarda o‘zgargan, xloritlashgan vulqon shishasi bo‘laklari mavjud, ignimbritlarning bo‘laklariga o‘xshab ketadi. Tuflarning biriktiruvchi massasi slaneslashgan – kvars-slyudali mineral agregatlari parallel yo‘nalishga ega.

Klastlar kvars, plagioklaz, xloritlashgan biotitdan iborat. Ba’zida esa devitrifikatsiyaga uchrab (qayta kristallanib) – kvars xloritli va perlitli mayda mineral agregatlarga aylangan. Mikrolitlar ham ko‘p kuzatiladi.

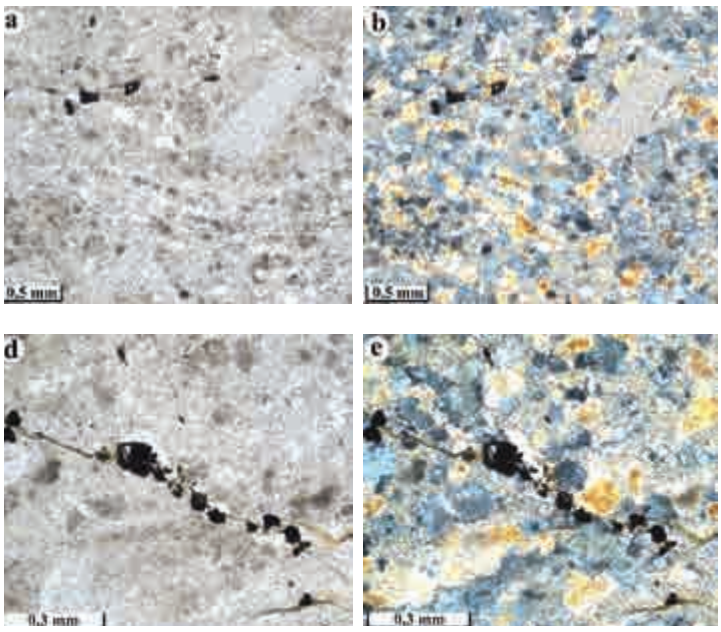
Ignimbritlar Qizilmachit paleovulqoni riolit formatsiyasi tog‘ jinslari orasida kuzatiladi. Ularning ohaktoshlar, sferolitli lavalar, yashmalar va boshqa dengiz va qirg‘oq oldi-dengiz genezisidagi tog‘ jinslari bilan juda yaqin assotsiatsiyalari qayd etilgan. Ignimbritlar – yashil, och yashil va qo’ng’ir-qizg’sh ranglarda uchraydi. Ular xlorit va epidot agregatlariga aylangan fyamma, jins hosil qiluvchi minerallarning bo‘laklari va biriktiruvchi massadan iborat. Bundan tashqari, tog‘ jinsi ko‘pincha felzit, dasit va riolitlarning o‘tkir burchakli bo‘laklarini o‘z ichiga olgan. Ignimbritlarda kvars, kaliy-natriyli dala shpati, plagioklaz, biotit, apatit, sirkon, magnetit, pirit, xlorit, karbonat, seritsit, albit minerallari uchraydi.

Vulqon otilishlarining oxirgi impulsidagi bosqichda *lavoklastitlar* ko‘plab rivojlangan bo‘lib, ma’danli komponentlarga boy metasomatitlarning rivojlanishi uchun qulay muhitni shakllantirgan.

Oqsuv maydonidagi ekstruziv gumbazlarning rivojlanishi bilan bir vaqtda, solfator-fumarol faollik yuqori darajada kechganligi natijasida, ikkilamchi kvarsitlar rivojlangan. Oqsuv maydonining ikkilamchi kvarsitlari tarkibida quyidagi gidrotermal minerallar mavjud: kvars, seritsit, pirofillit, alunit, dikkit, diaspor, topaz, pirit.

Ikkilamchi kvarsitlar asosan nordon vulkanogen-bo‘lakli jinslar bo‘yicha rivojlangan. Ko‘pincha strukturasi granoblastli. Tarkibidagi plagioklazlar to‘liq o‘zgarib kvars-seritsitli ikkilamchi mineral agregatiga aylangan. Ma’dan minerallar siyrak (tarqoq) donalar shaklida uchraydi. Ba’zan mayda darzliklar bo‘yicha ingichka ma’dandor kvars-gematitli tomirchalar rivojlangan, sulfid minerallari ushbu tomirchalarga bog‘liq ravishda tartibli joylashgan (19-rasm).

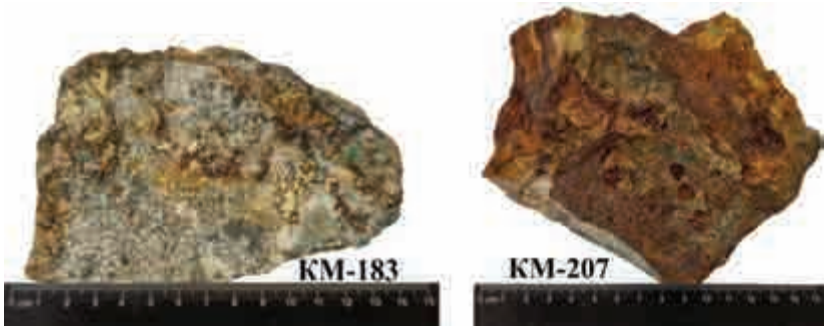
Vulkanogen-bo‘lakli jinslarining solfator-fumarol va gidrotermal jarayonlar ta’sirida o‘zgarishi vulqon apparatining markaziy qismlariga qarab kuchayib boradi.



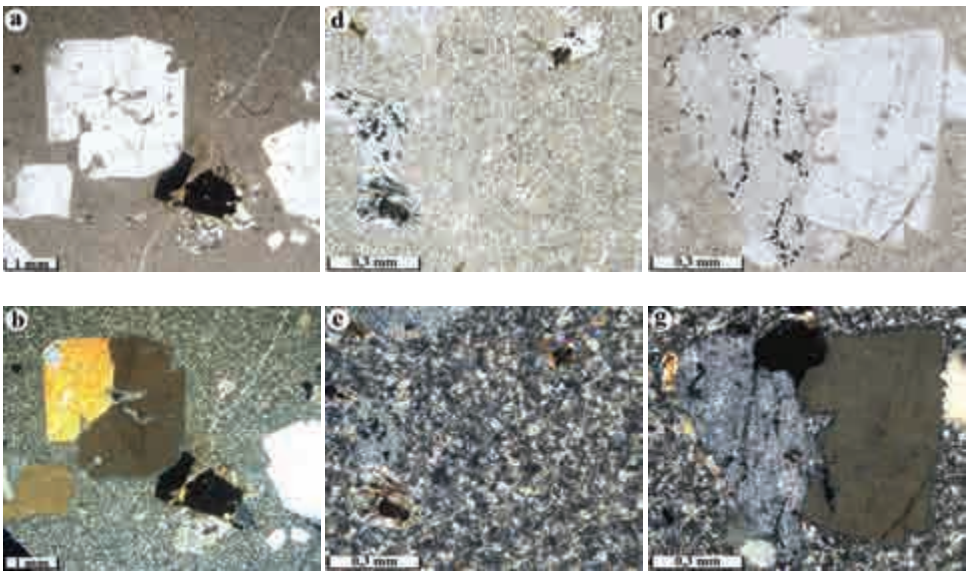
19-rasm. Riolit bo‘yicha rivojlangan ikkilamchi kvarsit. Shlif № KM-33 (***a*** va ***b***) va KM-34 (***d*** va ***e***). Strukturasi – kuchsiz mayda porfiroblast va granoblast; plagioklazlar psevdomorfozalari o‘rnida kvars-seritsitli ikkilamchi mineral agregati shakllangan, ingichka darzliklar bo‘yicha rivojlangan kvars-gematitli tomirlar bo‘yicha oksidlangan sulfid minerallari tartibli joylashgan; ***a*** va ***d*** – parallel nikollarda tasvirga olingan, ***b*** va ***e*** – kesishgan nikollarda.

Lavobrekchiyalar bo‘yicha rivojlangan metasomatik o‘zgarish zonalarining markazidagi seritsit-kvars-piritli metasomatitlarda tarqoq pirit mineralining uchrashi va kvars minerali miqdorining yuqoriligi aniqlangan (20-rasm).

donali, kvars-dala shpatli tuzilishga ega bo‘lib, u ham intensiv seritsitlashgan, karbonatlashgan. Tog‘ jinsida tarqoq sulfid (asosan gematitlashgan pirit) donalari ham kuzatiladi (21-rasm).



20-rasm. Qizilmachit paleovulqonidagi nordon tarkibli vulkanitlar bo‘yicha rivojlangan gematitlashgan kvars-seritsit-xloritli metasomatitlarning shtuf rasmlari.



21-rasm. Riolit-porfir bo‘yicha rivojlangan kvars-seritsit-xloritli metasomatitning petrografik xususiyatlari. Shlif № KM-9. ***a***, ***d***, va ***f*** – tog‘ jinsining mayda donali teksturasi va porfirli strukturasi; porfir ajralmalar kvars, seritsitlashgan albit va xloritga aylangan biotit psevdomorfozalaridan iborat; ***b***, ***e*** va ***g*** – tog‘ jinsining kvars-dala shpatli tuzilishga ega asosiy massasi; ***a***, ***d*** va ***f*** – parallel nikollarda tasvirga olingan, ***b***, ***e*** va ***g*** – kesishgan nikollarda.

Riolit-porfir bo‘yicha rivojlangan kvars-seritsit-xloritli metasomatitlar tarkibidagi fenokristallar asosan chetlari qisman yedirilgan, to‘rtburchak shakli kvars donalaridan hamda butunlay seritsitlashgan albit va xloritga aylangan biotit psevdomorfozalaridan iborat. Ba’zan ichida ma’dan minerallari (oksidlangan sulfidlarning mikrominerallari) mavjud bo‘lgan kremniy-karbonatli flyuid ajralmalari uchraydi. Asosiy massasi mayda

XULOSA

Yuqorida bayon etilgan tadqiqot ishlari natijasida erishilgan ma’lumotlar Qizilmachit paleovulqoni mahsulotlarining umumiy petrofondida nordon vulkanitlar va ularga aloqador metasomatitlarni ulushi 80-85% ga yetishini, aksincha asos va o‘rta tarkibli vulkanitlar nordon vulkanogen-piroklastik jinslarga nisbatan kam tarqalganligini ko‘rsatdi.

Qizilmachit paleovulqonining vulkanogen formatsiyalari vulkanik orollarga yaqin sharoitda vujudga kelgan. Buni vulqon jinslarni dengiz cho‘kindilari – terrigen va karbonat jinslar qatlamlari bilan ritmik almashinib yotganligi tasdiqlaydi. Vulqon faolligining namoyon bo‘lishi turlicha kechganligi (uning mahsulotlarini otilib yoki oqib chiqishi) tuf, tufobrekchiya, aglomeratlar (eksploziv fatsiya), lava va lavobrekchiyalar (effuziv fatsiya), eruptiv dayka va inyeksion tuffizitlar (ekstruziv fatsiya) kabi vulqon jinslarining har-xil fatsiyalarini shakllanganligi bilan ifodalangan. Yerning chuqur qismidan yer yuzasiga portlab otilib yoki oqib chiqishi natijasida hosil bo‘lgan vulqon mahsulotlari bilan bir qatorda yer yuzasiga chiqmagan vulqon jinslari (subvulkanik fatsiya) ham keng tarqalgan.

Paleovulqon vulkanogen jinslarning umumiy hajmida va tarqalishida vulqon bo‘g‘zi jinslarini ham o‘z ichiga oluvchi eksploziv fatsiya katta ulushga ega bo‘lib, eksploziya koeffitsiyenti undagi nordon tarkibli piroklastik mahsulotlarning katta hajmni tashkil etishi hisobiga 75% ga yetadi. Effuziv fatsiya jinslari (lava oqmalari va qoplamalari) juda kam uchraydi. Bunga sabab o‘rganilayotgan paleovulqon asosan nordon tarkibli vulkanogen jinslardan iboratligidir. Bu o‘z navbatida ularning magmasi (lavasi) o‘ta qovushqoq bo‘lganligidan, harakatchanligi (mobilligi) past bo‘lib, lavalari vulqon bo‘g‘zida va parazit kanallarda tiqilib qolganligidan kuchli bosimni yuzaga keltirganligidan hamda kuchli portlashlar bilan kechganligini ko‘rsatadi.

Qizilmachit paleovulqonida asosiy vulqon otilish markazini (vulqon bo‘g‘zini yoki magma xarakatlangan kanalini) aniqlash imkoni cheklangan. Bunga sabab ularni vulqon faoliyatini kechki bosqichlarida shakllanadigan gumbazsimon ekstruziv tanalar tomonidan buzilganligi. Ammo ushbu paleovulqonda nordon tarkibli, inyeksion xarakterga ega tufolava (inyeksion tuffizit) va ekstruziv (eruptiv) lavobrekchiyadan iborat diskordonat tanalarni vulqonning magma xarakatlangan kanallari sifatida qabul qilish mumkin. Bunga ushbu tanalarning atroflaridagi qamrovchi – effuziv va eksploziv jinslarda xarakterli o‘zgarish zonalarini rivojlanganligi ham asos bo‘ladi. Aksariyat hollarda bunday o‘zgarish zonalari qizg‘ish-pushti tusli nordon vulkanitlar bo‘yicha rivojlangan bo‘lib, ular xloritlashgan, seritsitlashgan, gematitlashgan (limonitlashgan), alunitlashgan, kaolinlashgan, ikkilamchi kvarsitlarga aylangan. Bu o‘zgarishlar vulqonlarning asosiy otilish markazi (bo‘g‘zi) yoki parazit kanallari atrofidagi jinslarni vulqondan chiqadigan fumarol-solfatar gazlar, ishqorli-kislotali xarakterga ega gidrotermal eritmalar ta’sirida yuz bergan deb hisoblaymiz va o‘z navbatida paleovulqonning otilish markazlarini va parazit kanallarini aniqlash uchun petrologik indikator sifatida qo‘llashni tavsiya qilamiz. O‘z navbatida nordon vulkanizmga aloqador ma’danlashuvning joylashuvi aynan vulqon otilish matkazlariga aloqadorligi uning muhim amaliy ahamiyatga egaligini belgilaydi.

ADABIYOTLAR

1. *Воловикова И.М.* Сферолитовые образования в верхнепалеозойских эффузивных породах Чаткальского хребта // Тр. Института геологии АН СССР, вып. 159, сер. петрографическая (№ 32). - М.: Изд-во АН СССР, 1955. - С. 3-12.

2. *Далимов Т.Н., Кустарникова А.А., Ярмухамедов А.Р. и др.* Вулканогенные формации Узбекистана. - Т.: Фан, 1971. - 280 с.

3. *Иванкин П.Ф.* О закрытых эксплозиях, сопровождающих гипабиссальные интрузии, и их роли при формировании рудных месторождений // Геология и геофизика. - 1965. - № 10. - С. 23-33.

4. *Коптев-Дворников В.С. и др.* Вулканогенные породы и методы их изучения. - М.: Недра, 1967. - 324 с.

5. *Малеев Е.Ф.* Вулканокластические горные породы. - М.: Госгеолтехиздат, 1964. - 168 с.

6. *Покровский А.В.* О краевом разломе Юго-Западного Гиссара (Южный Тянь-Шань) // Узб. геол. журн. - 1963. - № 6.

7. *Шаякубов Т.Ш., Далимов Т.Н., Арапов В.А., Шпотова Л.В., Коржаев В.П.* Вулканизм Западного Тянь-Шаня. - Т.: Фан, 1988. - 328 с.

8. *Яковлев Г.Ф.* Геологические структуры рудных полей и месторождений. - М.: Изд-во МГУ, 1982. - 271 с.

9. *Mamarozikov U.D., Hamrayev A.X., Saitov N.E., Normatov U.A., Ikromov O‘.O.* Hisor tog‘ining janubi-g‘arbiy tarmoqlarida rivojlangan erta karbon davri vulkanogen hosilalarining aksessor-mineralogik ixtisoslashuvi // Geologiya va mineral resurslar. - 2025. - № 5. - 34-46 b.

Мақолани редколлегия аъзоси, геол.-мин. фанлари доктори Р.Ахунджанов тавсия қилган.

© А.К.Ходжиев, 2025

А.К.Ходжиев

О ПОТЕНЦИАЛЬНОЙ РУДОНОСНОСТИ ГАББРО-ПЛАГИОГРАНИТОИДНОЙ СЕРИИ ЮЖНО-ГИССАРСКОЙ ЗОНЫ ЮЖНОГО ТЯНЬ-ШАНЯ, ТАДЖИКИСТАН



Ходжиев Амриддин Кучакович – старший научный сотрудник Института геологии, сейсмостойкого строительства и сейсмологии Национальной АН Таджикистана.
E-mail: petrology_tj@mail.ru

Введение. Традиционно с многофазными плутонами габбро-плагиогранитоидных серий фанерозойских орогенных поясов связывают железо- и золоторудные месторождения [1, 2]. Например, с формированием габбро-плагиогранитоидов майнского комплекса Унгешского плутона Восточно-Таннуольского сектора раннепалеозойского Тувинского магматического пояса, в равной степени и с вулканогенным базальт-андезит-риолитовым комплексом, генетически связано колчеданно-полиметаллическое оруденение вулканогенно-гидротермального генезиса. С внедрением раннекембрийских плутонов майнского габбро-плагиогранитного комплекса связывают также образование магнетитсодержащих гранат-пироксеновых скарнов и золотосульфидно-кварцевых жил мощностью до 1,0 м с содержанием Au менее 1,0 г/т [3].

На основе комплексного исследования петролого-геохимических особенностей габбро-плагиогранитоидной серии Южно-Гиссарской зоны установлена потенциальная рудоносность в отношении скарново-магнетитового и колчеданно-полиметаллического оруденения. В связи с этим цель настоящей работы – характеристика особенностей геологии и вещественного состава скарновых образований магнетитовых месторождений Харангонского рудного поля и колчеданно-полиметаллического проявления Шамол, генетические связанных с интрузивами габбро-плагиогранитоидной серии таджикистанской части Южно-Гиссарской зоны Южного Тянь-Шаня.

Геология габбро-плагиогранитоидной серии. В палеозойской истории геологического развития Южно-Гиссарской зоны каменноугольный и пермский этапы геотектонического развития зоны являются определяющими, именно в это геологическое время проявились мощные магматические процессы и связанное с ними оруденение. Среди разнообразия позднепалеозойских гранитоидных серий Южно-Гиссарской зоны особое место занимает низкокалиевая габбро-плагиогранитоидная серия. Её образование связано с ранней стадией островодужного этапа развития Гиссарского палеоокеанического бассейна рифтогенного типа в раннем-среднем карбоне – 323-316 млн. лет. Исследованная плутоническая серия относится к островодужным магматическим образованиям.

Габбро-плагиогранитоидная серия Южно-Гиссарской зоны в пределах Республики Таджикистан включает полифазные Ходжамафрачский, Харангонский, Ходжабедский, Гафилабадский массивы и монофазный Ханакинский интрузив, развитый к северу от Богаинского разлома. По форме интрузивы – это несколько удлиненные в субширотном направлении пла-

стообразные тела различной площади, залегающие в основном среди комагматичных плагиогранитоидных базальтов каратагской серии C_{1-2}. Габбро-плагиогранитоидная серия включает образования пяти фаз внедрения: габбро (I фаза); диориты, кварцевые диориты (II фаза); тоналиты (III фаза); плагиограниты (IV фаза); лейкоплагиограниты (V фаза). К дайковым дериватам серии относятся дайки и жилы плагиоаплитов, микрогаббро и лампрофиры. Для габбро свойственны офитовая и габбровая структуры. Плагиогранитоиды – это равномернозернистые, массивные, мелко-, средне- и крупнозернистые породы с гипидиоморфнозернистой структурой. Главные породообразующие минералы пород серии – плагиоклаз (70-50%), калиевый полевой шпат (0,0-10%) кварц (5,0-4,0%), пироксен (5,0-15% – в габбро) амфибол (45-2,0%) и биотит (0,3-10%). Акцессорные минералы – апатит, циркон, сфен, магнетит и др. [4].

Габбро-плагиогранитоидная серия Южно-Гиссарской зоны отличается глубокой дифференцированностью состава, относится к низкокалиевой известково-щелочной серии, это умеренно- (габбро, диориты, кварцевые диориты, тоналиты) и высокоглиноземистые (плагиограниты, лейкоплагиограниты) породы. Габбро и плагиогранитоиды Южно-Гиссарской зоны по редкоэлементному составу – пониженные концентрации редких и редкоземельных элементов соответствуют геохимическому типу мантийных плагиогранитов толеитового ряда [2], а также М-типу мантийных гранитов. Результаты изотопных исследований тоналитов и плагиогранитов Харангонского и Ханакинского интрузивов соответственно: ($^{87}Sr/^{86}Sr(t)$ = 0,7047-0,7056, ƐNd(t) = +1,5-2,3), значения εHf(t) – от +9,2 до +12,6 и TDM (Hf) – от 0,500 до 0,694 млрд. лет однозначно указывают на мантийный источник расплава базальтового состава [5]. Габбро-плагиогранитоидная серия образовалась в островодужной геодинамической обстановке – на ранней стадии развития Южно-Гиссарской палеоостровной дуги из мантийной базальтовой магмы и соответствует надсубдукционным островодужным гранитоидам. Мантийный субстрат, из которого выплавлялись первичные базитовые магмы, породившие широкую гамму плутонических пород от габбро до лейкоплагиогранитов, – это шпинелевые лерцолиты деплетированной мантий при объёме 15-20% степени выплавления.

Габбро-плагиогранитоидная серия Южно-Гиссарской тектонической зоны относится к потенциально рудоносным плутоническим сериям [6]. С Харангонским габбро-плагиогранитоидным плутоном генетически тесно связана группа скарново-магнетитовых месторождений, образующих одноименное железорудное поле в бассейне р. Харангон – левого притока р. Варзоб на южном склоне Гиссарского хребта, а с Ханакинским интрузивом плагиогранитов вместе с каратагскими базальтами – колчеданно-полиметаллическое оруденение.

Геология и вещественный состав скарновых образований месторождений Харангонского рудного поля

Харангонское скарново-железорудное поле включает три небольших магнетитовых месторождения: Нижне-, Средне- и Верхнехарангонское, приуроченные к контактовой зоне останцев карбонатных пород S_2-D_1 и базальтов C_{1-2} с габбро-плагиогранитоидами Харангонского полифазного плутона. Согласно Н.А.Блохиной [7], несмотря на общность геологических условий, каждое из трех месторождений (рудопроявлений – по автору) имеет свои особенности. Краткая характеристика геологии и минералогии скарново-магнетитовых месторождений Харангонского железорудного поля приводится по данным Р.Б.Баратова и Н.А.Блохиной [7, 8].

Нижнехарангонское скарново-магнетитовое месторождение приурочено к останцу карбонатных пород S_2-D_1, представленных доломитами, известняками, заключенными между базальтами и кварцевыми диоритами-тоналитами, с одной стороны, и плагиогранитами – с другой. По доломитам развиты магнезиальные и известковые (апомагнезиальные) скарны, а по плагиогранитам – известковые. Вмещающие базальты превращены в амфиболовые породы.

Магнезиальные скарны месторождения слагают тело линзообразной формы, внутри которого развиты останцы скарнированных доломитов (кальцифиры), кварц-полевошпатово-хлоритовых и кварц-полевошпатово-серицитовых роговикоподобных (апогранитоидных) пород. На магнезиальные скарны наложены послемагматические известковые скарны. Известковые скарны слагают разно ориентированные жильные тела, пересекающие плагиогранитоиды. Основное рудное тело, имеющее форму удлиненной линзы размером 30 × 4,0 м, залегает в карбонатных породах и магнезиальных скарнах. Вмещающие оруденение породы подвержены постмагматическому изменению, замещены тремолитом, флогопитом, хлоритом, тальком, гидромагнезитом, серпентином. Интенсивному

гидротермальному изменению подвержены базальты и плагиограниты, не содержащие оруденения. В них также проявлены эпидотизация и скаполитизация, а в плагиогранитах – окварцевание. Плагиограниты превращены в амфиболовые и кварцево-амфиболовые эпидозиты.

Среднехарангонское скарново-магнетитовое месторождение образовано на контакте базальтов с плагиогранитами. В пределах месторождения установлены скарны, сохранившиеся в виде останцев среди разных по составу метасоматитов: амфиболовых, хлорит-серпентиновых и серпентиновых. Последние разности метасоматитов развиты широко. Вмещающие скарны и метасоматиты плагиограниты подвержены эпидотизации, амфиболизации и скаполитизации вплоть до образования амфиболовых и кварц-амфиболовых эпидозитов со скаполитом.

В пределах Среднехарангонского месторождения выделены пять рудных линз с размерами от 3,0 до 20 м в длину. Они локализованы в базальтах, где замещали их и, вероятно, доломиты и скарны, а также в плагиогранитах, где развивались по ксенолитам вулканических пород. Массивные магнетитовые руды окаймляются зоной вкрапленных магнетитовых руд. Отмечается незначительная сульфидная минерализация в виде пирита и халькопирита вдоль нарушения среди базальтов. На площади Среднехарангонского месторождения гипергенные минералы представлены гидроокислами железа, малахитом, серой и др.

Верхнехарангонское скарново-магнетитовое месторождение по условиям образования сходно с первыми двумя магнетитовыми месторождениями. Согласно данным Н.А.Блохиной [7], месторождение расположено в зоне контакта плагиогранитов с базальтами, содержащими многочисленные линзы доломитов, и пересеченными жилами плагиогранит-порфиров. Широко развиты разнообразные гидротермальные метасоматические породы, возникшие по доломитам, скарнам, базальтам и плагиогранитам. По доломитам, скарнам и базальтам развиты амфиболовые, тальково-амфиболовые, хлоритовые, хлорит-серпентиновые и серпентиновые метасоматиты. Среди метасоматитов скарны встречаются в виде останцев. Плагиограниты замещаются эпидотом, актинолитом, скаполитом и кварцем с образованием эпидозитов и скаполит-кварц-эпидот-амфиболовых пород; среди них иногда встречаются небольшие жилы гранат-пироксеновых и пироксеновых скарнов.

В пределах Верхнехарангонского месторождения развиты 13 линзообразных тел магнетита, наибольшие из них размером 30 × 6,0 м. Магнетитовые рудные тела залегают в измененных базальтах, образуются в основном за счет замещения доломитов, скарнов и, отчасти, вулканитов. На площади месторождения Верхний Харангон также установлена незначительная сульфидная минерализация, представленная халькопиритом и пиритом, контролируемая зонами небольших разрывных нарушений.

Следовательно, на площади Харангонского железорудного поля развиты как магнезиальные, так и известковые скарны, а также гидротермальные метасоматиты, сопутствующие магнетитовое оруденение. Скарны развиты на всех месторождениях, но более широко они представлены на Нижнехарангонском. Выделяются пироксеновые, гранат-пироксеновые, гранатовые, монтичеллитовые скарны, а также эпидозиты [7].

• **Пироксеновые скарны** образуются за счет карбонатных пород, небольшие выходы их встречаются также в эндоскарновой зоне. Это мелко- и среднезернистые породы серо-зеленого цвета, сложенные в основном пироксеном. В виде незначительных включений в пироксеновых скарнах отмечаются везувиан, гранат и шпинель. Шпинель характерна для пироксеновых экзоскарнов. Пироксеновые скарны, особенно экзоскарны, замещены интенсивно амфиболом, хлоритом, кальцитом, серпентином и др.

• **Гранат-пироксеновые скарны** встречаются как в эндоскарновой, так и в экзоскарновой зонах. Гранат-пироксеновые эндоскарны широко развиты на площади месторождения Нижний Харангон, где образуют неправильные жило- и гнездообразные тела в плагиогранитоидах. Гранат-пироксеновые экзоскарны известны также на площади Нижне- и Верхнехарангонского месторождений. На площади месторождения Нижний Харангон они установлены в контакте плагиогранитов с карбонатами; часто между ними развита зона монтичеллитовых скарнов. На месторождении Верхний Харангон гранат-пироксеновые экзоскарны встречаются в виде останцев среди серпентинитов. Сложены они пироксеном и коричнево-бурым или медово-желтым гранатом. Кроме пироксена и граната, также в эндоскарнах отмечаются везувиан, эпидот, сфен, а в экзоскарнах – везувиан и шпинель. Для гранат-пироксеновых скарнов амфибол, хлорит, кальцит и серпентин являются обычными.

• **Гранатовые скарны**, как и пироксеновые, встречаются редко, развиты вблизи выхода магнетитового рудного тела на площади месторождения Нижний Харангон, а также в виде небольших линз наблюдаются в составе жильных скарновых тел среди плагиогранитов. Гранатовые скарны – это светлые, буроватые среднезернистые породы.

• **Монтичеллитовые скарны и эпидозиты** – это очень мало распространенные метасоматические породы. Монтичеллитовые скарны встречаются только на одном из участков экзоскарновой зоны Нижнехарангонского месторождения. Монтечеллитовые скарны – это светлые или слегка буроватые среднезернистые породы, состоящие из монтичеллита. Из второстепенных минералов в монтичеллитовых скарнах встречается диопсид и везувиан. Минералы замещены вторичными серпентином, кальцитом и хлоритом.

• **Эпидозиты** развиты в эндоскарновой зоне среди плагиогранитоидов, образуют жилы и гнёзда или слагают зальбанды жильных скарновых тел. Главный минерал эпидозитов – эпидот, также в них присутствуют амфибол до 20% (амфиболовый эпидозит), кварц до 30% (кварцевый эпидозит). Амфиболовые и кварцевые эпидозиты ассоциируются вместе. Редко в эпидозитах отмечаются коричнево-бурый гранат, светлый пироксен и скаполит. Последний ассоциирует с кварцем. Из реликтовых минералов в эпидозитах обычны плагиоклаз, кварц, а также хлорит, кальцит и серпентин. Акцессорные минералы – апатит и сфен.

Пироксен и гранат являются распространенными минералами харангонских скарнов. Образуют пироксеновые, гранат-пироксеновые, везувиан-гранат-пироксеновые и шпинель-пироксеновые скарны. Пироксен представлен в виде короткостолбчатых светло-зеленых кристаллов. Пироксен бесцветный, замещается гранатом, везувианом, амфиболом, шеридантом, тальком, кальцитом и серпентином. По оптическим константам и химическому составу пироксен представлен моноклинной разновидностью и принадлежит к салит-авгиту [7].

Гранат встречается как в эндо-, так и в экзоскарнах, а также в эпидозитах и измененных плагиогранитоидах. Представлен коричнево-бурыми, светло-бурыми и янтарно-желтыми цветовыми разновидностями. Янтарно-желтый гранат является характерным только для экзоскарнов. Гранаты относятся к гроссуляр-андрадитовому ряду. Отличительная их особенность – повышенное содержание пироповой молекулы (7-14%), особенно в гранатах из экзоскарновой зоны.

Монтичеллит – типичный минерал монтичеллитовых скарнов. Минерал бесцветный, прозрачный, со стеклянным блеском, изометричной формы.

Форстерит встречается в кальцифирах и скарнах. В скарнах форстерит сосуществует с пироксеном. Под микроскопом в шлифах минерал бесцветный. Образует изометричные или овальные по форме зёрна, часто окруженные буроватой оторочкой.

Шпинель, везувиан, эпидот, амфибол-тремолит, скаполит и кварц также являются типоморфными минералами скарновых образований месторождений рудного поля.

Таким образом, в пределах Харангонского скарново-магнетитового месторождения наряду с магнезиальными скарнами магматической стадии (шпинель, форстерит), также развиты известковые апомагнезиальные (салит-авгит, монтичеллит, магнезиальный везувиан, гранат) и апогранитоидные жильные скарны (гранат, пироксен, везувиан), образовавшиеся в послемагматическую стадию при инфильтрационных процессах. Промышленное магнетитовое оруденение локализуется в магнезиальных и апомагнезиальных известковых скарнах, доломитах, реже, в базальтах и сопровождается их тремолитизацией, флогопитизацией, хлоритизацией и серпентинизацией, причем последняя является завершающей.

Вещественный состав магнетитовых руд месторождения Средний Харангон

Среди железорудных объектов бассейна р. Харангон наиболее перспективное с благоприятными горно-техническими и геолого-экономическими условиями – месторождение Средний Харангон. Скарново-магнетитовое рудное тело залегает среди базальтов, имеет неправильную форму, линейно вытянуто в северо-западном направлении. Ширина рудного тела колеблется от 0,5 до 15 м при протяженности от 3,0 до 38 м. Среднее содержание магнетита в руде 69,4%. Руда представлена сплошным и вкрапленным типами, сложена магнетитом, мартитом и гематитизированным лимонитом. В магнетитовом рудном теле и вмещающих базальтах по зонам нарушений отмечается сульфидная минерализация, где присутствуют пирит и халькопирит. В зоне окисления развиты гипс, ярозит, самородная сера и гидроокислы железа.

Результаты минералогического и химического анализов проб магнетитовой руды Среднехарангонского месторождения свидетельствуют о том, что магнитная фракция целиком состоит из магнетита, а немагнитная часть сложена кварцем (90%), полевым шпатом (5,0%), светлой слюдой (4,0%) и пиритом (1,0%).

Магнетитовые руды скарново-железорудного месторождения Средний Харангон характеризуются повышенными содержаниями $\sum Fe_2O_3$ – 88,28-92,80%, FeO (22,92-23,24%) и пониженными Al_2O_3 (0,50-0,69%). Из элементов-примесей в составе руд отмечаются высокие содержания, г/т: Ni – 160, Cu – 250-290 и Zn – 190-200. Концентрация в руде Co, V и Ti несколько низкая, тем не менее магнетитовые руды Харангонского месторождения можно отнести к природно-легированным типам богатых железных руд.

Магнетитовые руды Среднехарангонского месторождения разрабатываются Душанбинским цементным заводом и используются в качестве огарка для производства портландцемента марки 400. Общие прогнозные ресурсы магнетитовых руд здесь по категории P_2 с содержанием оксидов Fe не менее 62% оцениваются в 5,0 млн. т [9]. Руды этого месторождения, как показывают химические анализы, комплексные, помимо повышенного содержания железа, они также обогащены Ni, Cu и Zn. В связи с этим, необходимо организовать металлургическое производство, а металлургические шлаки использовать в производстве портландцемента.

Связь колчеданно-полиметаллического оруденения с плагиогранитами Ханакинского интрузива

В Южно-Гиссарской зоне, в междуречье Ханака-Лючоб, геолого-поисковыми работами, проведёнными в 60-70-е годы прошлого столетия коллективом геологов Южно-Таджикской геолого-разведочной экспедиции Управления геологии Совета Министров ТаджССР (ныне Главное управление геологии при Правительстве Республики Таджикистан) выявлено Шамольское колчеданно-полиметаллическое рудопроявление.

Колчеданно-полиметаллическое рудопроявление Шамол находится в верховье р. Ханака. В структурном плане оно контролируется зоной Зараисангского разлома юго-западного направления, который в приустьевой части одноименной реки сопрягается с Богаинским разломом широтного простирания. Колчеданно-полиметаллическое рудопроявление Шамол приурочено к зоне интенсивно дроблённых и метасоматически измененных пород, развитых по базальтам каратагской серии. Постмагматические процессы на площади рудопроявления выражены в каолинизации, окварцевании, серицитизации, баритизации, пренитизации и карбонатизации базальтов.

На площади рудопроявления Шамол геологами выделены сульфидно-серицито-карбонатно-кварцевые, серицит-магнетит-кварцевые и карбонатно-гидрослюдисто-серицито-магнетито-кварцевые типы метасоматитов. Рудные минералы метасоматитов представлены сфалеритом, смитсонитом, галенитом, халькопиритом, арсенопиритом, а также минералом зоны окисления – малахитом. Рудная минерализация развита в зоне мощностью от 100 до 600 м и протяженностью около 2,0 км. По составу руд, связи с базальтами и геодинамическим обстановкам проявления, месторождение Шамол относится к колчеданно-полиметаллическому типу, известному как рудно-алтайский тип или тип Куроко. Колчеданно-полиметаллическое рудопроявление Шамол отнесено к комплексному золотосодержащему рудно-формационному типу [10].

Колчеданные месторождения, как правило, формируются в начальную стадию эвгеосинклинального цикла развития в связи с базальтовым магматизмом [11]. Большинство геологов образование колчеданных месторождений связывают с подводным базальтовым магматизмом. В Южно-Гиссарской зоне колчеданная минерализация образовалась также в ранней стадии развития зоны в генетической связи с подводным базальтовым вулканизмом C_{1-2}. Колчеданно-полиметаллическое проявление Шамол пространственно приурочено к полю развития базальтоидов каратагской серии.

Вопрос о генезисе колчеданных месторождений – спорный, дискуссионный. В проблеме генезиса колчеданных месторождений существует много предположений и гипотез. Одна из гипотез формирования колчеданной минерализации предполагает, что колчеданные месторождения являются гидротермальными метасоматическими образованиями, возникшими после полного завершения вулканической деятельности и смятия вулканогенных пород в складки и их метаморфизма. Поэтому, происхождение колчеданных месторождений связывают с субвулканическими интрузиями кварцевых альбитофиров,

широко развитых в колчеданных рудных полях, и с плагиогранитными интрузиями, свойственными офиолитовой формации ранней стадии развития складчатых сооружений [11].

Генетическая связь колчеданно-полиметаллического рудопроявления Шамол с базальтоидным магматизмом – это неоспоримый факт. Однако, роль Ханакинской плагиогранитной интрузии как важного источника рудоносных гидротермальных растворов в образовании колчеданно-полиметаллической минерализации вовсе не следует исключать. Мы предполагаем, что генезис колчеданно-полиметаллического рудопроявления Шамол – полигенный, и в образовании колчеданного оруденения важную роль сыграли как островодужные пиллоу-базальты каратагской серии, так и плагиограниты Ханакинского интрузива, являющиеся комагматичными образованиями. Так, Шамольское колчеданно-полиметаллическое проявление генетически связано с островодужным базальт-габбро-плагиогранитоидным мантийным магматизмом C_{1-2}.

Заключение

Габбро-плагиогранитоидная серия Южно-Гиссарской зоны Южного Тянь-Шаня относится к потенциально рудоносным плутоническим сериям в отношении скарнового и колчеданного типов эндогенного оруденения. С Харангонским полифазным габбро-плагиогранитоидным плутоном генетически тесно связана группа скарново-магнетитовых месторождений в бассейне р. Харангон, а в отношении колчеданно-полиметаллического оруденения рудопроявления Шамол предполагается полигенное происхождение, связанное как с базальтами каратагской серии, так и с плагиогранитами Ханакинского интрузива.

Шамольское колчеданно-полиметаллическое и другие эндогенные проявления рудной минерализации междуречья Каратаг-Ханака-Лючоб-Варзоб и в целом Южно-Гиссарской тектонической зоны, заслуживают в дальнейшем детального геологического и минерально-ресурсного изучения. Для оценки экономического потенциала рудных проявлений Южно-Гиссарской зоны и вовлечения их в горно-рудное производство полного технологического-металлургического цикла рекомендуется проведение более детальных геолого-разведочных работ на важных и перспективных объектах района.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Кузнецов Ю.А.* Главные типы магматических формаций. - М.: Недра, 1964. - 387 с.

2. *Таусон Л.В.* Геохимические типы и потенциальная рудоносность гранитоидов. - М.: Наука, 1977. - 280 с.

3. *Ветров Е.В., Черных А.И., Бабин Г.А.* Раннепалеозойский гранитоидный магматизм Восточно-Таннуольского сектора Тувинского магматического пояса: геодинамическая позиция, возраст и металлогения // Геология и геофизика. - 2019. - Т. 60. - № 5. - С. 641-665.

4. *Баратов Р.Б., Ходжиев А.К., Ниёзов А.С., Мамаджанов Ю.* Петрогеохимические особенности и рудоносность островодужной габбро-плагиогранитоидной серии Южно-Гиссарской зоны Южного Тянь-Шаня // Мат-лы республ. науч. конф. «Современные вопросы геодинамики и минерагении Памиро-Тянь-Шаня», посвящ. 90-летию со дня рожд. акад. АН РТ Баратова Р.Б. - Душанбе: Дониш, 2012. - С 149-164.

5. *Konopelko D., Seltman R., Mamadjanov Yu., Romer R.L., Rojas-Agramonte Y., Jeffries T., Fidaev D., Niyozov A.* A geotraverse across two paleo-subduction zones in Tien Shan, Tajikistan // Gondwana Research. - 2017. - V. 47. - P. 110-130.

6. *Ходжиев А.К., Мамаджанов Ю., Аминов Дж.Х., Ашуралиев С.Б., Халимов Г.А., Назриев Х.Н.* Габбро-плагиогранитоидные серии Памиро-Тянь-Шаня: особенности геологии, петрогеохимии, генезиса и рудоносности // Мат-лы науч.-практ. конф., посвящ. 85-летию Института геологии и геофизики и 110-летию со дня рожд. акад. Х.М.Абдуллаева «Актуальные проблемы геологии, геофизики и металлогении». - Т.: Lesson Press, 2022. - Т. 1. - С. 160-164.

7. *Блохина Н.А.* Скарны Харангонского магнетитового месторождения (Южный Гиссар) // Изв. АН ТаджССР, отд. физ.-мат. и геол.-хим. наук. - 1975. - № 4 (58). - С. 58-66.

8. *Баратов Р.Б., Блохина Н.А.* Скарново-рудные образования Южного склона Гиссарского хребта / Тр. Института геологии АН ТаджССР. - 1957. - Вып. 2. - С. 135-254.

9. *Орманова Р.А., Вольнов Б.А.* Возможность использования и прогнозная оценка железных руд долины р. Харангон для цементной промышленности // Докл. АН РТ. - 1997. - Т. 40. - № 7-8. - С. 68-72.

10. *Ниёзов А.С.* Геологические условия формирования золоторудного оруденения Таджикистана // Наука, новые технологии и инновации Кыргызстана. - 2014. - № 5. - С. 97-98.

11. *Смирнов В.И.* Колчеданные месторождения // Генезис эндогенных рудных месторождений. - М.: Недра, 1968. - С. 586-645.

Статья представлена членом редколлегии, докт. геол.-мин. наук Х.Д.Ишбаевым.

© Э.М.Амиров, 2025

Э.М.Амиров

ШАРКИЙ БУКАНТОВ ТОҒЛАРИ МАГМАТИК ҲОСИЛАЛАРИНИНГ ПЕТРОКИМЁВИЙ ХУСУСИЯТЛАРИ



Амиров Элмурод Мансуриддин ўғли – Ҳ.М.Абдуллаев номидаги Геология ва геофизика институти катта илмий ходими, геол.-мин. фанлари бўйича фалсафа доктори (PhD), катта илмий ходим.
E-mail: amirov.7992@gmail.com

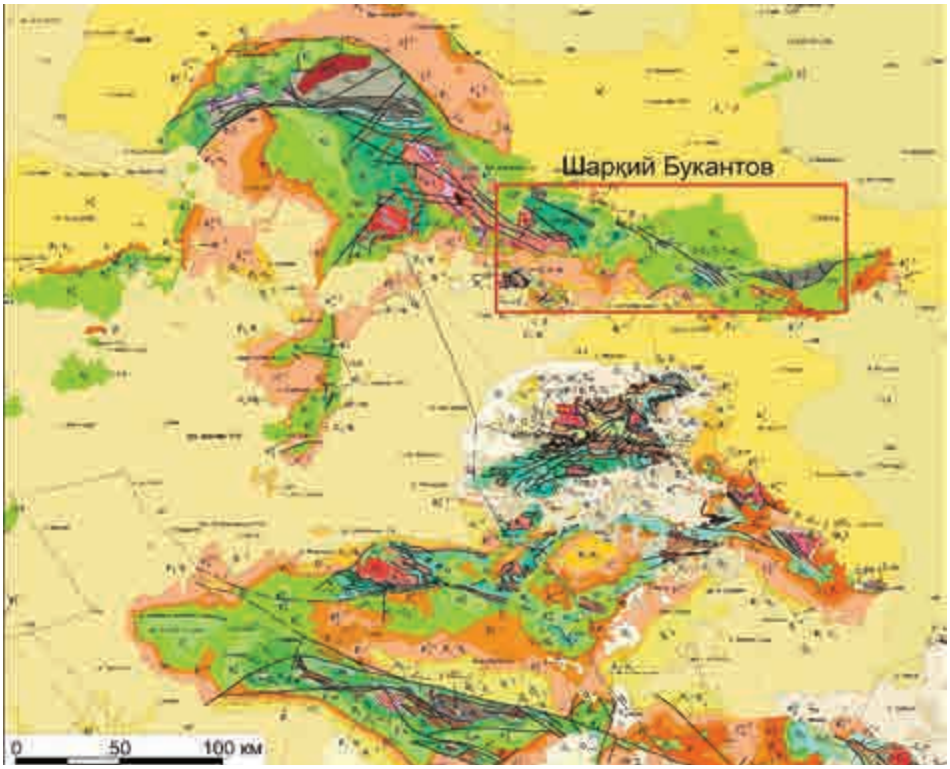
Ҳозирги кунда магматик тоғ жинсларининг кимёвий таркиби, диагностика, таснифлаш, корреляция, петрогенетик моделлаштириш ва магматик ҳосилаларнинг геокимёвий ихтисослашувини аниқлаш каби муаммоларини ҳал қилишга имкон берадиган энг муҳим кўрсаткичлардан бири – бу петрокимёвий таҳлилдир. Петрокимёвий тадқиқотлар ҳар қандай петрологик ишларнинг асосий таркибий қисмидир, шу жумладан геологик хариталашда тоғ жинсларининг таркиби ва генетик, қиёсий петрографик ва бошқа натижаларнинг талқинлари каби муаммоларини ҳал қилиш учун, кимёвий моддаларни аниқлаш натижаларини статистик таҳлил қилишдан иборат [1-4].

Петрокимёвий тадқиқотлар натижалари мавҳум моддани эмас, балки аниқ магматик объектни – маълум бир геологик позицияни эгаллаган ва бошқа геологик жинслар билан маълум муносабатларда бўлган геологик таналарни тавсифлайди. Шунга кўра, петрокимёвий тадқиқотлар натижаларининг тўғрилиги ва ишончлилигининг асосий шартлари ўрганилаётган намунанинг, шунингдек, аниқланган петрокимёвий хоссаларнинг геологик, моддий ва статистик жиҳатдан аниқлиги ҳисобланади. Магматик жинсларнинг кимёвий таркиби етакчи ташҳис хусусиятларидан биридир. У жинсларнинг минералогик таркибини акс эттиради [1, 4].

Замонавий петрокимё магматизм, кристалланиш дифференциация жараёнлари, жинсларнинг ассимиляцияси оқибатларини ўрганиш, тоғ жинслари таркибини, шаклланиш чуқурлигини, жинслардаги ўхшаш петрографик фарқларнинг формацион таҳлили, уларнинг ўрни ва тузилишини таққослашда ва тектоник-магматик босқичлар каби мураккаб масалаларни ҳал қилиш учун ишлатилади [1].

Тадқиқот объекти Шарқий Букантов тоғлари Марказий Қизилқумнинг асосий маъданли минтақаларидан бири бўлиб, ҳудудда мезо-кайнозой қоплами ва пойдевор очилмалари ўртасидаги муносабат 1:4 нисбатда (1-расм). Майдондаги пойдевор жинсларида олтин, кумуш, вольфрам конлари ва мезо-кайнозой ётқизиқларида номаъдан ҳомашёлар ҳамда қурилиш материаллари кенг тарқалган. Тадқиқот майдони Букантовнинг шарқий қисмидаги Турбай, Окжетпес, Жетимтов ва Тахтатов тоғ кўтарилмаларини ўз ичига олади (Назаров ва б., 2022). Ҳудуд геотектоник жиҳатдан Жанубий Тян-Шаннинг Зарафшон-Туркистон структуравий формацион зонасининг бурмали тузилмалари тизимида жойлашган [5].

Шарқий Букантовнинг геологик тузилишида мезозойгача бўлган чўкинди, чўкинди-метаморфлашган ва магматик ҳосилалар Турбай, Окжетпес, Жетимтов, Қатиртас тоғ кўтарилмаларида, майдоннинг асосий катта



1-расм. Марказий Қизилқумнинг схематик харитасида тадқиқот объектининг тутган ўрни.

қисмида эса нисбатан қалин бўлмаган тўртламчи ётқизиқлар билан қопланган юқори бўр, палеоген, неоген системаларининг ётқизиқлари остида кузатилади.

Шарқий Букантов тоғларида магматик тоғ жинслари кўп миқдорда ва турли таркибда тарқалган. Лекин унча катта туб очилмалар ҳосил қилмаган. Улар таркиби бўйича хилма хил бўлиб, турли мажмуалар жинслари сифатида намоён бўлади. Ҳудуднинг магматик ҳосилалари турли вақтларда И.Х.Хамрабаев, З.А.Юдалевич, Я.Б.Айсанов, А.А.Рубанов, Х.Р.Рахматуллаев, В.А.Борисов, Ф.К.Диваев, В.Н.Ушаков, В.Д.Гордон, С.И.Ильин, М.С.Карабаев, Э.М.Амиров ва б. [6-10] томонидан ўрганилган.

Шарқий Букантов тоғ кўтарилмаларининг геологик ривожланишидаги эндоген маданлашув шаклланишида етакчи аҳамият касб этувчи герцин тектоник-магматик боскичи интрузив магматизм намоёндаларининг петрокимёвий хусусиятларини аниқлаш борасида, дастлаб аввалги тадқиқотчилар илмий ишлари натижаларида мавжуд бўлган кимёвий таҳлил натижалари тўпланди ва уларга қўшимта равишда тоғ жинслари турлари бўйича янги таҳлиллар ўтказилди («Марказий лаоратория», таҳлилчи И.Е.Гусанова). Тўпланган маълумотлар натижалари интрузив ҳосилаларнинг турли хил диагностик диаграммаларида (TAS-диаграмма, учбурчак, Харкер ва б.) таҳлил қилинди ва тегишли хулосалар чиқарилди. Бу таҳлилларни бажаришда ишончли маълумотларни олиш мақсадида ўрганилаётган тоғ жинсларининг иккиламчи жараёнлар туфайли нисбатан ўзгармаган намуналари жалб этилди.

Шарқий Букантов тоғларидаги интрузив тоғ жинсларининг кимёвий таркиблари тавсифи, уларнинг петрокимёвий коэффициентлари ва норматив таркиби 1, 2-жадвалларда келтирилган.

Интрузив таналар. Бунда петрокимёвий коэффициентлардан глинозёмлик (al') кўрсатгичлари бўйича саутбай мажмуасини ҳосил қилган монцогаббролар, монцогаббродиоритлар, габбродиоритлар, монцодиоритлар субдукция шароитида, саритов мажмуаси нордон таркибли тоғ жинслари нисбатан юқори глинозёмликка эга ва улар гранитогнейс қаватда (коллизион) шаклланганлиги кўрсатмокда. Саутбай мажмуаси жинслари таркиби бўйича $^{87}Sr/^{86}Sr$ = 0,70684 нисбат петрокимёвий хулосаларга кўра мажмуанинг риф шароитида шаклланганлигини кўрсатади (Ю.С.Савчук, Ф.К.Диваев, 1993). Фемиклик (f') кўрсатгичлари барча тоғ жинсларида 1,64-21,33 оралиғидаги қийматларга эга, бу барча тоғ жинсларини ҳосил қилувчи асосий минераллар рангсиз яъни лейкократли эканлигини билдиради. Темирлилик (кф) коэффициентлари бўйича тоғ жинслари ўрта темирдорликга мансуб.

1-жадвал

Шарқий Букантов тоғлари интрузив тоғ жинсларининг кимёвий таркиби

Тоғ жинси	Саутбай мажмуаси													Саритов мажмуаси						
	монцогаббро					монцогаббродиорит			габбродиорит			монцодиорит		гранодиорит				гранит		
Т/р	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Намуна	Тр-727	Кт-390	Кт-391	Кт-392	Кт-398	Тр-705	Кт-396	Кт-402	НБ-111	НБ-113	Кт-406	Кт-393	Кт-399	Тр-707	Тр-711	Тр-607	Тр-608	Тр-54	Тр-80	Тр-87
SiO_2	48,24	45,78	49,61	47,58	50,29	54,63	52,31	52,48	52,77	53,41	54,81	52,78	53,78	65,70	66,92	65,1	65,05	71,04	70,98	70,63
TiO_2	0,590	1,020	1,090	0,690	0,980	0,870	0,950	0,920	0,870	0,960	0,950	0,770	0,750	0,380	0,340	0,3	0,31	0,03	0,02	0,08
Al_2O_3	16,72	15,30	15,30	15,30	14,96	20,68	22,56	21,13	13,87	13,82	12,67	17,39	16,99	14,91	14,95	13,85	13,48	12,46	12	12,31
Fe_2O_3	3,27	4,15	1,87	3,15	1,93	2,34	2,70	2,81	4,33	9,15	5,09	1,54	1,04	1,64	1,17	0,93	0,93	0,52	0,51	0,54
FeO	4,92	5,64	5,42	5,03	5,42	4,45	5,21	5,36	1,72	1,87	1,58	3,95	3,78	0,86	2,08	1,67	1,77	0,94	0,77	1,15
MnO	0,150	0,094	0,098	0,098	0,093	0,11	0,059	0,083	0,05	0,08	0,22	0,098	0,098	0,050	0,061	0,04	0,05	0,03	0,03	0,04
MgO	8,05	6,96	6,35	6,52	7,26	4,65	3,73	4,43	8,47	9,27	8,84	3,33	2,97	0,71	0,60	1,21	1,19	0,3	0,31	0,32
CaO	7,43	6,45	6,17	6,25	5,19	5,75	5,56	5,40	6,64	5,40	7,13	6,45	6,42	3,36	3,22	2,84	2,54	2,11	2,05	2,09
Na_2O	1,09	2,80	3,27	2,90	2,33	3,75	1,14	1,28	4,26	3,84	3,27	4,20	4,10	4,58	3,70	3,89	3,91	3,89	3,86	3,84
K_2O	2,80	2,48	2,48	2,48	2,35	2,40	4,50	3,90	0,48	0,31	1,16	2,39	2,30	2,40	2,25	2,15	2,01	2,71	2,85	2,25
P_2O_5	0,28	0,32	0,54	0,41	0,98	0,20	0,18	0,18	0,40	0,46	0,66	0,49	0,48	0,15	0,13	0,11	0,10	0,04	0,04	0,03
ППП	4,88	3,92	2,88	4,92	3,82	0,06	0,26	0,54	3,78	1,02	0,02	0,10	2,75	2,72	2,66	5,58	5,58	5,23	5,82	5,96
H_2O	0,22	0,83	0,80	0,80	1,12	0,08	0,11	0,39	<0,10	<0,10	0,31	0,38	0,31	0,32	0,33	0,13	0,12	0,04	0,04	0,05
CO_2	0,17	3,14	3,14	3,14	3,25	0,02	0,17	0,33	2,15	<0,20	2,55	3,35	2,36	2,31	1,65	1,95	1,97	0,1	0,1	0,1
SO_3	0,98	0,77	<0,10	0,64	<0,10	<0,10	0,55	0,80	0,12	0,14	0,26	2,77	1,19	<0,10	<0,10	0,12	0,1	0,1	0,1	0,1
Σ	99,79	99,65	99,02	99,91	99,98	99,99	99,99	100,03	99,91	99,73	99,52	99,98	99,32	100,09	100,06	99,87	99,11	99,54	99,48	99,49
Петрокимёвий коэффициентлар																				
al’	1,03	0,91	1,12	1,04	1,02	1,81	1,94	1,68	0,96	0,68	0,82	1,97	2,18	4,65	3,88	3,64	3,47	7,08	7,55	6,12
f’	16,98	17,86	14,83	15,49	15,69	12,42	12,65	13,60	15,44	21,33	16,68	9,68	8,64	3,64	4,25	4,15	4,25	1,82	1,64	2,13
Кф	50,43	58,45	53,46	55,65	50,32	59,35	67,95	64,84	41,67	54,31	42,99	62,23	61,87	77,85	84,42	68,24	69,41	82,95	80,50	84,08
t	3,47	5,71	7,35	4,46	6,25	7,00	7,51	6,76	5,63	4,50	5,70	7,95	8,68	10,45	8,00	7,23	7,29	1,65	1,22	3,76

1-жадвал давоми

T/p	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Na_2O+K_2O	3,89	5,28	5,75	5,38	4,68	6,15	5,64	5,18	4,74	4,15	4,43	6,59	6,40	6,98	5,95	6,04	5,92	6,60	6,71	6,09
Na_2O/K_2O	0,39	1,13	1,32	1,17	0,99	1,56	0,25	0,33	8,88	12,39	2,82	1,76	1,78	1,91	1,64	1,81	1,95	1,44	1,35	1,71
Fe_2O_3/FeO	0,66	0,74	0,35	0,63	0,36	0,53	0,52	0,52	2,52	4,89	3,22	0,39	0,28	1,90	0,56	0,56	0,53	0,55	0,66	0,47
Норматив таркиби CIPW (PetroExplorer) бўйича																				
Кварц	6,49	7,11	5,54	8,22	12,95	2,86	11,8	26,24	6,84	7,26	12,89	21,28	13,9	28,39	32,87	31,71	33,05	33,49	33,58	34,84
Плагиоклаз	36,76	28,71	34,84	28,82	21,85	58,76	31,38	1,66	52	51,62	40,91	25,01	40,69	39,78	35,94	33,17	31,48	41,14	39,35	41,38
Ортоклаз	16,55	14,66	14,66	14,66	13,89	14,18	26,59	23,05	2,84	1,83	6,86	14,12	13,59	14,18	13,3	12,71	11,88	16,02	16,84	13,3
Корунд	0,7	5,3	4,6	5,55	7,79	2	7,23	16,59	0,36	-	0,89	8,63	4,22	4,39	4,72	4,89	5,18	-	-	0,19
Диопсид	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,81	-	-	-	-	-	-	-	0,58	1,61	-
Гиперстен	25,41	20,93	22,42	21,73	24,82	16,38	15,06	18,87	21,1	21,78	22,02	13	12,24	1,77	3,79	4,82	4,93	1,7	0,93	2,33
Ильменит	1,12	3,84	2,07	1,31	1,86	1,65	1,8	1,75	1,65	1,82	1,8	1,46	1,42	0,72	0,65	0,57	0,59	0,06	0,04	0,15
Магнетит	4,74	6,02	2,71	4,57	2,8	3,39	3,91	4,07	3,02	3,24	2,34	2,23	1,51	1,67	1,7	1,35	1,35	0,75	0,74	0,78
Гематит	-	-	-	-	-	-	-	-	2,25	6,91	3,48	-	-	0,49	-	-	-	-	-	-
Апатит	0,65	0,74	1,25	0,95	1,07	0,46	0,42	0,42	0,93	1,07	1,53	1,14	1,11	0,35	0,3	0,25	0,23	0,09	0,09	0,07
Na_2SO_4	1,74	1,37	0,02	1,14	0,02	0,02	0,98	1,42	0,21	0,25	0,46	4,91	2,11	0,02	0,02	0,21	0,18	0,18	0,18	0,18
Кальцит	0,39	7,14	7,14	7,14	7,39	0,05	0,39	-	4,89	0,05	5,8	7,62	5,37	5,25	3,75	4,43	4,3	0,23	0,23	0,23
Na_2CO_3	-	-	-	-	-	-	-	0,79	-	-	-	-	-	-	-	-	0,19	-	-	-
Σ	94,54	95,81	95,25	94,09	94,43	99,75	99,56	94,86	96,08	98,65	98,97	99,41	96,16	97,01	97,02	94,12	93,36	94,24	93,59	93,44

Изох. al' = $Al_2O_3/(Fe_2O_3 + FeO + FeO)$ – глинозёмлиги, f' = $Fe_2O_3 + FeO + MnO + MgO + TiO_2$ – фемиклиги, кф = $((Fe_2O_3 + FeO)/(Fe_2O_3 + FeO + MgO)) \times 100$ – темирдорлиги, t = $TiO_2/(Fe_2O_3 + FeO + MnO + MgO + TiO_2) \times 100$ – титандорлиги.

2-жадвал

Шарқий Букантов тоғлари интрузив (дайкалар) тоғ жинсларининг кимёвий таркиби

Тоғ жинси	Гранодиорит							Гранит		Диорит порфирит					Спессартит				Керсантит	
Т/р	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Намуна	Тр-716	Тр-727а	Тр-732	Тр-744а	Ср-109	Ср-64	Тр-609	Тр-734	Тр-735а	Тр-715	Кт-404	Бл-1	Ср-86	Ср-95	Ср-133	Ср-57	Тр-73	Тр-314	Тр-36	Ср-131
SiO_2	68,25	67,60	66,90	67,95	64,47	65,45	64,89	69,48	69,95	56,27	57,30	57,23	57,12	57,24	52,63	54,93	54,06	53,29	47,23	47,22
TiO_2	0,470	0,300	0,350	0,310	0,46	0,37	0,36	0,350	0,300	0,850	0,760	0,67	0,68	0,68	0,560	0,5	0,47	0,38	1	1,1
Al_2O_3	15,16	14,33	14,37	14,61	15,01	14,74	14,68	15,17	14,75	15,94	14,97	14,29	15,68	14,24	14,19	15,65	15,41	14,83	13,93	13,92
Fe_2O_3	0,38	0,40	0,73	1,77	1,23	1,23	1,21	0,69	0,78	2,20	3,91	1,58	1,49	1,58	2,18	2,07	2,4	2,49	2,46	2,46
FeO	2,94	2,08	2,05	2,86	4,09	3,84	4,04	1,72	1,51	3,95	2,66	4,74	4,82	4,79	4,37	4,6	4,47	5,88	6,38	6,41
MnO	0,032	0,032	0,035	0,036	0,06	0,05	0,06	0,027	0,015	0,065	0,041	0,08	0,08	0,09	0,13	0,09	0,14	0,15	0,15	0,16
MgO	0,81	0,91	1,40	0,91	3,37	3,34	3,41	0,70	0,80	5,64	3,33	6,31	6,33	6,31	3,98	3,85	5,06	5,11	8,33	8,32
CaO	2,94	2,66	2,80	2,66	4,53	4,51	4,53	1,40	1,40	5,46	4,50	4,52	4,62	4,25	7,12	7,4	8,17	8,01	8,17	8,18
Na_2O	4,17	4,86	4,49	4,42	3,82	3,81	3,88	4,97	4,92	3,07	0,92	3,01	3,1	3,02	2,54	2,82	2,71	2,57	1,96	1,97
K_2O	3,05	2,80	2,22	2,65	2,1	2,12	2,1	2,20	1,90	2,50	3,70	2,17	2,14	2,07	0,73	0,83	0,78	0,71	3,09	3,07
P_2O_5	0,140	0,120	0,140	0,130	0,24	0,15	0,25	0,130	0,120	0,320	0,140	0,31	0,32	0,31	0,430	0,01	0,07	0,03	0,46	0,47
ППП	0,30	0,90	1,92	0,50	0,09	0,02	0,14	2,40	2,50	2,94	4,58	3,72	3,9	3,9	9,32	4,59	5,75	5,79	6,58	6,45
H_2O	0,86	0,19	0,33	0,20	0,15	0,1	0,1	0,24	0,15	0,28	0,39	0,21	0,25	0,23	0,58	0,14	0,1	0,09	0,07	0,04
CO_2	0,33	1,87	2,15	0,58	0,28	0,15	0,19	1,05	0,66	0,11	0,25	1,05	1,27	1,17	0,35	0,42	0,24	0,41	0,06	0,06
SO_3	0,24	1,40	<0,10	0,91	0,1	0,12	0,1	<0,10	0,97	<0,10	1,76	0,11	0,19	0,12	1,13	0,1	0,1	0,1	0,12	0,11
Σ	100,07	100,45	99,89	100,49	100,00	100,00	99,94	100,53	100,73	99,59	99,21	100,00	101,99	100,00	100,24	98,00	99,93	99,84	99,99	99,94
Петрокимёвий коэффициентлар																				
al’	3,67	4,23	3,43	2,64	1,73	1,75	1,70	4,88	4,77	1,35	1,51	1,13	1,24	1,12	1,35	1,49	1,29	1,10	0,81	0,81
f’	4,63	3,72	4,57	5,88	9,21	8,83	9,08	3,49	3,41	12,70	10,70	13,38	13,40	13,45	11,22	11,11	12,54	14,01	18,32	18,45
Кф	80,37	73,17	66,54	83,56	61,22	60,29	60,62	77,50	74,14	52,14	66,35	50,04	49,92	50,24	62,20	63,40	57,59	62,09	51,49	51,60
t	10,15	8,06	7,66	5,27	4,99	4,19	3,96	10,03	8,80	6,69	7,10	5,01	5,07	5,06	4,99	4,50	3,75	2,71	5,46	5,96

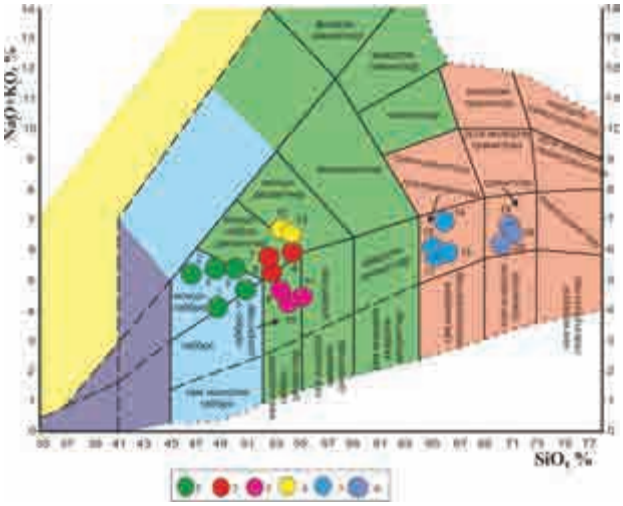
2-жадвал давоми

T/p	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Na_2O+K_2O	7,22	7,66	6,71	7,07	5,92	5,93	5,98	7,17	6,82	5,57	4,62	5,18	5,24	5,09	3,27	3,65	3,49	3,28	5,05	5,04
Na_2O/K_2O	1,37	1,74	2,02	1,67	1,82	1,80	1,85	2,26	2,59	1,23	0,25	1,39	1,45	1,46	3,48	3,40	3,47	3,62	0,63	0,64
Fe_2O_3/FeO	0,13	0,19	0,36	0,62	0,30	0,32	0,30	0,40	0,52	0,56	1,47	0,33	0,31	0,33	0,50	0,45	0,54	0,42	0,39	0,38
Норматив таркиби CIPW (PetroExplorer) бўйича																				
Кварц	25,23	31,94	29,87	33,25	19,02	20,12	19,13	30,94	35,63	8,57	41,59	13,7	13,83	14,95	20,44	12,82	11,38	10,69	-	-
Плагиоклаз	45,3	32,54	36,77	38,22	49,62	48,73	48,96	40,97	37,27	48,28	0	38,51	37,79	36,43	44,39	56,6	50,2	48,27	36,3	36,4
Ортоклаз	18,02	16,55	13,12	15,66	12,41	12,53	12,41	13	11,23	14,77	21,87	12,82	12,65	12,23	1,65	4,9	4,61	4,2	18,26	18,14
Корунд	1,06	4,87	4,82	3,14	-	-	-	4,82	5,11	-	12,96	2,09	1,81	2,91	-	-	-	-	-	-
Диопсид	-	-	-	-	0,97	2,59	2,33	-	-	1,55	-	-	-	-	-	0,48	8,57	7,98	13,39	13,41
Гиперстен	6,33	5,26	6,07	0,02	13,66	12,48	13,18	3,75	3,63	17,34	8,69	22,01	22,26	22,08	15,21	15,26	13,92	17,43	8,09	8,1
Оливин	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10,28	10,16
Ильменит	0,89	0,57	0,66	0,59	0,87	0,7	0,68	0,66	0,57	1,61	1,44	1,27	1,29	1,29	1,06	0,95	0,89	0,15	1,9	2,09
Магнетит	0,55	0,58	1,06	1,87	1,78	1,78	1,75	1	1,13	3,19	5,67	2,29	2,16	2,29	3,16	3	3,48	3,61	3,57	3,57
Гематит	-	-	-	0,48	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Апатит	0,32	0,28	0,32	0,3	0,56	0,35	0,58	0,3	0,28	0,74	0,32	0,72	0,74	0,72	1	0,02	0,16	0,07	1,07	1,09
Na_2SO_4	0,43	2,48	0,02	1,61	0,18	0,21	0,18	0,02	1,72	0,02	2,32	0,2	0,34	0,21	2	0,18	0,18	0,18	0,21	0,2
Кальцит	0,75	4,25	4,67	2	0,64	0,34	0,43	2,19	1,5	0,25	0	2,39	2,89	2,66	0,8	0,96	0,55	0,93	0,14	0,14
Na_2CO_3	-	-	0,23	-	-	-	-	0,21	-	-	0,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Σ	98,88	99,33	97,61	97,16	99,7	99,83	99,64	97,87	98,06	96,32	96,25	95,99	95,76	95,78	89,72	95,18	93,94	93,51	93,19	93,29

Изох. al' = $Al_2O_3/(Fe_2O_3 + FeO + FeO)$ – глинозёмлиги, f' = Fe_2O_3+FeO + MnO + MgO + TiO_2 – фемиклиги, кф = $((Fe_2O_3 + FeO)/(Fe_2O_3 + FeO + MgO)) \times 100$ – темирдорлиги, t = $TiO_2/(Fe_2O_3 + FeO + MnO + MgO + TiO_2) \times 100$ – титандорлиги.

Тоғ жинслари кимёвий таҳлил натижалари норматив таркиблари ўрганилганда деярли барча тоғ жинсларида корунд аниқланди бу тоғ жинсларининг ер пўстига хослигидан дарак беради [1].

Кимёвий таҳлил натижалари интрузив тоғ жинсларининг таснифлаш майдонларини аниқлаш учун TAS-диаграммасига [11] SiO_2-(Na_2O+K_2O) туширилди (2-расм).



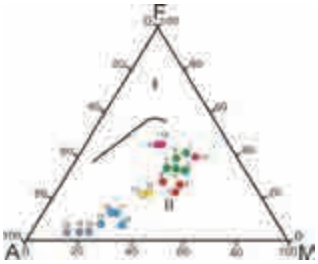
2-расм. Шарқий Букантов тоғларида тарқалган интрузив тоғ жинсларининг TAS-диаграммасида SiO_2–(Na_2O+K_2O) (Шарпенок ва б., 2013) тутган ўрни. *1* – монцогаббролар; *2* – монцогаббродиоритлар; *3* – габбродиоритлар; *4* – монцодиоритлар; *5* – гранодиоритлар; *6* – гранитлар.

Олинган натижалар ўрганилаётган майдондаги интрузив тоғ жинсларидан монцогаббролар, монцогаббродиоритлар, монцодиоритлар ўрта ишқорли, габбродиоритлар, гранодиоритлар ва гранитлар нормал ишқорли эканлигини кўрсатди (2-расм). Магматик жинсларни петрокимёвий сериясини аниқловчи AFM диаграммасида Шарқий Букантов тоғлари интрузив мажмуалари тоғ жинслари баъзи габбродиорит намуналаридан ташқари, яққол оҳак-ишқорли жинслар майдонга тўғри келмоқда ва улар шу серияга мансублигини эътироф этади (3, *а*-расм).

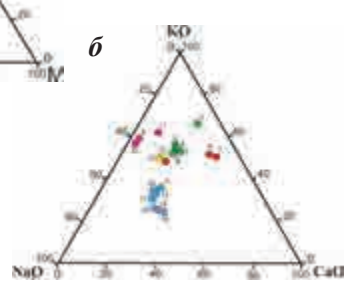
Тоғ жинсларининг CaO-Na_2O-K_2O таркибий диаграммасида (3, *б*-расм) саутбай мажмуаси тоғ жинслари намуналари калий оксидига яқинроқ майдонда жойлашган. Саритов мажмуаси жинслари таркибини акс эттирувчи нуқталар диаграмманинг марказий қисмига яқин жойни эгаллаган, сабаби улар нордон, ва ўрта асослига яқин бўлган ҳосилалардир.

Харкер вариацион диаграммасидаги титан, кальций оксидлари миқдорий таҳлили шуни

а



б



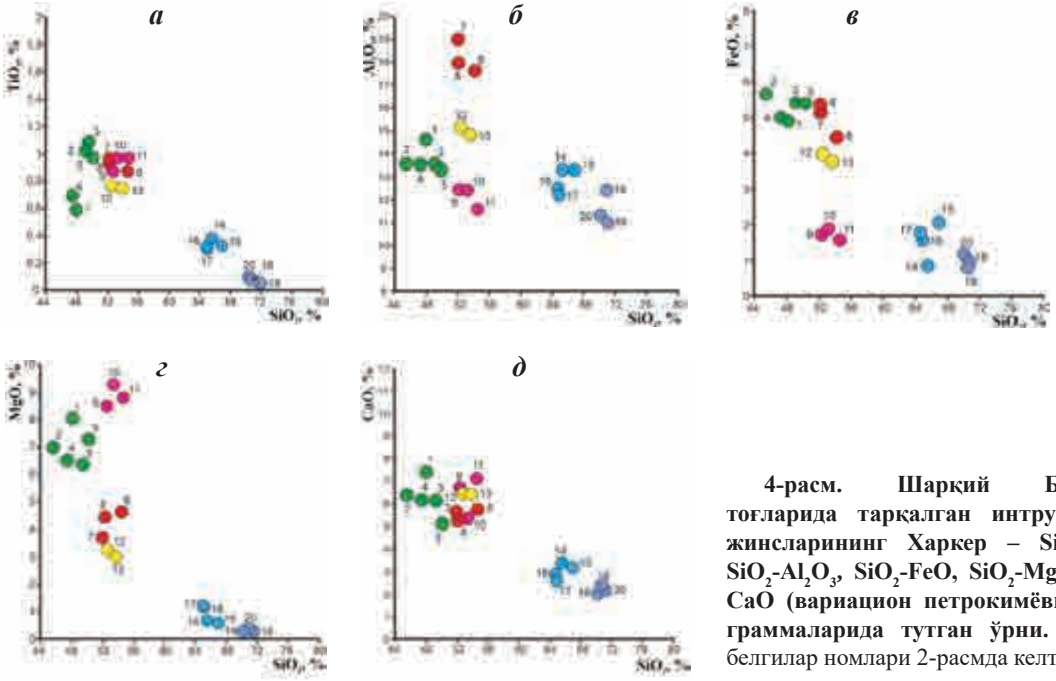
3-расм. Шарқий Букантов тоғларида тарқалган интрузив тоғ жинсларининг: ***а*** – (Na_2O+K_2O)–(Fe_2O_3+FeO)–MgO (AFM; Куно ва б., 1964) ва ***б*** – CaO–Na_2O–K_2O (Дж.Грин ва А.Полдерваарт, 1974) учталик диаграммаларида тутган ўрни. Шартли белгилар номлари 2-расмда келтирилган.

кўрсатадики, саутбай ва саритов мажмуалари интрузив тоғ жинслари таркибини ифодаловчи нуқталарнинг барчаси битта эволюцион чизиқ бўйлаб ётади, икки диаграммада ҳам саритов ва саутбай мажмуалари жинслари алоҳида алоҳида майдонни эгаллаган ҳолда жойлашган, алюминий оксидини ифодаловчи диаграммада барча жинслар турли майдонларда, темир оксидини ифодаловчи диаграммада габбродиоритлар намуналарини ифодаловчи нуқталардан ташқари барчаси битта чизиқни эгаллаган, магний оксидини ифодаловчи диаграммада саритов мажмуаси жинсларини ифодаловчи нуқталар бир-бирига яқин майдонларда қолган, намуналар алоҳида майдонларда жойлашган (4-расм).

Дайкалар. Бунда петрокимёвий коэффициентлардан глинозёмлик (al') кўрсатгичлари бўйича диорит порфиритлар субдукция шароитида, лампрофир дайкалари чуқур қаватда, гранит ва гранодиоритли дайкалар нисбатан юқори глинозёмликга эга ва улар гранитогнейс қаватда (коллизион) шаклланганлигини кўрсатмоқда. Фемиклик (f') кўрсатгичлари барча тоғ жинсларида 3,41-18,45 оралиғидаги қийматларга эга, бу барча тоғ жинсларини ҳосил қилувчи асосий минераллар рангсиз яъни лейкократли эканлигини билдиради.

Темирлилик (Кф) коэффициентлари бўйича тоғ жинслар ўрта темирдорликга мансуб.

Тоғ жинслари кимёвий таҳлил натижалари норматив таркиблари ўрганилганда лампрофирлардан бошқа барча (баъзи гранодиорит намуналаридан ташқари) тоғ жинсларида корунд



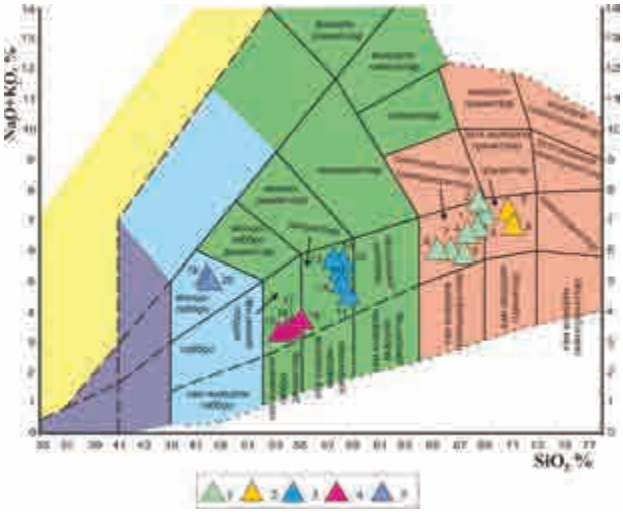
4-расм. Шарқий Букантов тоғларида тарқалган интрузив тоғ жинсларининг Харкер – SiO_2-TiO_2, SiO_2-Al_2O_3, SiO_2-FeO, SiO_2-MgO, SiO_2-CaO (вариацион петрокимёвий) диаграммаларида тутган ўрни. Шартли белгилар номлари 2-расмда келтирилган.

аниқланди ва бу тоғ жинсларининг ер пўстига хослигидан дарак беради.

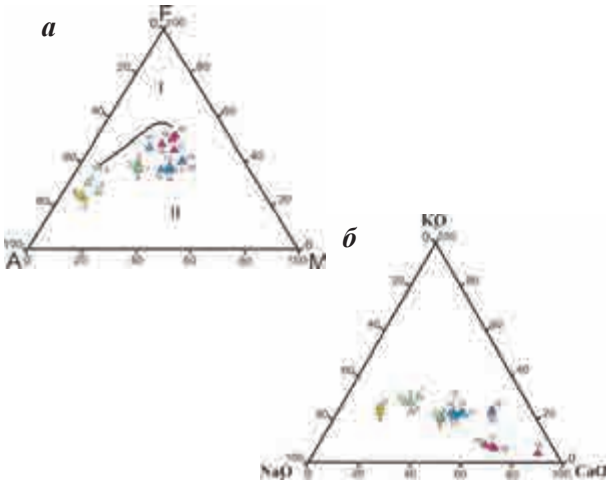
Кимёвий таҳлил натижалари дайкали тоғ жинсларининг таснифлаш майдонларини аниқлаш учун TAS-диаграммасига [11] SiO_2-(Na_2O+K_2O) туширилди (5-расм). Олинган натижалар ўрганилаётган майдондаги дайкали тоғ жинсларининг асосий қисми нормал ишқорли эканлигини кўрсатди. Бундан истисно сифатида, керсантит таркибли дайкаларнинг намуналари ўрта ишқорли майдонга тўғри келмоқда (5-расм).

Магматик жинсларни петрокимёвий серияcини аниқловчи AFM диаграммасида Шарқий Букантов тоғлари интрузив (дайкалар) тоғ жинслари яққол оҳакли-ишқорли жинслар майдонига тўғри келади (6, *а*-расм). Тоғ жинсларининг CaO-Na_2O-K_2O таркибий диаграммасида спессартит ва керсантит, камроқ диорит порфирит намуналари кальций оксидига яқинроқ майдонда жойлашган, бу тоғ жинсларининг ўрта ва асосли эканлигидан ҳамда таркибидаги плагиоклазлар асосан андезин-лабрадор турларидан ташкил топганлигини кўрсатади (6, *б*-расм). Нордон дайкалар намуналари таркибини акс эттирувчи нуқталар диаграмманинг марказий қисмига яқин (гранитлар натрий оксиди бурчаги томонда) жойда жойлашган.

Харкер вариацион диаграммасидаги темир, магний, кальций оксидлари миқдорий таҳлили

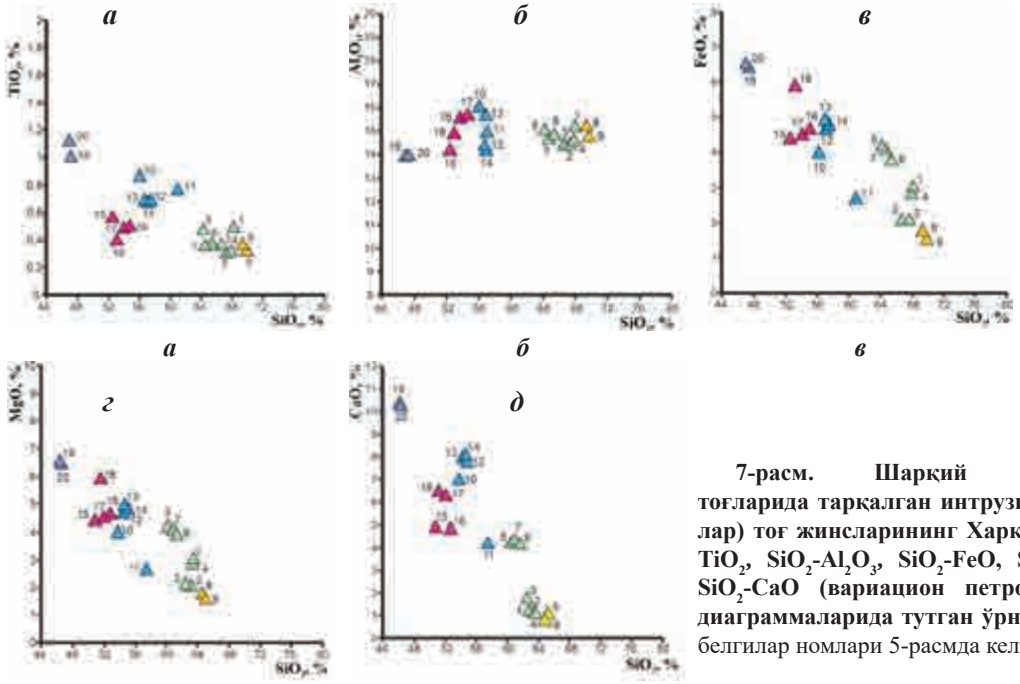


5-расм. Шарқий Букантов тоғларида тарқалган дайкали тоғ жинсларининг TAS-диаграммасида SiO_2–(Na_2O+K_2O) (Шарпенок ва б., 2013) тутган ўрни. *1* – гранодиоритлар; *2* – гранитлар; *3* – диорит порфиритлар; *4* – спессартитлар; *5* – керсантитлар.



6-расм. Шарқий Букантов тоғларида тарқалган интрузив (дайкалар) тоғ жинсларининг. *а* – Na_2O+K_2O–Fe_2O_3+FeO–MgO (AFM; Куно ва б., 1964) ва *б* – CaO–Na_2O–K_2O (Дж.Грин ва А.Полдерваарт, 1974) учталик диаграммаларида тутган ўрни. Шартли белгилар номлари 5-расмда келтирилган.

шуни кўрсатадики, нордон, ўрта ва асос интрузив (дайкали) тоғ жинслари таркибини ифодаловчи нуқталарнинг барчаси битта эволюцион чизиқ бўйлаб ётади, титан оксидини ифодаловчи диаграммада бу ҳолат қисман кузатилади, лекин алюминий оксидини ифодаловчи диаграммада улар ушбу эволюцион чизиқда ётмаслигини кўрсатади (7-расм).



7-расм. Шарқий Букантов тоғларида тарқалган интрузив (дайкалар) тоғ жинсларининг Харкер – SiO_2-TiO_2, SiO_2-Al_2O_3, SiO_2-FeO, SiO_2-MgO, SiO_2-CaO (вариацион петрокимёвий) диаграммаларида тутган ўрни. Шартли белгилар номлари 5-расмда келтирилган.

ХУЛОСА

Майдондаги интрузив таналарни ҳосил қилган саутбай мажмуаси жинслари монцогаббролар, монцогаббродиоритлар, габбродиоритлар, монцодиоритлар субдукция шароитида, саритов мажмуаси нордон таркибли тоғ жинслари нисбатан юқори глинозёмли ва улар ма'нбаси гранитогнейс қаватда. Дайка таналарини ҳосил қилган жинслардан диорит порфиритлар субдукция шароитида, лампрофир дайкалари чуқур қаватда, гранит ва гранодиоритлар гранитогнейс қаватда (коллизион) шаклланган. Монцогаббролар, монцогаббродиоритлар, монцодиоритлар ўрта ишқорли, габбродиоритлар, гранодиоритлар ва гранитлар нормал ишқорли, дайкали жинсларнинг асосий қисми нормал ишқорли эканлиги, бундан истисно сифатида, керсантит таркибли дайкаларнинг намуналари ўрта ишқорли эканлиги аниқланди.

АДАБИЁТЛАР

1. Практическая петрология: методические рекомендации по изучению магматических образований применительно к задачам госгеолкарт / Отв. ред. *Л.Н.Шарпенок.* - С.-П.: ВСЕГЕИ, 2017. - 168 с.

2. *Ефремова С.В., Стафеев К.Г.* Петрохимические методы исследования горных пород. Справочное пособие. - М.: Недра, 1985. - 511 с.

3. *Стефанова М.* Петрохимия магматических пород. - М.: Мир, 1980. - 404 с.

4. *Бородин Л.С.* Петрохимия магматических серий. - М.: Наука, 1987. - 260 с.

5. *Бискэ Ю.С.* Палеозойская структура и история Южного Тянь-Шаня. - С.-Пб.: С.-Петербургский ун-т, 1996. -192 с.

6. *Бахтиёров О.Э.* Турбай майдони магматик, метасоматик ҳосилалари ва уларнинг маъдандорлиги (Шарқий Букантов): Фалсафа доктори диссертацияси автореферати. - Т., 2025. - 46 б.

7. Каталог интрузивных массивов Узбекистана / Под ред. *И.Х.Хамрабаева.* - Т.: Фан, 1975. - Ч. II. - 429 с.

8. Геология и полезные ископаемые Республики Узбекистан / Гл. ред. Т.Н.Далимов. - Т.: Университет, 1998. - 724 с.

9. *Изох Э.П., Юдалевич З.А., Мушкин И.В. и др.* Формационный анализ гранитоидов Западного Узбекистана. - Новосибирск: Наука, 1975. - 457 с.

10. *Карабаев М.С., Ишбаев Х.Д.* О взаимоотношении дайковых образований с оруденением западной части Южного Тянь-Шаня (на примере гор Букантау и Северный Нуратау) // Геология и минеральные ресурсы. - 2018. - № 6. - С. 37-42.

11. *Шарпенок Л.Н., Костин А.Е., Кухаренко Е.А.* TAS-диаграмма сумма щелочей – кремнезем для химической классификации и диагностики плутонических пород // Региональная геология и металлогения. - 2013. - № 56. - С. 40-50.

Мақолани редколлегия аъзоси геол.-мин. фанлари доктори Х.Д.Ишбаев тавсия қилган.

© Коллектив, 2025

З.М.Мусахонов, Р.И.Мирсаяпов, С.К.Рузиев, Ф.Х.Менгниёзов, Н.Р.Ҳасанов

ПРИМЕНЕНИЕ МУЛЬТИСПЕКТРАЛЬНЫХ (ASTER) И СУПЕРСПЕКТРАЛЬНЫХ (WORLDVIEW-3) КОСМИЧЕСКИХ СНИМКОВ ДЛЯ ВЫДЕЛЕНИЯ ПЕРСПЕКТИВНЫХ ПОЗИЦИЙ НА ПРИМЕРЕ УЧАСТКА САНГАРДАК



Мусахонов Зайниддинхон Мухторхонович – начальник отдела ГУ «ИМР». E-mail: zmmusaxonov@mail.ru



Мирсаяпов Рафис Ильдарович – начальник сектора ГУ «ИМР». E-mail: rafismirsayapovsd@gmail.com



Рузиев Суннатилло Комилжон угли – младший научный сотрудник ГУ «ИМР». E-mail: roziyev.sunnatillo@mail.ru



Менгниёзов Фаррух Хайитмуродович – младший научный сотрудник ГУ «ИМР». E-mail: mengniyozovfarrux@gmail.com



Хасанов Нўмонжон Рахматович – младший научный сотрудник ГУ «ИМР», докт. философии (PhD) по г.-м. наукам. E-mail: numon.raxmatovich@mail.ru

Введение. В настоящее время при проведении геолого-поисковых работ важное значение имеет проведение исследований методами дистанционного зондирования Земли, которые показали свою эффективность как за границей, так и на территории нашей республики. Методы исследования дистанционным зондированием Земли соответствуют принципам геологических исследований, которые включают такие пункты как: 1) принцип последовательных приближений 2) принцип наименьших трудовых, материальных и временных затрат и др. Использование мульти- и гиперспектральных космоснимков, благодаря своему широкому охвату в территориальном значении и высокой чувствительности в коротковолновом и среднем инфракрасном диапазонах, помогает выделять геолого-структурные и тектонические особенности локализации оруденения.

Участок Сангардак располагается в северной части Байсунского хребта, на правом борту среднего течения р. Сангардак, юго-западнее сел. Бахча (рис. 1). В геологическом строении площади участвуют протерозойские образования, магматические породы девонского и нижне-каменноугольного возрастов, юрские и меловые отложения [5].

Протерозойские образования сложены гнейсами биотитовыми, силлиманит-биотитовыми, гранат-биотитовыми, двуслюдяными амфиболитами. Интрузивные образования девонского возраста приурочены к зоне Бузурутского разлома и имеют небольшие по площади выходы. На участке обнажается фрагмент Бахчинского массива гранитов мелкозернистых биотитовых, двуслюдяных, иногда с гранатом. На контакте с вмещающими породами развиты контактовые роговики, пегматиты.

Нижнекаменноугольный магматизм представлен субвулканическими липаритовыми порфирами, прорывающими все вышеописанные породы. Липаритовые порфиры (риолиты)

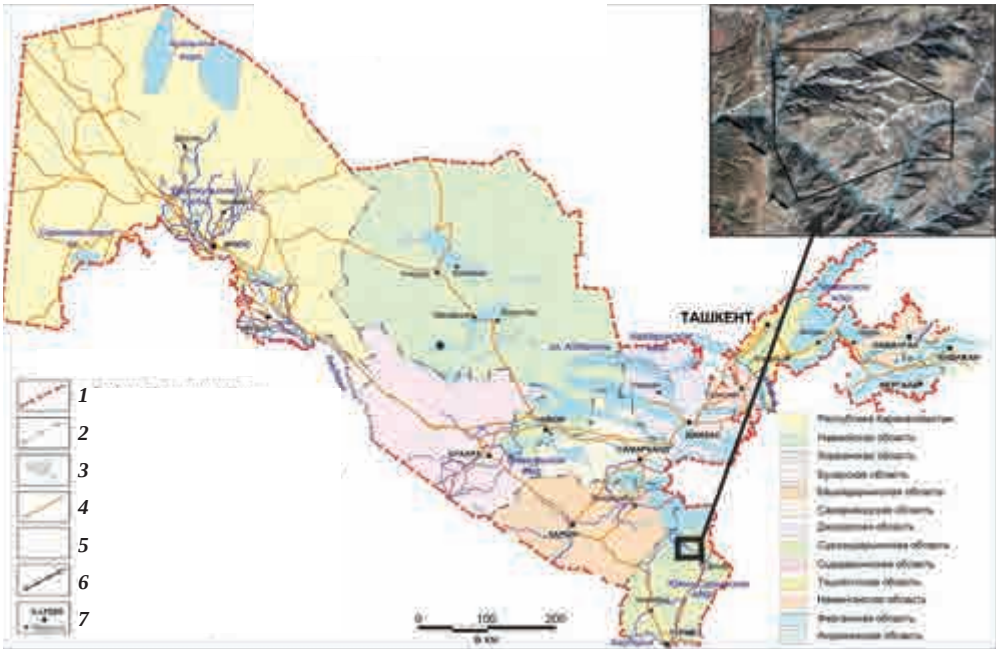


Рис. 1. Обзорная карта территории исследования. *1* – государственная граница; *2* – границы областей; *3* – выходы палеозойского фундамента; дороги: *4* – автомобильные, *5* – проселочные, *6* – железные; *7* – областные центры, поселки.

слагают массив на северо-востоке участка и дайкообразное тело вдоль Бузурутского разлома. В приконтактовой зоне липаритовые порфиры содержат мелкие ксенолиты вмещающих пород. Дайки представлены аплитами и диабазовыми порфиритами.

Методика. При прогнозе и поисках полезных ископаемых проводится дешифрирование линейных и кольцевых структур [1], которые определяются на основе аэрокосмических снимков. Общеизвестная приуроченность рудных месторождений к пересечению узлов разломов, в которых основную роль играет структурный фактор, обусловливает выявление линейных и кольцевых структур (КС) на основе визуального и автоматизированого дешифрирования цифровых материалов дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ). Современные материалы и инновационные методы обработки материалов ДЗЗ различных спектральных каналов электромагнитного диапазона, а также применяемые алгоритмы давно используются и дают положительные результаты по геологическим объектам во многих точках мира.

Для более достоверного и целенаправленного прослеживания установленных рудоносных зон в открытой и полузакрытой части площади, более точного установления контактов разных структурно-вещественных комплексов и планирования направления геологоразведочных работ на перспективу необходимо проведение космогеологических исследований на исследуемой территории.

Для решения этих задач необходимо:

1) прослеживание установленных в изученной части площади рудоконтролирующих структурно-вещественных комплексов на прилегающих к ним площадях, в большинстве перекрытых чехлом рыхлых образований, прогнозирование по возможности менее известных или новых геологических объектов, косвенно или напрямую связанных с проявлениями рудной минерализации;

2) доизучение известных и недоизученных объектов на комплексное оруденение, так как площадь характеризуется широким проявлением эндогенной рудной минерализации (золота, серебра, полиметаллов и др.).

Исследования с помощью материалов дистанционных съёмок способствуют усовершенствованию существующих и созданию новых методик исследований, доизучению геологического строения крупных регионов, выявлению факторов, ответственных за локализацию полезных ископаемых. При этом выявляются структурные закономерности локализации оруденения по отдельным площадям, изучаются связи космогеологических объектов с распределением полезных ископаемых [2].

Современные программные продукты ГИС-технологии – неотъемлемая часть интерпретации современных цифровых космогеологических данных. В процессе интерпретации данных

на разных этапах необходимо построение различных тематических карт.

В современных пакетах обработки данных, как правило, существует большое количество алгоритмов построения карт. Обоснованный выбор алгоритма, учитывающего особенности создаваемой карты, позволяет заметно повысить точность прогнозных карт при заданном наборе исходных данных [3, 4].

Изучение алгоритмов картирования ведется программными пакетами Geomatica PCI, Envi и модуля геостатического анализа (Geostatical Analyst) Гис-пакета ArcGIS 10.8.

В центре ДЗЗ и ГИС-технологий ГУ «ИМР» имеется портативный спектрорадиометр компании SPECTRAL EVOLUTION. В период полевых заверочных работ получены замеры спектрорадиометром. Полевые портативные спектрометры и спектрорадиометры компании SPECTRAL EVOLUTION могут работать от аккумулятора, поэтому их легко переносить с одного места проведения замеров на другое [7]. Данные приборы идеально подходят для измерения коэффициента отражения минералов, вегетативных исследований, анализа солнечного излучения, контроля наземных и аэро-гиперспектральных данных [8].

Одним из таких приборов является полнодиапазонный портативный спектрорадиометр PSR+3500 со следующими характеристиками:

- спектральный диапазон 350-2500 нм;
- 512-элементная Si матрица и две 256-элементные расширенные матрицы InGaAs для более точного разрешения в диапазоне ИК-области;
- спектральное разрешение 3 нм 700 нм; 8 нм 1500 нм; 6 нм 2100 нм.

Первичная подготовка материалов ДЗЗ при геологических исследованиях проводится визуальным и автоматизированными методами интерпретации. Используются мультиспектральные космические снимки Aster, Worldview-3, Landsat-8 и др. Ниже приведены их спектральные разрешения и сравнения каналов при регистрации спектральных кривых нескольких минералов в определенном диапазоне (см. далее рис. 3). Для дистанционного определения минеральных образований в рельефе из широкого спектра электромагнитного диапазона, как правило, используется длина волны 0,4-2,5 мкм. Особенно важен ближний инфракрасный диапазон (SWIR) в интервале 2,0-2,5 мкм (см. далее рис. 3). Именно в данном интервале регистрируются основные спектры гидроксидов, сульфатов, карбонатов, которые характерны для разных горных пород и вторичных гидротермальных изменений. В термальных и других инфракрасных каналах в различных интервалах спектра регистрируются зоны окварцевания, сульфидизации, аргиллизации, пропилитизации и др. [9].

Для получения более качественной информации производится обработка исходного космоснимка, так как при решении многих геологических задач непосредственное применение характеристик яркости исходных космических материалов не всегда дает удовлетворительные результаты. Чтобы улучшить результаты непосредственно увеличивается относительная четкость изображения КС, сокращается изменчивость значений пикселей, которая достигается через нормализацию солнечного излучения путем преобразования спектральной яркости, т. е. производится атмосферная коррекция, все эти этапы рассчитываются алгоритмами, встроенными в ГИС-программы. В настоящее время большая часть данных, попадающих в руки конечного пользователя, уже атмосферно скорректирована. Однако, в связи с тем, что процесс коррекции больших объемов данных полностью автоматизирован, то используемые для коррекции алгоритмы рассчитываются, исходя из усредненных показателей, не учитывая особенностей получения каждого конкретного снимка [6].

Часто встречающаяся проблема при использовании космических снимков – облачность. Ряд программных пакетов для обработки ДЗЗ относительно успешно справляется с уменьшением влияния облачности на изображение, но стоит отдельных денег и применим далеко не во всех случаях, иногда требует дополнительных данных о состоянии атмосферы на момент проведения съемки. Для модифицирования модели под конкретный снимок и выполнения коррекции необходимо выполнить следующие шаги: получить метаданные, анализ данных, модификация модели, запуск модели [6].

Входной снимок в модели должен быть единый, многоканальный файл (каналы 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, объединенные с помощью модуля Layer Stack). Результатом коррекции является атмосферно-откорректированный снимок, формат файлов – unsigned 8 bit.

Результаты и обсуждение. Исходными данными в проводимой работе являлись мультиспектральные космические снимки Aster и снимки высокого разрешения World-View-3, спектральные кривые (рис. 2),

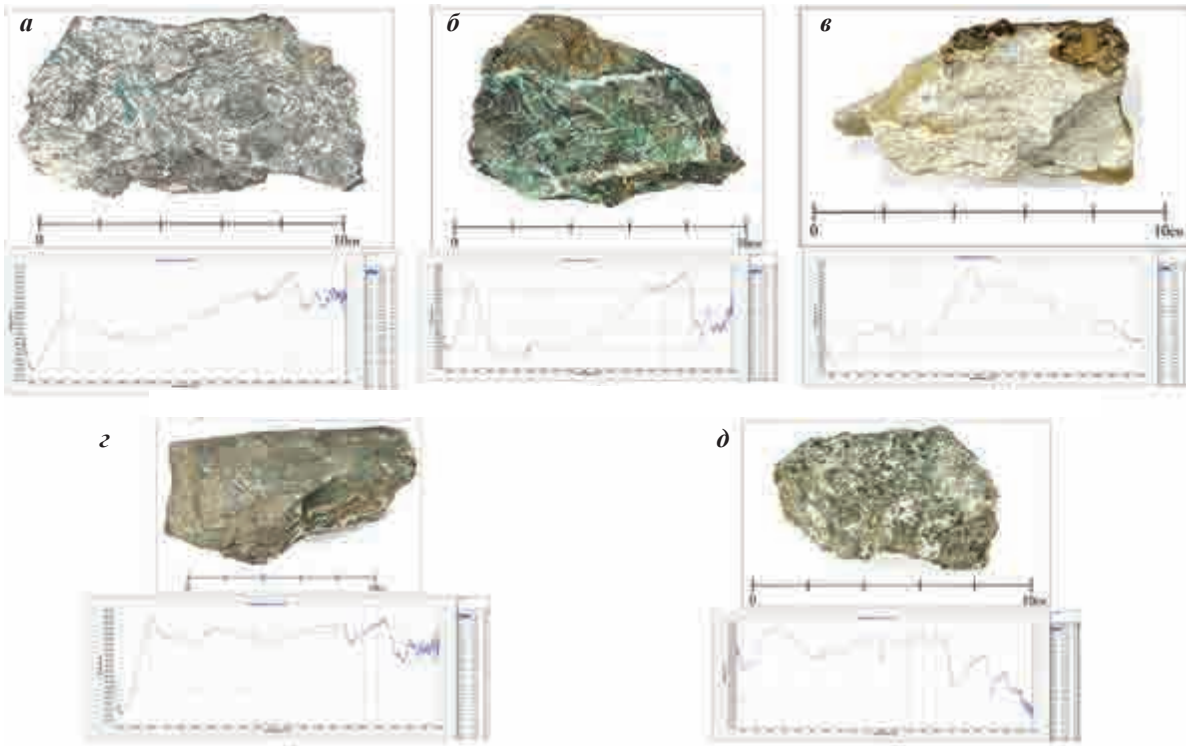


Рис. 2. Спектральные кривые отобранных проб. ***а*** – СП-1-Сангардак (туфобрекчия); ***б*** – СП-2-Сангардак (кремнистый туффит, зона малахитизации); ***в*** – СП-3-Сангардак (кремнистая порода с включениями зерен арсенопирита); ***г*** – СП-4-Сангардак (кремнистый туффит, зона малахитизации); ***д*** – СП-5-Сангардак (диорит с вкраплениями халькопирита). В программе DARWin (в вертикальной оси – прозрачность атмосферы в %, в горизонтальной оси – длина волны в нанометрах).

полученные по замерам в полевых условиях, которые в дальнейшем были экспортированы в спектральную библиотеку программного обеспечения Envi.

Для поиска площадей, выделенных с помощью эталонных сигнатур, применялось программное обеспечение Envi со встроенными спектральными библиотеками и соответствующими модулями. Для выделения горных пород или минералов с помощью спектральных библиотек используют модуль Target Detection Wizard (Мастер обнаружения объектов). Этот модуль позволяет выделить объекты на гипер- или мультиспектральных изображениях.

Объектами в данном случае являются спектральные кривые горных пород или минералов, замеренные в полевых условиях на участке Сангардак (рис. 3). Работа не претендует на 100% совпадение и представляет лишь метод, который в дальнейшем будет уточняться и детализироваться. Результаты отображены на рис. 4, 5.

Спектральные сигнатуры эталонных горных пород и минералов замерены в видимом и ближнем инфракрасном диапазоне (от 0,4 до 2,5 мкм), что соответствует спектру поглощения и излучения большинства минералов. Этот диапазон включает основные полосы поглощения, характерные для силикатов, оксидов и гидроксидов металлов, а также для органических веществ. Данные ASTER включают 14 каналов: 3 – в видимом диапазоне/ближнем ИК (0,52-0,86 мкм), 6 – в среднем ИК (1,6-2,43 мкм) и 5 – в тепловом (в данной работе не используются) с пространственным разрешением 15, 30 и 90 м соответственно. WorldView-3 – мультиспектральный коммерческий спутник сверхвысокого разрешения, обеспечивает разрешение 31 см в панхроматическом режиме, 1,24 м в мультиспектральном режиме, 3,7 м в коротковолновых ИК-каналах (SWIR). Аппаратура ведет съемку сенсорами VNIR (Visible and Near Infrared – мультиспектральный видимый и ближний инфракрасный диапазон; 8 каналов 0,45-1,04 мкм), SWIR (Shortwave Infrared – средний инфракрасный диапазон); позволяет вести съемку сквозь дымку, туман, смог, пыль, дым и облака; 8 каналов (1,195-2,365) [10].

Геохимические аномалии свинца, выявленные на правом борту верховья р. Сангардак, отмечаются совместно с аномалиями

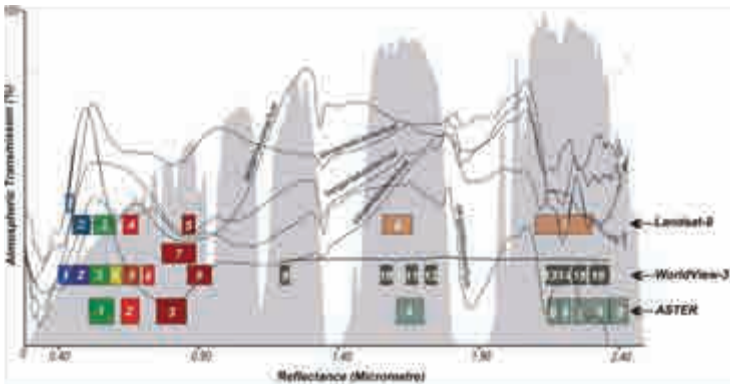


Рис. 3. Сопоставление спектральных кривых с графиком спектральных диапазонов мультиспектральных космических снимков Aster, WorldView-3.

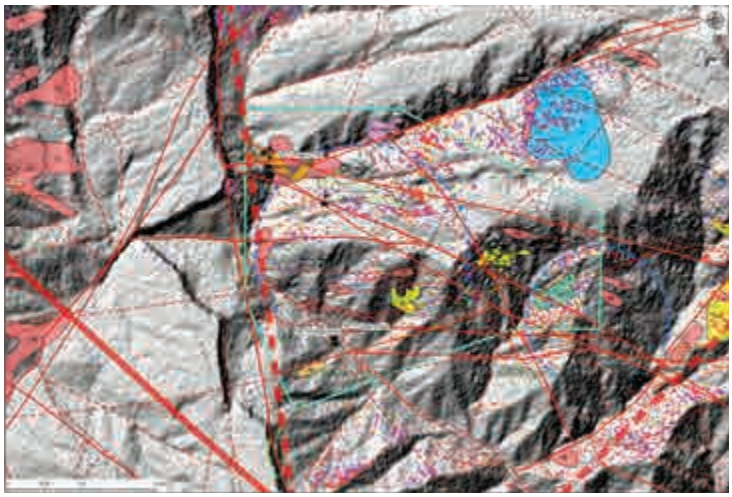


Рис. 4. Космоструктурная карта участка Сангардак с выявленными спектральными аномалиями на основе спектрорадиометрических измерений по космическому снимку Aster.

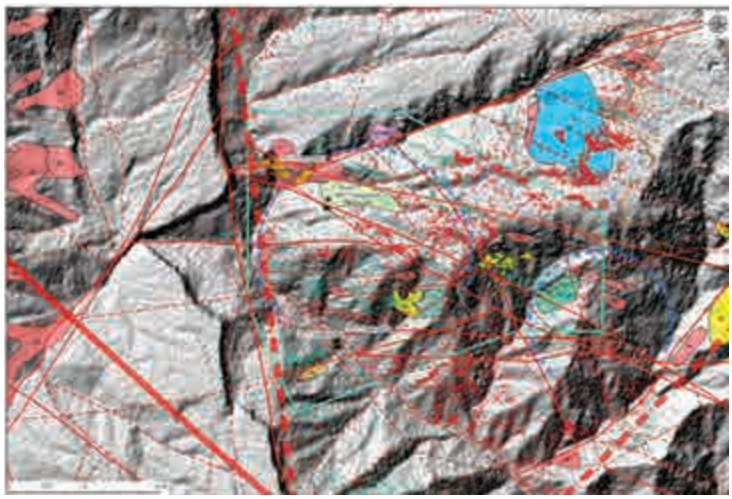
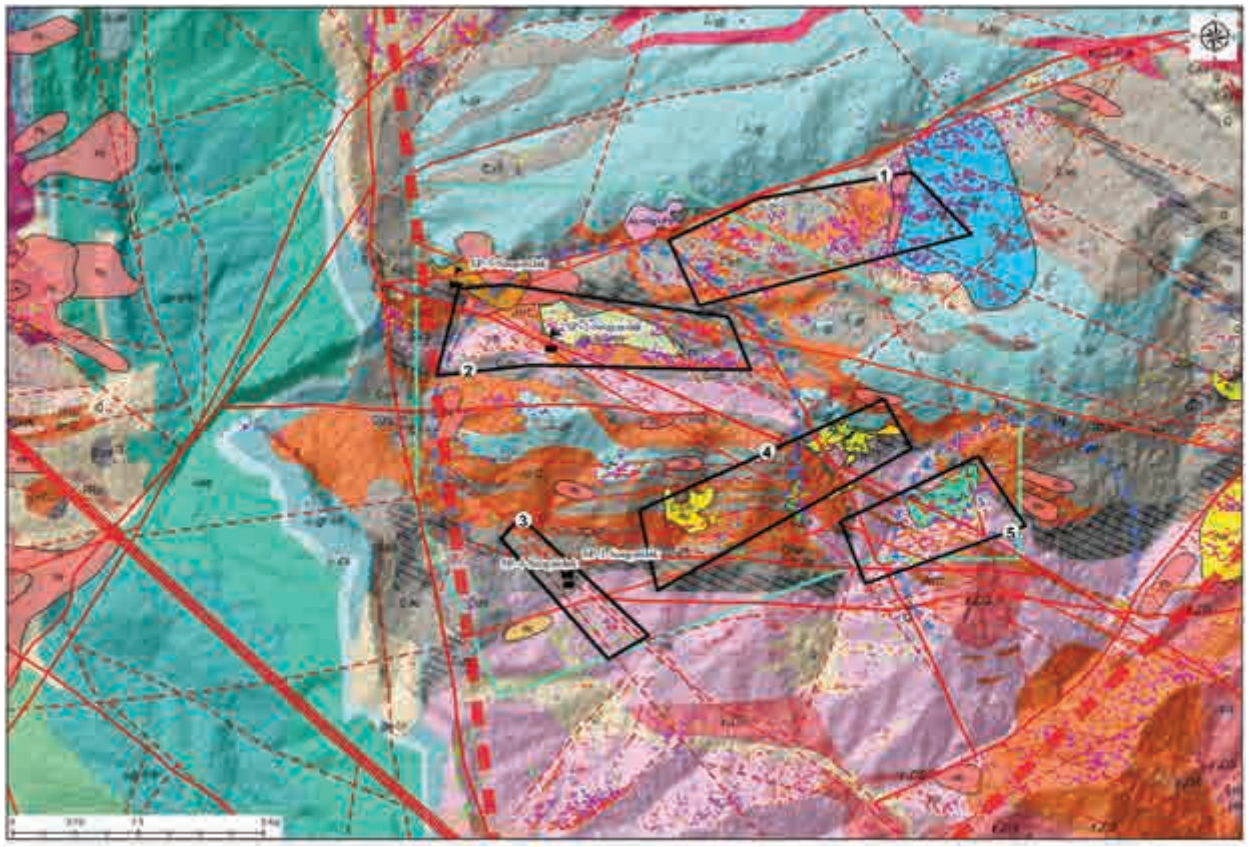


Рис. 5. Космоструктурная карта участка Сангардак с выявленными спектральными аномалиями на основе спектрорадиометрических измерений по космическому снимку Worldview-3.

Au+Ag+As, приурочены к субвулканическим интрузиям риолитовых порфиритов в зоне контакта с породами вахшиварской свиты (лавы и туфы липаритовых порфиров). Спектральные аномалии накладываются частично единичными пикселями спектральных кривых замеров эталонных образцов СП-2, 3, 5. Юго-восточнее отмечены аномалии Pb, Cu, Zn, приурочены к зоне контакта субвулканических интрузий риолитовых порфиритов с породами зойской свиты (конгломераты, песчаники, глинистые и углистые сланцы), на которые накладываются спектральные аномалии спектральных кривых замеров эталонных образцов СП-1, 2. Ореолы высокой концентрации As, Pb, Cu, Zn отмечаются в юго-восточном окончании контура исследования, в зоне контакта риолит-порфиров с протерозойскими образованиями, гнейсами, кварцитами, слюдистыми кристаллическими сланцами. Спектральные аномалии (СП-1, 2, 3, 4, 5) хорошо коррелируют с данными геохимических аномалий, отмеченных выше.

Описанная технология охватывает основные стадии поискового процесса и базируется на обработке и интегрированном анализе материалов разнородных и разноуровневых съемок. Данная методика позволяет извлекать из космоснимков дополнительную геологическую информацию и выявлять структурные элементы, не выделяемые непосредственно на снимках и их трансформациях, что существенно повышает информативность материалов космических съемок. Полученные результаты могут эффективно использоваться в любых районах с малой мощностью осадочного чехла при поисках месторождений, для которых существенную роль играет структурный фактор контроля оруденения. Краткая характеристика выделенных перспективных позиций отражена на рис. 6.

Перспективная позиция № 1 выявлена в северо-восточной части контура исследования, вытянута с запада на восток, сформирована на пересечении разломов субмеридионального и субширотного направления, а также в зоне



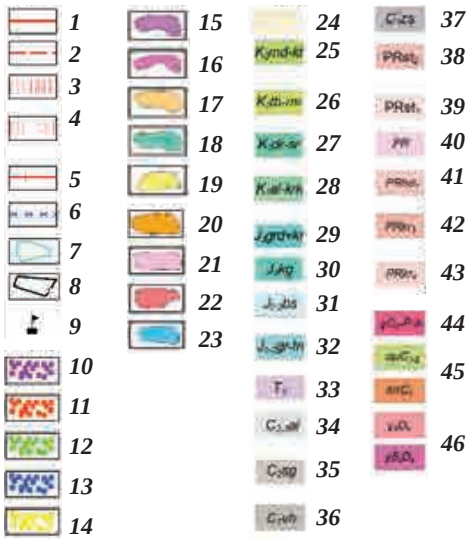


Рис. 6. Космоструктурная модель с выделенными прогнозными позициями участка Сангардак. *1* – разломы; *2* – предполагаемые разломы; *3* – отдешифрированные на КС регионального уровня генерализации; *4* – отдешифрированные на КС регионального уровня генерализации, выраженные в физических полях, *5* – отдешифрированные на КС локального уровня генерализации, отождествляемые с надвигами; *6* – кольцевые структуры; контур: *7* – площади работ, *8* – прогнозных позиций; *9* – точки спектрометрирования. Спектральные аномалии на основе спектрорадиометрических измерений: *10* – СП-1-Сангардак, *11* – СП-2-Сангардак, *12* – СП-3-Сангардак, *13* – СП-4-Сангардак, *14* – СП-5-Сангардак. Контуры геохимических аномалий по материалам Г.Н.Коробейникова, К.А.Ахуновой, В.Е.Раскина: *15* – Ag, *16* – Ag+Pb, *17* – As, *18* – As+Pb+Cu+Zn, *19* – Au, *20* – Au+Ag+As, *21* – Au+Ag+Pb, *22* – Pb, *23* – Sb. Стратифицированные образования: *24* – четвертичные отложения нерасчлененные; *25* – модунская, акрабатская, каттакамышская свиты объединенные. Глины, песчаники, известняки, красноцветные; *26* – тюбегатанская, карикансайская, тагаринская, газдаганинская, талбахская, дасгирякская, музрабатская свиты объединенные. Глины, алевролиты, песчаники, известняки, мергели, гипсы; *27* – дербентская, лучакская, аккапчигайская, ширабадская свиты объединенные. Глины, известняки, песчаники, ракушняки; *28* – альмурадская, кызылташская, окузбулакская, калигрекская, каракузская свиты объединенные. Красноцветные глины, алевролиты, песчаники, гипсы; *29* – гаурдакская и карабильская свиты. Каменная соль, ангидриты, гипсы, глины, песчаники; *30* – кугитанская свита. Известняки, доломиты; *31* – байсунская свита. Известняки, песчаники, мергели; *32* – гурудская, дегибадамская, тангидувальская свиты объединенные. Песчаники, гравелиты, алевролиты, угли, аргиллиты, известняки; *33* – санджарская свита. Брекчиевидные гравелиты, песчаники с прослоями угля и бокситоподобных пород; *34* – алячапанская свита. Песчаники, конгломераты, гравелиты, алевролиты, известняки; *35* – сагдорская свита. Алевролиты, сланцы, известняки, песчаники, конгломераты, кварц-полевошпат-слюдистые сланцы, мраморы; *36* – вахшиварская свита. Лавы и туфы липаритовых порфиров, известняки, доломиты, углисто-глинистые сланцы, песчаники, гравелиты; *37* – зойская свита. Конгломераты, песчаники, глинистые и углистые сланцы, туфы липаритовых и дацитовых порфиров; *38* – шатутская свита. Верхняя подсвита. Гнейсы диафторированные, слюдистые диафториты, мраморы, конгломераты; *39* – шатутская свита. Нижняя подсвита. Гнейсы биотитовые мигматизированные, кварциты; *40* – нерасчлененные образования. Гнейсы, кварциты, слюдистые кристаллические сланцы; *41* – ходжабузбаракская свита. Гнейсы биотитовые, кордиерит-силлиманит-биотитовые кварциты; *42* – караташская свита. Четвертая подсвита. Биотитовые, кордиерит-силлиманит-биотитовые гнейсы, кварциты; *43* – караташская свита. Третья подсвита. Гнейсы биотит-силлиманитовые с гранатом, амфиболовые. Интрузивные образования: *44* – хурсантагский комплекс: граниты мелкозернистые (γ); *45* – субвулканические интрузии андезитовых ($\alpha\mu$), риолитовых порфиритов ($\lambda\pi$); *46* – сурханский комплекс: граниты мелкозернистые (γ), граниты двуслюдяные крупно- и среднезернистые (γ_4).

спектральных аномалий, выявленных на основе спектрорадиометрических измерений (СП-1, СП-2, СП-5). В геологическом строении участвуют вахшиварская свита (C1vh – туфы риолит-дацитовые, лавы, лавобрекчии, туффиты, кремни, известняки, доломиты), залегающая в контакте с суффинской свитой (C1-2sf – известняки, доломиты, кремни, пестроцветные кремнистые туффиты). Туфы темно-серого цвета, трещиноватые, развиты процессы серицитизации, с присутствием мелких прожилков кварца мощностью 1-2 см. Спектральные аномалии вытянуты в субширотном направлении, приурочены к склоновым частям обнажений вахшиварской свиты, частично накладываясь на ореолы аномальных потоков рассеяния свинца и сурьмы, выявленные ранее проведенными геохимическими исследованиями (В.Е.Раскин, 1990).

Перспективная позиция № 2 расположена в северо-западной части контура исследования, вытянута с запада на восток. В структурном отношении расположена на пересечении разломов широтного и субмеридионального направления (по данным дешифрирования космических снимков), образующих зону интенсивной трещиноватости. В геологическом строении участвуют породы вахшиварского комплекса (λπC1v – риолитовые порфиры), граничащие с породами зойской свиты (C1zs – конгломераты, гравелиты, песчаники, алевролиты, риолиты, туфы риолитовые, туффиты) и породами PR-возраста (гнейсы, гранито-гнейсы, сланцы кварциты). В зоне контакта вахшиварского комплекса с породами зойской свиты развиты процессы серицитизации, окварцевания. Спектральные аномалии (преимущественно СП-1, СП-2), выявленные на основе спектрорадиометрических измерений в полевых условиях, приурочены к зонам разломов субмеридионального направления и зонам контакта риолит-порфиров вахшиварского комплекса, частично накладываясь на ореолы аномальных потоков рассеяния свинца, меди, цинка, выявленные ранее проведенными геохимическими исследованиями (В.Е.Раскин, 1990). По результатам полевых заверочных работ в этой зоне отобраны пробы, анализ (ICPE и хим. анализ) которых показал содержание в точках ТДГН-2 Au – 0,2 г/т, Ag – 10,41 г/т, Cu – 1,475%, Pb – 0,051%, Zn – 0,043%; ТН-15 Au – 0,3 г/т, Ag – 1,17 г/т, Cu – 0,025%, Pb – 0,008%, Zn – 0,011%; ТН-16 Au – 0,4 г/т, Ag – 15,45 г/т, Cu – 1,344%, Pb – 0,083%, Zn – 0,018%.

Перспективная позиция № 3 расположена в юго-западном окончании контура исследования, по правому борту течения р. Сангардак. В структурном отношении – в зоне крупного разлома субмеридионального направления (по данным дешифрирования космических снимков). Большая часть прогнозной позиции покрыта чехлом четвертичных отложений, обнажения представлены породами зойской свиты (C_1zs – конгломераты, гравелиты, песчаники, алевролиты, риолиты, туфы риолитовые, туффиты) и породами PR-возраста (гнейсы, гранито-гнейсы, сланцы, кварциты). Спектральные аномалии накладываются частично, единичными пикселями, в связи с малым выходом обнажений. По результатам полевых заверочных работ в этой зоне отобраны пробы, анализ (ICPE и хим. анализ) которых показал содержание в точках ТН-4 Au – 0,2 г/т, Ag – 1,97 г/т, Cu – 0,277%, Pb – 0,002%, Zn – 0,012%; ОБС-7 Au – 0,89 г/т, Ag – 3,30 г/т, Cu – 0,703%, Pb – 0,001%, Zn – 0,008%; ТДГН-12 Au – 0,6 г/т, Ag – 1,02 г/т, Cu – 0,017%, Pb – 0,019%, Zn – 0,019%.

Перспективная позиция № 4 расположена на левом борту по направлению течения р. Сангардак, в южном окончании контура исследования. Сформирована преимущественно на пересечениях зон разломов субмеридионального направления, реже, субширотного, и структурах центрального типа (КС). В геологическом строении участвуют породы вахшиварского комплекса (λπC_1v – риолитовые порфиры), граничащие в южной части с породами вахшиварской свиты (C_1vh – туфы риолит-дацитовые, лавы, лавобрекчии, туффиты, кремни, известняки, доломиты) и породами PR-возраста (гнейсы, гранито-гнейсы, сланцы, кварциты). Спектральные аномалии (преимущественно СП-2, СП-3), выявленные на основе спектрорадиометрических измерений в полевых условиях, приурочены к зонам разломов субмеридионального направления и в экзоконтактовых частях риолит-порфиров вахшиварского комплекса, единичными пикселями накладываясь на ореолы аномальных потоков рассеяния золота, выявленные ранее проведенными геохимическими исследованиями (В.Е.Раскин, 1990). По результатам полевых заверочных работ в этой зоне отобраны пробы, анализ (ICPE и хим. анализ) которых показал содержание в точке ТДГН-4 Au – 0,3 г/т, Ag – 1,50 г/т, Cu – 0,001%, Pb – 0,010%, Zn – 0,006%.

Перспективная позиция № 5 расположена в юго-восточном окончании контура исследования. Сформирована на пересечении разломов субмеридионального и субширотного направления (по данным дешифрирования космических снимков). В геологическом строении участвуют породы зойского комплекса ($\xi\pi C_1z$ – риолитовые, дацитовые порфиры), прорвавшие породы PR-возраста (гнейсы, гранито-гнейсы, сланцы, кварциты). Спектральные аномалии, выявленные на основе спектрорадиометрических измерений в полевых условиях, приурочены к зонам разломов субширотного направления и зонам контакта риолит-дацитовых порфиров зойского комплекса, частично накладываясь на ореолы аномальных потоков рассеяния мышьяка, свинца, меди, цинка, выявленные ранее проведенными геохимическими исследованиями (В.Е.Раскин, 1990). По результатам полевых заверочных работ в этой зоне отобраны пробы, анализ (ICPE и хим. анализ) которых показал содержание в точке ТДГН-6 Au – 0,08 г/т, Ag – 1,65 г/т, Cu – 0,004%, Pb – 0,004%, Zn – 0,010%.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

После анализа изображений ASTER, расчета индексов и комбинации соотношений полос показаны потенциальные минерализованные зоны. Для всех отмеченных типов изменений последующие полевые наблюдения и отбор проб подтвердили предполагаемые типы изменений на основе данных ASTER и фактического наличия зон изменений. По результатам проведённых комплексных космогеологических исследований выделены 5 прогнозно-перспективных позиций на золото и полиметаллы. При выделении перспективных позиций основной упор сосредоточен на характеристике структурного положения и соответствия спектральным аномалиям, а также результатам полевых заверочных работ с учетом результатов ранее проведенных исследований.

На основе результатов полевого дешифрирования основными нарушениями на площади являются структуры субмеридионального и субширотного направления. Все они характеризуются крутым, почти вертикальным падением на северо-запад. Выявленные прогнозно-перспективные позиции носят рекомендательный характер для последующего проведения геолого-разведочных работ на глубину.

Таким образом, результаты этого исследования подтверждают, что изображения ASTER и WorldView-3 могут быть полезным и мощным инструментом на начальных этапах поиска, для тех типов месторождений, где большие зоны метасоматических и гидротермальных изменений являются неотъемлемой частью модели месторождения. В сочетании с полевыми исследованиями использование данных ASTER, WorldView-3 – эффективное средство для определения областей, наиболее благоприятных для минерализации.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Борисов О.М., Глух А.К.* Кольцевые структуры и линеаменты Средней Азии. - Т.: Фан, 1982. - 122 с.

2. *Глух А.К., Авезов А.Р.* Карты поля плотности тектонической нарушенности и обеспечение широкого комплекса задач геологии // Геология и минеральные ресурсы. - 2005. - № 4. - С. 3-5.

3. *Гонсалес Р., Вудс Р.* Цифровая обработка изображений. - М.: Техносфера, 2005.

4. *Кронберг П.* Дистанционное изучение Земли. Основы и методы дистанционных исследований в геологии. - М.: Мир, 1998.

5. Рудные месторождения Узбекистана / Под ред. *И.М.Голованова*. - Т.: ГИДРОИНГЕО, 2001. - 611 с.

6. *Потапов В.П., Попов С.Е.* Высокопроизводительные алгоритмы радиометрической калибровки и преобразования порядка следования данных отдельных каналов сенсора EO-1 Hyperion // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. - 2014. - Т. 11. - № 4. - С. 286-299.

7. http://spectralevolution.ru/page/portable_spectroradiometer. Полевые портативные спектрометры.

8. *Алтынцев М.А.* Разработка методик автоматизированного дешифрирования многозональных космических снимков высокого разрешения для мониторинга природно-территориальных комплексов: Автореф. дисс… канд. техн. наук. - М., 2011.

9. *Гоипов А.Б, Ахмадов Ш.И., Мусахонов З.М., Мирсаяпов Р.И.* Применение материалов космических снимков Landsat, Aster, Sentinel на стадии геолого-поисковых исследований на примере гор Ауминзатау // Геология и минеральные ресурсы. - 2022. - № 6 - С. 28-35.

10. https://innoter.com/articles/mnogotselevoy-superspektralnyy-sputnik-sverkhvysokogo-razresheniya-worldview-3.

Статья представлена членом редколлегии докт. геол.-мин. наук М.У.Исоковым.

© О.А.Эйсфельд, 2025

О.А.Эйсфельд

ПРИМЕНЕНИЕ INSAR-АНАЛИЗА ДЛЯ МЕТАЛЛОГЕНИЧЕСКОГО КАРТИРОВАНИЯ ЗОЛОТОНОСНЫХ СТРУКТУР НА ОСНОВЕ ДАННЫХ SENTINEL-1 (на примере Ауминза-Бельтауского рудного района)



Эйсфельд Ольга Александровна – младший научный сотрудник ГУ «ИМР». E-mail: eisfeld1982@gmail.com

Введение. Радиолокационные изображения с синтезированной апертурой (Synthetic Aperture Radar, SAR) – это технология радиолокационного зондирования, при которой спутник или летательный аппарат использует технологию активных радиолокационных датчиков микроволнового диапазона, посылая импульсы на поверхность Земли и улавливая отраженный от нее сигнал, называемый обратным рассеянием. Такой метод позволяет получать изображения поверхности Земли независимо от погодных условий и времени суток, и измерять смещения земной поверхности с высокой точностью (до миллиметров).

Данные SAR применительно к геологическим задачам позволяют исследовать деформации земной поверхности, вызванные такими процессами, как землетрясения или вулканическая активность; вести мониторинг ползучести и накопления деформаций в зонах разломов; выявлять и отслеживать оползневые процессы; проводить исследования состояния и динамики ледников, объектов инфраструктуры и др. [1]. Чаще всего данные SAR используются для наблюдений за «быстрыми» изменениями земной поверхности, однако их применение возможно также и для анализа долгосрочной геодинамической активности, коррелирующей с металлогеническими процессами.

Для тектонических и геодинамических задач наиболее оптимальны данные диапазонов: SAR L – длина волны 15…30 см, S – длина волны 7,5…15 см и C – длина волны 3,5…7,5 см [1], используемые для картографирования геологических структур, особенно в районах с растительностью, рыхлым или снежным покровом, так как радиолокационные волны могут частично проникать сквозь верхние слои почвы и растительность; мониторинга динамики оседания поверхности (карьеров) при добыче полезных ископаемых или проведении подземных работ; выявления деформаций, вызванных изменением уровня грунтовых вод; построения топографической поверхности и отслеживания ее изменений.

Для тектонического и геодинамического районирования оседания и поднятия поверхности могут отражать унаследованные коллизионные или субдукционные структурные ловушки и шовные зоны. Такие геодинамические условия встречаются в Центральных Кызылкумах, где локальные тектонические структуры герцинского коллизионного этапа, сопряженные с зонами локализации крупных разломов, трещиноватости и дробления горных пород, служат каналами и ловушками для миграции и аккумуляции минерализованных растворов, а также создают необходимые условия для формирования рудных тел. В пределах или вблизи этих унаследованных структур (рис. 1), связанных с герцинскими коллизионными шовными зонами, размещаются такие месторождения, как Аристантау, Даугызтау, Аджибугут, Асаукак и др. [2].

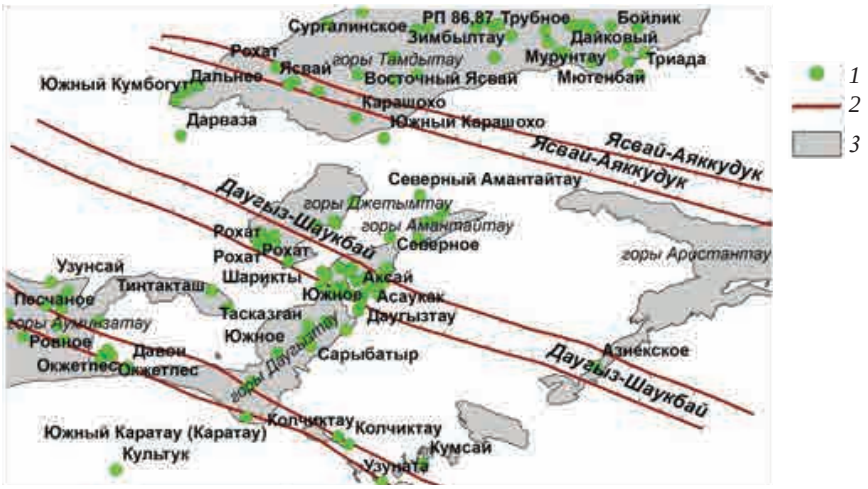


Рис. 1. Границы коллизионных зон, откартированные по Атласу геологических карт Республики Узбекистан [2]. *1* – золоторудные объекты; *2* – границы сдвиговых зон коллизионного этапа, по [2]; *3* – контуры выходов палеозойского фундамента.

Данные и методы. При исследованиях деформаций с использованием SAR наиболее распространен *метод радарной спутниковой интерферометрии InSAR* (Interferometric Sintetic Apperture Radar), который основан на разности волновых фаз двух и более разновременных SAR-изображений для одной и той же территории [3]. Метод позволяет провести количественную оценку современных тектонических движений и геодинамических процессов, имеющих значение при металлогенических исследованиях – картирование шовных коллизионных зон, активных разломов, отслеживание зон аккумуляции и выветривания.

При исследованиях тектонических процессов, особенно при решении задач для металлогенического прогнозирования, наиболее оптимальные *интервалы между съемками* составляют 1 год и более [4]. Такие интервалы дают временную декорреляцию, которая почти полностью подавляет фазовую связь в зонах с сезонными изменениями (растительность, влажность, области разрабатываемых карьеров и т. д.), что позволяет отследить деформации, связанные с долгосрочными геодинамическими трендами.

Для анализа деформаций были использованы данные радиолокационного спутника Sentinel-1 C-диапазона (имеют открытый доступ на портале https://search.asf.alaska.edu.), с диной волны 5,6 см, запущенного в 2014 г. На выбор изображений SAR, используемых при отслеживании деформаций земной поверхности, напрямую влияют такие характеристики, как размер антенны, поляризация сигнала, геометрия съемки, угол отклонения от надира (направление вдоль линии, перпендикулярной поверхности Земли) в зависимости от высоты орбиты, ширина полосы зондирующего импульса (свип-зона), периодичность наблюдения, время непрерывного сканирования (накопления сигнала).

Для региона Средней Азии поляризация излучаемого сигнала вертикальная V, а регистрация отраженного сигнала осуществляется с горизонтальной VH и вертикальной VV поляризацией (рис. 2, *а*). Данные поставляются в виде комплексных изображений с сохраненной амплитудой – коэффициентом обратного

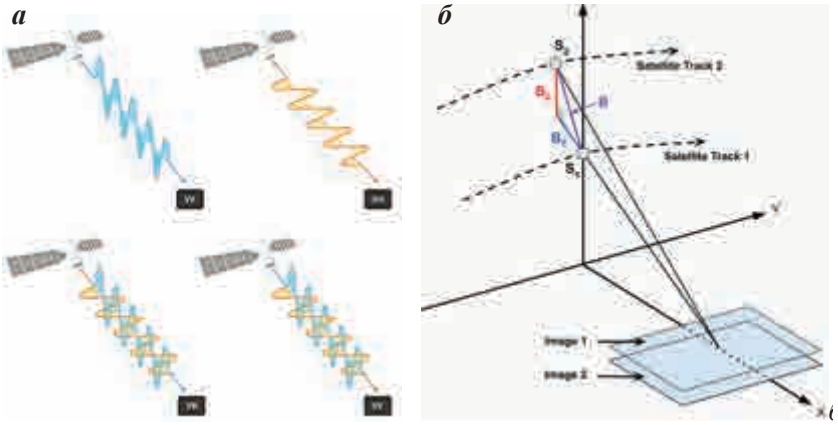


Рис. 2: Поляризация сигнала (*а*) и геометрия базовых линий для InSAR (*б*). Два спутниковых снимка одной и той же области на поверхности, сделанные с позиций S_1 и S_2, образуют базовую линию B, которую можно разложить на перпендикулярные ($B_\perp$) и параллельные ($B_\parallel$) компоненты; здесь Y – направление движения спутника (азимутальное); X – направление вектора взгляда [3].

рассеяния объекта, и фазой – расстояния излучаемых импульсов от передающего до принимающего источника, в двух уровнях обработки: SLC (Single Look Complex) – уровень 1A, где сохраняется исходный комплексный сигнал (амплитуда и фаза) в геометрии спутника; GRD (Ground Range Detected) – уровень 1B, содержащий магнитуды изображения в наземных координатах. Также при интерферометрической обработке большое значение имеют перпендикулярная базовая линия (базис) – физическое расстояние между точками обзора разновременных снимков, используемых в качестве пары для построения интерферограммы (см. рис. 2, *б*). При оценке деформаций перпендикулярный базис должен быть коротким (до ≈150 м), чтобы фазовые значения сигнала были наиболее согласованы, а временной интервал при этом может варьировать от нескольких дней до нескольких лет (как утверждается в [4], «чем длиннее временная базовая линия, тем меньше движение, которое можно обнаружить»).

Так как выявление долгосрочных деформаций требует мониторинга временных рядов (как минимум 1 год временного интервала), то для выборки по необходимым критериям (временной и перпендикулярной базовых линий) применен алгоритм поиска снимков SBAS [5], позволяющий выбрать серию интерферограмм по временному ряду, и коротким базисом. Для анализа использованы радиолокационные снимки в поляризации VV по восходящей орбите (Ascending) с перпендикулярным базисом 17 м за период с 7 ноября 2014 г. по 6 февраля 2025 г., и по нисходящей орбите (Descending) с перпендикулярным базисом 58 м за период с 25 ноября 2014 г. по 12 февраля 2025 г. (интервал съемки более 10 лет).

Расчет деформаций проводится по алгоритму InSAR, приведенному в блок-схеме на рис. 3. Основы алгоритма заключаются в преобразовании фазы сигнала от радара в смещение поверхности вдоль линии визирования (Light-of-Sign, LOS).

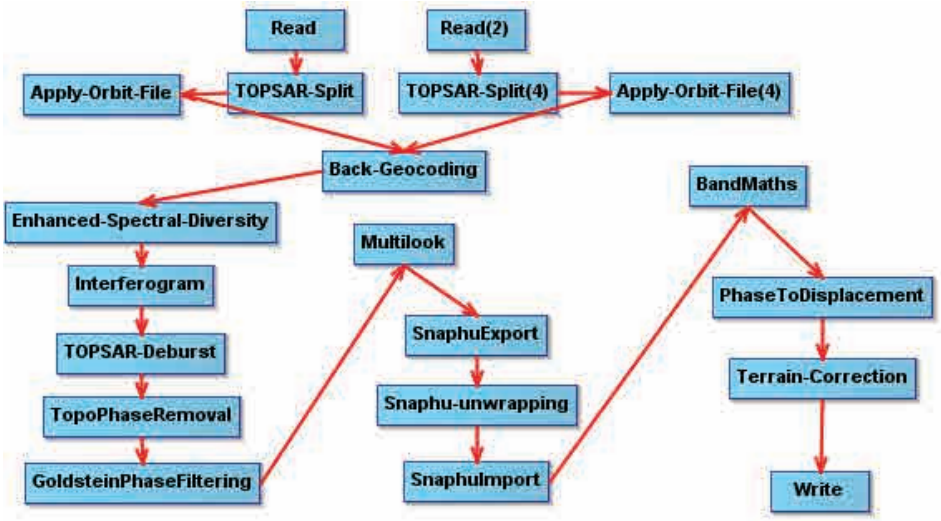


Рис. 3. Блок-схема обработки данных Sentinel-1 SLC для определения смещений (в ПО SNAP).

Следуя блок-схеме (см. рис. 3), при начальных этапах обработки (после разбиения по строкам и столбцам данных SLC-продукта *TOPSARSplit* и коррекции файла орбиты спутника *ApplyOrbitFile*) проводится обратное геокодирование *BackGeocoding* двух изображений SAR – до какого-либо события S_1 и после него S_2, и их относительное выравнивание. Расчет интерферометрической фазы ϕ проводится по формуле:

$$\varphi = \arg(S_1 \hat{} S_2^*), \qquad (1)$$

где S_1, S_2 – комплексные SLC-изображения (фаза+амплитуда); ^* – комплексное сопряжение. После расчета интерферометрической фазы *Interferogram* (с последующими процедурами объединения столбцов и строк SLC-изображения, анализа совместимости фаз и фильтрации), проводится развертка фазы *SnaphuUnwrapping* (для ограничений, а затем ее преобразование в смещение *PhaseToDisplacement* в направлении датчика визирования d_{LOS} с обратным знаком), и его топографическая коррекция *TerrainCorrection*:

$$d_{LOS} = -\frac{\lambda}{4\pi} \cdot \varphi, \quad (2)$$

где λ – длина волны радара; φ – фаза интерферограммы; минус перед формулой означает, что направление сигнала учитывается от поверхности к датчику.

Для упрощения и скорости процедуры расчета смещений применен метод автоматизированной InSAR-обработки (OnDemand HyP3, ASF InSAR GAMMA) [5, 6], который предоставляет суммарное смещение относительно линии визирования LOS, состоит из трех компонент [7], заданных как скалярное произведение вектора смещений (*ΔE, ΔN, ΔU*) и единичного вектора LOS (*E, N, U*):

$$d_{LOS} = -\sin\theta \cdot \sin\alpha\, \Delta E + \cos\theta \cos\alpha\, \Delta N + \cos\theta\, \Delta U, \quad (3)$$

где θ – угол падения радиоволны; α – азимут (курс) полёта спутника; *ΔE, ΔN, ΔU* – восточная, северная и вертикальная компоненты смещений. Для каждого LOS направляющий единичный вектор задается компонентой (детерминантом):

$$E_i = -\sin\theta_i \cdot \sin\alpha_i;\ N_i = \sin\theta_i \cdot \cos\alpha_i;\ U_i = \cos\theta_i, \quad (4)$$

где *i* – направление орбиты – восходящая, *asc* (Ascending), нисходящая, *desc* (Descending).

Таким образом, при использовании данных из двух орбит – восходящей и нисходящей, в формуле (4) параметр d_{LOS} можно разложить на три компоненты, с некоторыми допущениями: если доступны только два LOS (восходящий и нисходящий), одну компоненту принимают равной 0. Тогда, из формул (3) и (4) получим систему уравнений:

$$\begin{cases} \Delta E = \frac{d_{asc} \cdot E_{asc} - d_{desc} \cdot E_{desc}}{E_{asc} \cdot - E_{desc} \cdot}, \text{ при } \Delta U = 0 / \Delta N = 0 \\ \Delta N = \frac{d_{asc} \cdot N_{acs} - d_{desc} \cdot N_{desc}}{N_{asc} - N_{desc}}, \text{ при } \Delta U = 0 / \Delta E = 0 \\ \Delta U = \frac{d_{asc} \cdot U_{asc} - d_{desc} \cdot U_{desc}}{U_{asc}^2 - U_{desc}^2}, \text{ при } \Delta E = 0 \,/\, \Delta N = 0 \end{cases} \quad (5)$$

где d_{asc}, d_{desc} – смещения вдоль LOS для восходящей и нисходящей орбит соответственно; θ – угол наклона радара (inc_map, в радианах); α – азимут орбиты (_lv_phi, от северного направления, по часовой стрелке). Следует учитывать, что в (5) для каждой из компонент пренебрегается влияние двух других (например, при расчете восточной компоненты *ΔE* не учитываются северная и вертикальная компоненты смещений).

На основе *ΔE, ΔN, ΔU* определяются такие параметры деформаций земной поверхности, как интенсивность (скорость) в мм/год (6), и величина геодинамического прогиба (7):

$$\begin{cases} v_E = \frac{\Delta E}{T} \cdot 365{,}25 \cdot 1000 \\ v_N = \frac{\Delta E}{T} \cdot 365{,}25 \cdot 1000 \\ v_U = \frac{\Delta E}{T} \cdot 365{,}25 \cdot 1000 \end{cases} \quad (6)$$

$$V = \sum_i \Delta U_i \cdot S_i, \quad (7)$$

где v_E, v_N, v_U – скорости деформаций (мм/год) для каждой их трех компонент направления – восточной, северной и вертикальной соответственно; *T* – временной интервал между двумя сценами SAR, в днях (для выбранных дат съемки *T* = 3728 дней); *V* – объем геодинамических прогибов (оседаний и поднятий), определяемый как интеграл площади *S* с учетом компоненты вертикального смещения *ΔU* для каждого пиксела *i*.

Результаты и обсуждения. На основе формул (5), (6), (7) построены карты скоростей (интенсивности) деформаций и их изменения физического объема поверхности за 11 лет для исследуемого региона. Полученные карты позволяют оценить параметры направленной геодинамики для металлогенического анализа поверхности за период между съемками (рис. 4-7). Металлогеническое значение деформаций для поисков рудопроявлений, в особенности для золотоносной минерализации, заключается в интерпретации количественных статистических параметров InSAR для моделей геодинамических механизмов, способствующих золотоносности, и выявлении пространственной корреляции с потенциальными рудными структурами.

Для известных золоторудных объектов Ауминза-Бельтауского района выявленные вертикальные и горизонтальные деформации указывают на пространственную связь с имеющимися и, вероятно, потенциальными металлогеническими структурами (рис. 8).

Зоны оседания, в особенности площадные, характеризующиеся понижением вертикальной скорости, интерпретируются как области активизации гидротермальных систем, связанные с накоплением осадков и восстановительной средой, благоприятной для осаждения золотоносных растворов. *Зоны вертикального подъема* указывают на области тектонических под-

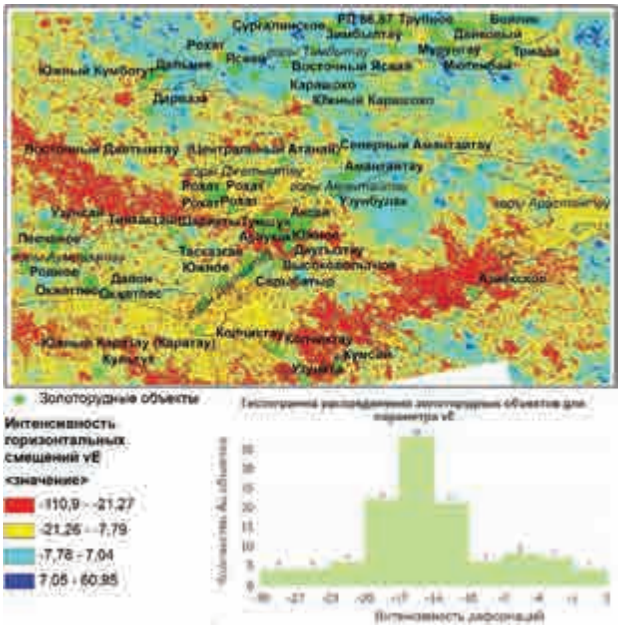


Рис. 4. Карта интенсивности горизонтальных деформаций в восточном (положительные значения) и западном (отрицательные значения) направлениях.

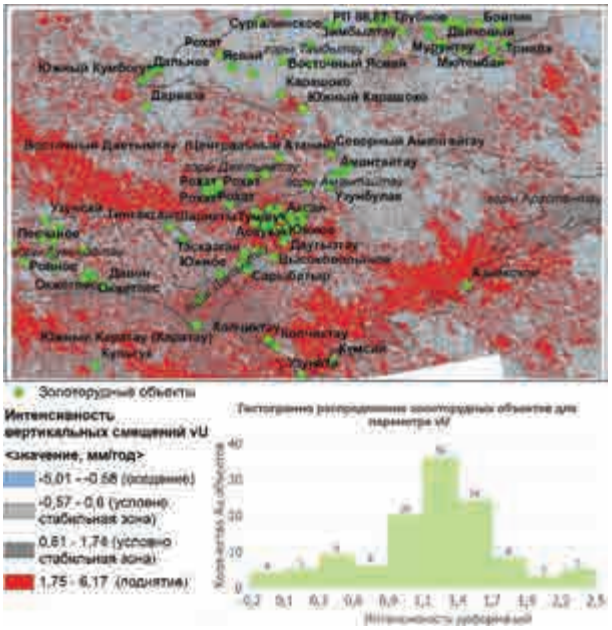


Рис. 6. Карта интенсивности вертикальных деформаций.

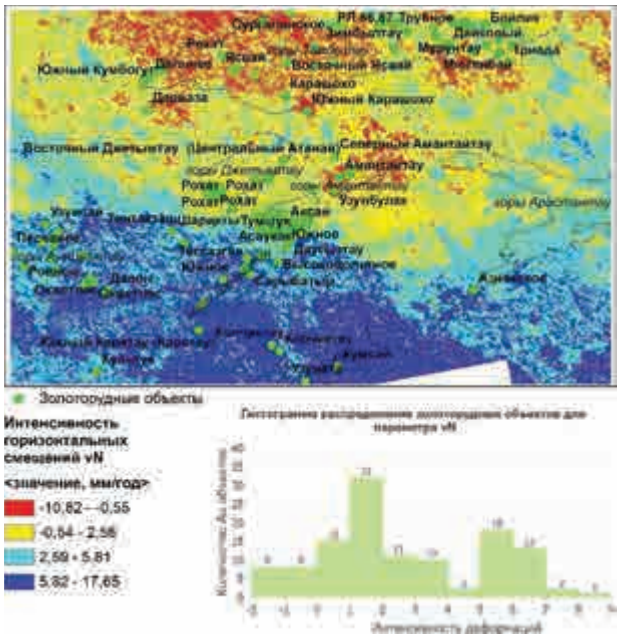


Рис. 5. Карта интенсивности горизонтальных деформаций в северном (положительные значения) и южном (отрицательные значения) направлениях.

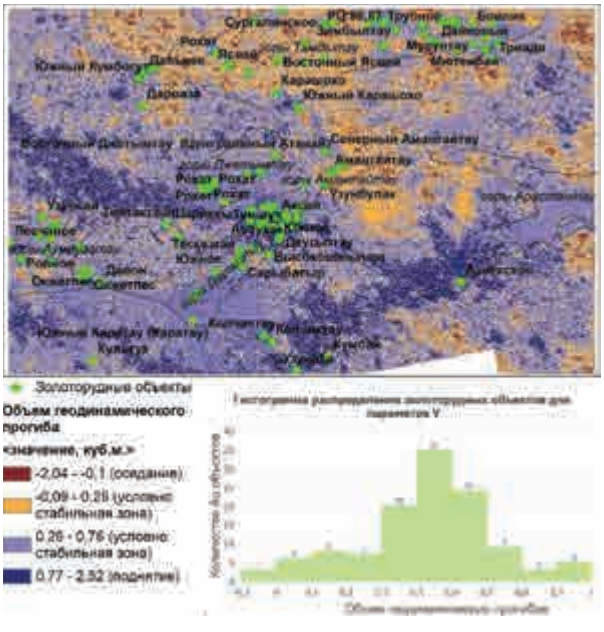


Рис. 7. Карта геодинамических прогибов (оседаний и поднятий), полученная на основе данных SAR.

нятий и раскрытие трещин, способствующих активизации гидротермальных систем, связанных с выносом летучих компонентов – флюидов. *Горизонтальная составляющая* скорости (направления) дрейфа также указывает на зоны тектонической напряженности, сдвиговые зоны и трансформные границы, а также тектонические узлы, где возможно присутствие золотоносных кварцевых жил. *Области стабильных зон* являются фоновыми, маловероятными для скопления рудной минерализации.

Геодинамический и металлогенический анализ результатов, полученных по методу InSAR, также позволил уточнить границы сдвиговых зон (см. рис. 7), приведенных в [2]. Например, Даугыз-Шаубайская коллизионная зона северо-западного направления прорывается со смещением сдвиговой зоны юг-юго-западного на-

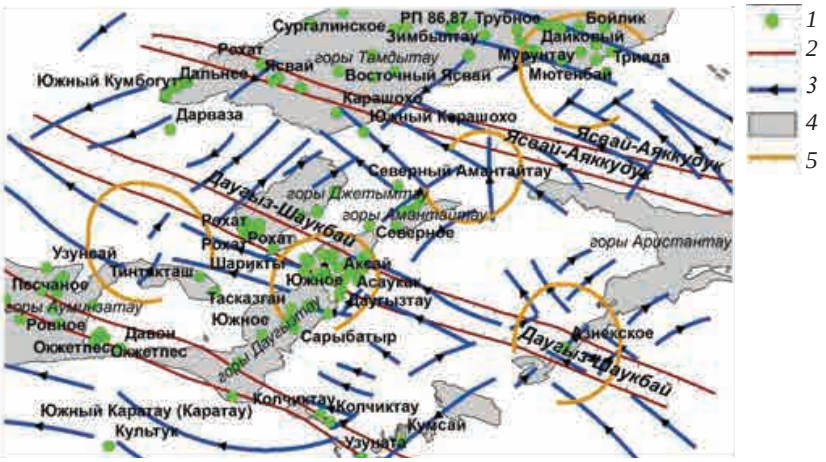


Рис. 8. Сдвиговые зоны, выявленные по результатам InSAR-анализа, и вероятные перспективные области потенциальных ловушек для золотоносных растворов. *1* – золоторудные объекты; *2* – границы сдвиговых зон коллизионного этапа; *3* – границы и направленность тектонических зон, по данным InSAR-анализа; *4* – контуры выходов палеозойского фундамента; *5* – области с высоким потенциалом рудообразования, по результатам InSAR.

правления; в области их пересечения сконцентрированы такие проявления золота, как Высоковольтное, Асаукак, Аксай. Области, выделенные как потенциальные ловушки для скопления рудной минерализации в этом районе, имеют смещения в северном и западном направлениях и отражают активные тектонические процессы, способствующие формированию золотоносных систем. Юго-западный дрейф участка (район Мурунтау, Тамдытау) может указывать на трещинные ловушки и участки раскрытия пород, благоприятные для осаждения золота.

ВЫВОДЫ

Проведение высокоточного анализа радиолокационных спутниковых изображений с синтезированной апертурой (SAR) позволило выявить и уточнить положение тектонических зон, связанных с золоторудной минерализацией (Ясвай-Аяккудук, Даугыз-Шаутбай и др.). Предлагаемая методика и интерпретация полученных по ней результатов могут быть адаптированы для других регионов с похожими условиями. Анализ деформационных параметров позволил выделить участки с повышенной тектонической активностью, имеющие высокую значимость в формировании золотоносных систем. Зоны оседания могут служить ловушками для золотоносных растворов, а зоны подъема – каналами их ремобилизации. Горизонтальные движения фиксируют сдвиговые зоны, часто ассоциированные с минерализацией, и которые можно интерпретировать как долгоживущие герцинские активные сдвиговые зоны. Отметим, что для более полного анализа при выделении рудных узлов необходима интеграция InSAR с геохимией, идентификацией вещественного состава по космическим снимкам и структурно-тектоническим анализом.

ЛИТЕРАТУРА

1. The copernicus space component: Sentinels Data Products List // Prepared by Copernicus Space Component – Ground Segment team. https://sentiwiki.copernicus.eu/web/document-library#DocumentLibrary-SENTINEL-1Documents

2. Атлас геологических карт Республики Узбекистан / Гл. ред. *И.Б.Турамуратов*, отв. ред. *Р.Х.Миркамалов.* - Т.: ГП «ИМР», 2016. - 134 с.

3. *Giuseppe Solaro, Pasquale Imperatore, Antonio Pepe.* Satellite SAR Interferometry for Earth's Crust Deformation Monitoring and Geological Phenomena Analysis // Geospatial Technology – Environmental and Social Applications, 2016/ DOI: 10.5772/64250

4. *Farías C.A., Sánchez M.L., Bonì R., Cigna F.* Statistical and independent component analysis of Sentinel-1 InSAR Time Series to Assess Land Subsidence Trends // Remote Sensing. - 2024. - Vol. 16. - Issue 21.

5. https://hyp3-docs.asf.alaska.edu/guides/insar_product_guide

6. GitHub – jutak0228/GAMMA-insar_scansar_alos2: GAMMA RS script for Interferometric SAR analysis for ALOS-2 ScanSAR datasets

7. *Бабаянц И.П., Михайлов В.О., Тимошкина Е.П., Хайретдинов С.А.* О точности расчёта вертикальной и восточной компонент смещения земной поверхности по снимкам спутниковых радаров с синтезированной апертурой с двух орбит // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. - 2023. - Т. 20. - № 2. - С. 135-143.

Статья представлена членом редколлегии канд. физ.-мат. наук Б.С.Нуртаевым.

© О.С.Омонов, С.О.Солижонов, 2025

О.С.Омонов, С.О.Солижонов

АНАЛИЗ ГЕОЛОГО-ГЕОФИЗИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ С ЦЕЛЬЮ ВЫЯВЛЕНИЯ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ОСЛОЖНЕНИЙ, СВЯЗАННЫХ С НАБУХАНИЕМ И ОБВАЛООБРАЗОВАНИЕМ ГОРНЫХ ПОРОД



Омонов Одилжон Солижонович – начальник отдела ГУ «Институт геологии и разведки нефтяных и газовых месторождений», докт. техн. наук (DSc). E-mail: omonov63mail.ru



Солижонов Сарваржон Одилович – главный инженер ИП ООО «Oil Technical Service of XDEC». E-mail::sarvarjon.solijonov@mail.ru

Введение. В естественных условиях залегания горные породы находятся в состоянии всестороннего сжатия. После вскрытия пласта бурением на контуре скважины образуется локальное силовое поле, которое приводит к различным деформациям пород на стенках скважины: от вязкого пластичного течения до хрупкого разрушения. Характер этих деформаций определяется свойством пород и предельной формой проявления горного давления.

Анализ горно-геологических условий бурения, сопровождаемых частыми осыпями и обвалами, показывает, что в большинстве случаев эти осложнения возникают при вскрытии глин и глинистых пород с аномально-высоким поровым давлением, объемной плотностью, пористостью, влажностью и минерализацией поровой воды. Обвалы пород зачастую приводят к тяжелым прихватам и снижению технико-экономических показателей бурения, поэтому их предупреждение является одной из актуальных задач при бурении скважин.

В процессе строительства скважин в потенциально неустойчивых глинистых отложениях специалистов в области бурения интересует, прежде всего, состояние ствола скважины, с целью уменьшения затрат, связанных с излишней проработкой, посадкой бурового инструмента, недоходом бурового инструмента до прежней отметки забоя.

Результаты исследования. Рассмотрены первичные геолого-геофизические материалы (скв. № 10 месторождения Шеркент, скв. № 2 площади Кушимча, скв. № 4 площади Матонат и др.) с целью выявления осложнений, связанных с набуханием и обвалообразованием горных пород. Использованы следующие материалы: буровые растворы разного типа, их технологические параметры, баланс календарного времени, данные кавернометрии и информация о возникающих осложнениях при бурении скважин.

Месторождение Шеркент

На этом месторождении встречены осложнения, характерные для бурения поисково-разведочных и эксплуатационных скважин:

- размыв устьев скважин при забуривании, обвалы стенок скважин, частичные поглощения глинистого раствора при бурении неустойчивых неоген-четвертичных пород;
- частичные, а иногда и катастрофические поглощения глинистого раствора при бурении по бухарским известнякам, которые приводили к обвалам вышележащих песчано-глинистых отложений неогена с прихватом бурильного инструмента;

• в меловых отложениях в интервалах залегания туронских, аптских, альбских глин обвалы стенок скважин, каверно- и желобообразования, сужения стволов скважин в песчаниках VIII-XIV горизонтов.

В скв. № 10 месторождения Шеркент, начиная с неоген-четвертичных и верхнемеловых отложений, коэффициент кавернозности ствола скважины составляет 1,3, а в отложениях от мелового до келловейского яруса – 1,43-1,44 (табл. 1, рис. 1-3). Так, наряду с влиянием плотности бурового раствора на устойчивость стенок скважины происходит взаимодействие бурового раствора на водной основе с глинистыми породами, которые разупрочняются и теряют устойчивость. В результате в процессе строительства скважины происходит потеря устойчивости ствола, проявляющаяся в виде:

• сужений или кавернообразований, сальникообразования, затяжки, подклинки, проработки, ухудшения технологических показателей раствора и т. д.;

• потери устойчивости не набухающих глин с большим содержанием примесей, что

Таблица 1

Литолого-стратиграфическая характеристика скв. № 10 месторождения Шеркент

Стратиграфическое подразделение	Глубина залегания, м		Коэффициент кавернозности	Стандартное описание горной породы: полное название, характерные признаки (структура, текстура, минеральный состав и др.)
	от кровли	до подошвы		
Неоген + четвертичные	0	900	1,3	Представлены супесями, суглинками, песками светло-коричневыми с включением мелкой гальки, рыхлыми, кварцевыми породами. Переслаивание красноцветных песчаников и глин, песчаники мелкозернистые, глинистые, пелитовой структуры, слоистой текстуры
Палеоген	900	1015		Глины зеленовато-серые, плотные, слюдистые с прослоями алевролитов, пелитовой алевролитовой структуры. Известняки желтовато-серые мелоподобные, пористо-кавернозные, крепкие, биоморфной структуры
в т. ч. сузакские слои бухарские слои	900 930	930 1015		
Меловые отложения	1015	2870		Неравномерное переслаивание глин, алевролитов и песчаников. Глины и алевролиты серого, темно-серого цвета, плотные; песчаники серого цвета, мелкозернистые, крепкие, местами глинистые
Верхний мел: в т. ч. сенон	1015 1015	2080 1525	1,3	
Турон VIII горизонт	1525 1625	1840 I708	1,43	В верхней части яруса переслаивание песчаников, алевролитов и глин, в нижней – в основном глины с маломощными пропластками алевролитов. Песчаники серые, мелкозернистые, пелитовой структуры, беспорядочной текстуры. Глины и алевролиты серого цвета, плотные, слюдистые, пелитовой структуры, неравномерно зернистой текстуры
Сеноман IX горизонт X горизонт	1840 1840 1950	2080 1900 2080	1,43	Песчаники темно-серого цвета, мелко- и крупнозернистые, средней крепости, плотные, пелитовой структуры, неравномерно зернистой текстуры
Нижний мел	2070	3870		Переслаивание песчаников, алевролитов и глин. Песчаники серые, мелко- и среднезернистые, местами глинистые. Алевролиты красноцветные, песчанистые слоистой текстуры. Глины серые, тёмно-серые, плотные, слюдистые, местами песчанистые
Альб XI горизонт	2080 2160	2380 2275	1,43	
Апт XII горизонт Неоком XIII горизонт XIV горизонт	2380 2375 2470 2510 2680	2470 2470 2870 2615 2770	1,43 1,43	Переслаивание песчаников, алевролитов и глин. Песчаники крупнозернистые, крепкие, серого цвета с красноватым оттенком, глины буровато-коричневые, плотные, слабо слоистой текстуры. Алевролиты красноцветные, песчанистые, слоистой текстуры. Глины серые, тёмно-серые, плотные, слюдистые, местами песчанистые

Продолжение табл. 1

Стратиграфическое подразделение	Глубина залегания, м		Коэффициент кавернозности	Стандартное описание горной породы: полное название, характерные признаки (структура, текстура, минеральный состав и др.)
	от кровли	до подошвы		
Юрские отложения	2870	3800		Соли крупнокристаллические, от белого до кроваво-красного цвета с прослойками и гнездами аргиллитоподобных глин. Ангидриты в средней части белого цвета с прослоями солей, в нижней части беловато-серого цвета с прослойками известняков темно-серого цвета, плотные, крепкие
Титонский ярус	2870	3520	1,44	
Верхние ангидриты	2870	2885		
Верхние соли	2885	3170		
Средние ангидриты	3170	3220		
Нижние соли	3220	3430		
Нижние ангидриты	3430	3520		
Оксфорд-кимериджский ярус	3520	3600	1,44	Известняки тёмно-серые, светло-серые и серые мелкозернистые, с глинистыми, известняками, местами с коричневатым оттенком, пелитоморфные, органогенно-обломочные, доломитизированные, трещиноватые, крепкие
XV горизонт	3520	3600		
Келловейский ярус	3600	3780	1,05	
XVa горизонт	3600	3700		
XVI горизонт	3700	3780		
Терригенная юра	3780	3800	1,05	Представлены тёмно-серыми, местами почти чёрными аргиллитами и глинами с прослоями алевролитов. В верхней части разреза встречаются редкие прослои зеленовато-серых, глинистых известняков

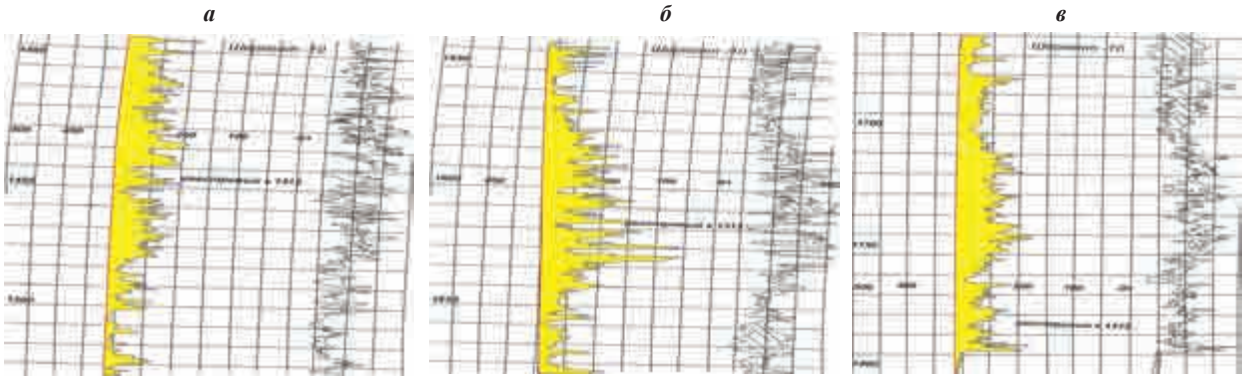


Рис. 1. Кавернограмма скв. № 10 месторождения Шеркент. *а* – интервал 1400-1550 м; *б* – интервал 1550-1650 м; *в* – интервал 1650-1800 м.

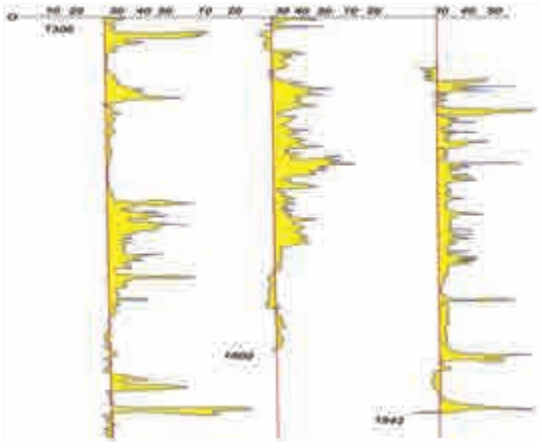


Рис. 2. Кавернограмма скв. № 2 площади Кушимча.

происходит в виде вывалов и обвалов, при этом наблюдается увеличение диаметра скважины с образованием каверн (отложения в интервалах 1525-2770 м, см. табл. 1);

• основная ошибка, которая допускается отечественными и зарубежными специалистами при выборе бурового раствора для сохранения устойчивости стенок скважины, – использование полученных положительных результатов по глинам для сохранения устойчивости хрупких глинистых пород. Идеология сохранения устойчивости пластичных набухающих глин не может быть использована для сохранения устойчивости хрупких горных пород, которые практически при водонасыщении не набухают и не пластифицируют, а способны растрескиваться и осыпаться.

Скважина № 2 площади Кушимча. Фактическая конструкция скв. № 2 площади Кушимча: направление – 426 мм × 7 м; удлиненный кондуктор – 299 мм × 482 м; техническая колонна – 219 мм × 2196 м; эксплуатационная колонна – 140 мм × 2301 м.

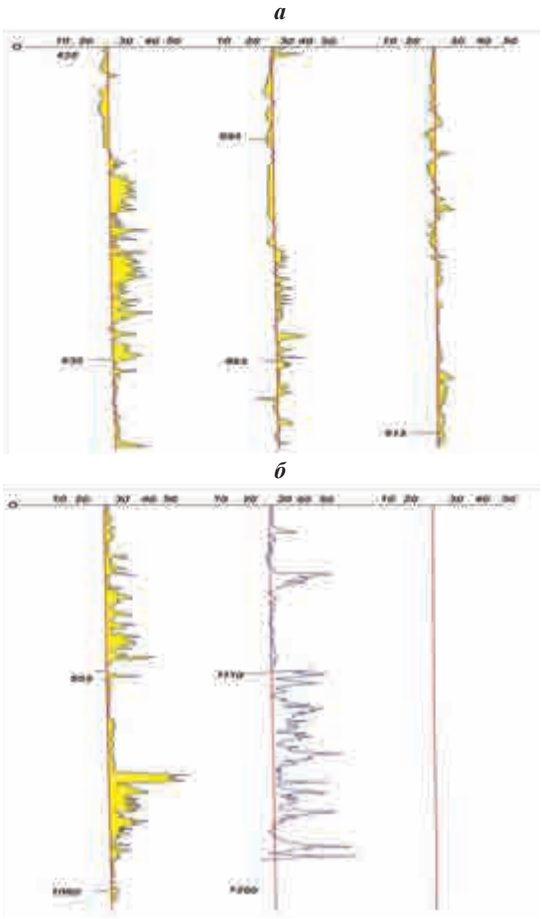


Рис. 3. Кавернограмма скв. № 4 площади Матонат. *а* – интервал 415-915 м; *б* – интервал 915-1260 м.

При бурении под техническую колонну проектом предусмотрено применение гуматно-полимерного раствора со следующими технологическими параметрами: плотность – 1,18-1,20 г/см^3; условная вязкость – 40-50 с; водоотдача – 8-10 см^3/30 мин; СНС 1/10 – 10-12/20-25 мг/см^3.

Фактически, в основном применялся гуматный раствор с параметрами: плотность – 1,24-1,26 г/см^3; условная вязкость – 60-80 с; водоотдача – 25-30 см^3/30 мин.

В результате использования гуматных буровых растворов происходили увеличение плотности и вязкости бурового раствора за счет диспергирования частиц выбуренных глинистых пород, которыми обогащалась промывочная жидкость. Также наблюдалась повышенная водоотдача из-за недостаточной концентрации в полимер-гуматном растворе, предусмотренном в проекте, необходимых химических реагентов, способствующих понижению фильтрации.

В результате возникали осложнения: сужение ствола скважины, затяжки и посадки бурильного инструмента при проведении спускоподъемных операций, длительные проработки ствола скважин.

На рис. 2, 3 приведены кавернограммы, выполненные в скв. № 2 площади Кушимча и скв. № 4 площади Матонат.

В скв. № 2 площади Кушимча в интервале 1300-1800 м, состоящей в основном из высоко водочувствительных горных пород, в большинстве участков наблюдается около 90% увеличения кавернозности стенки ствола скважины.

В скв. № 4 площади Матонат при бурении в интервале 435-1260 м также наблюдается увеличение кавернозности в стенках ствола скважины из-за несоответствия качества бурового раствора требованиям, предъявляемым к буровым растворам, используемым в условиях строительства скважины в отложениях с содержанием высоко водочувствительных глинистых пород. В табл. 2 приведен баланс календарного времени по скв. № 2 площади Кушимча и скв. № 4 площади Матонат.

Как видно из табл. 2, время вспомогательных работ составляет в среднем 35% от времени механического бурения и 20% от общего календарного времени. Это означает, что на проработку ствола скважины, на приготовление бурового раствора и т. д. затрачивают очень много времени. Кроме вышеуказанных рассмотренных фактических геолого-геофизических материалов был произведен анализ состояния отдельных интервалов скважин, пробуренных в Ферганской долине и Западном Узбекистане. Поинтервальные коэффициенты кавернозности ствола скважин отражены в табл. 3.

Так, основными причинами увеличения коэффициента кавернозности в интервалах 400-1900 м на площадях и месторождениях Кокду-

Таблица 2

Баланс календарного времени по пробуренным скважинам

Площадь, номер скважины	Фактическая глубина, м	Баланс времени, час									
		всего	проходка	в т. ч.		крепление	вспом. работы	ремонт. работы	производительное время	простой	авария
				долбление	СПО						
Кушимча, 2	2302	3168	1638	1233	405	440	647	130	2855	245	68
Матонат, 4	2952	6322	3630	2110	920	290	1348	209	4877	1455	

Таблица 3

Коэффициенты кавернозности отдельных интервалов скважин

Площадь, номер скважины	Интервал отложений, м	Стратиграфия	Коэффициент кавернозности
Кокдумалак, 209	400-900	Сенон	1,45
	1450-1800	Альб	1,40
Гумбулак, 21	200-700	Сенон	1,60
	1250-1530	Альб	1,40
Сев. Камаши, 6	700-1200	Сенон	1,50
	1650-1900	Альб	1,35
Зап. Палванташ, 24	1800-2300	Олигоцен	1,75
Каражида, 1	3600-5200	БРС	1,65
Каражида, 2	3500-5000	БРС	1,70

малак скв. № 209, Сев. Камаши скв. № 6 и Гумбулак скв. № 21 связано, по нашему мнению, взаимодействием фильтрата буровых растворов с высоководочувствительными глинистыми породами, перемежающимися с песчаниками и другими горными породами, дающими хрупко-пластичную деформацию.

В скв. № 1 и 2 площади Каражида в интервале 3500-5200 м коэффициент кавернозности составляет 1,65-1,70. По мнению специалистов, занимающихся вопросами геологических осложнений, напряженное состояние вокруг ствола скважины возникает в процессе проходки и взаимодействия фильтрата бурового раствора на большой глубине, т. е. в интервале 3500-5200 м, с уплотненными горными породами в виде слоеного пирога, состоящих из ненабухающих глинистых и других отложений.

Скважина № 45 месторождения Ляльмикар. На месторождении Ляльмикар специалисты производственных организаций и научных учреждений впервые встретились с явлением влияния аномально высоких поровых давлений на состояние стенки ствола скважины в процессе бурения. В качестве примера рассмотрим кавернограмму (рис. 4), снятую в скв. № 45 месторождения Ляльмикар при бурении долотами 269,9 мм и 190,5 мм под техническую и эксплуатационную колонны соответственно.

Сопоставление фактических данных кривых 2, 4 и 5 изменения плотности бурового раствора и кавернограмм (см. рис. 4) отражает прямую зависимость показателей увеличения кавернозности с уменьшением плотности бурового раствора и наоборот.

Таким образом, определена корреляционная зависимость между поровым давлением глинистых пород и плотностью бурового раствора, которая легла в основу методики расчетной программы определения плотности бурового раствора в зависимости от порового давления.

В результате анализа первичных геолого-геофизических материалов на площадях Бешкентского прогиба Камаши, Акназар, Чилькувар, Дарахтли, Шим. Акназар, Авазчуль в процессе проводки поисковых скважин выявлены осложнения, связанные с набуханием и обвалообразованием горных пород:

- размыв устья скважины при забуривании, обвалы стенок скважин, частичное поглощение промывочной жидкости при проходке неоген-четвертичных осложнений;
- катастрофическое поглощение промывочной жидкости при проходке бухарских известняков палеоцена и обвалы стенок скважины в интервалах залегания сузакских глин эоцена;
- обвалы стенок скважин, желобообразование в интервалах залегания глин сенона, турона, сеномана и альба, а также частичные поглощения промывочной жидкости в IX, XII и XIII горизонтах меловых отложений;
- резкое ухудшение качества промывочной жидкости при разбуривании отложений солянo-ангидритовой формации, увеличение водоотдачи, уменьшение вязкости;
- интенсивное кавернообразование за счет растворения солей, сужение ствола скважины в пластичных солях, рапопроявление в отложениях эвапоритовой формации, коагуляция промывочной жидкости;

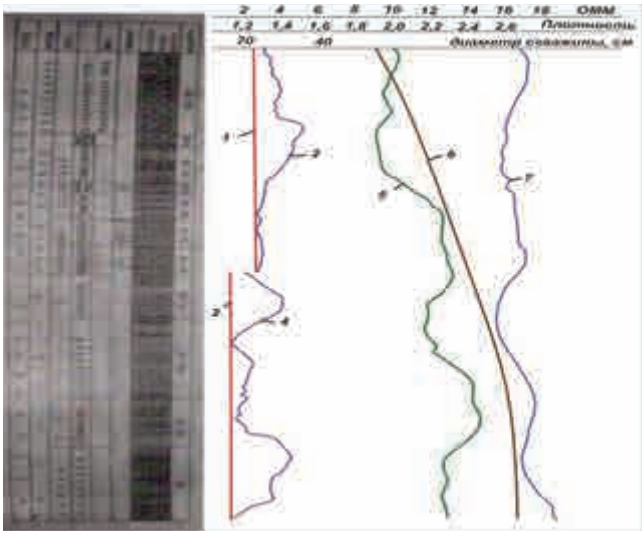


Рис. 4. Кавернограмма скв. № 45 месторождения Ляльмикар. 1 и 3 – номинальный диаметр скважины; фактическая кавернограмма в интервале бурения под колонну: 2 – техническую, 4 – эксплуатационную; плотность бурового раствора: 5 – фактическая, 6 – расчетная, построенная на основании графика совмещенных давлений; 7 – электрическое сопротивление.

• нефтегазопроявления, поглощение промывочной жидкости, сужение ствола скважины при бурении карбонатных отложений.

Месторождение Намазбой

По геолого-техническим условиям проводки глубоких скважин месторождение Намазбой относится к категории сложных (табл. 4, 5). Отметим осложнения, которые наблюдались в процессе бурения скважин:

• при бурении соляно-ангидритовой толщи киммеридж-титона происходили: резкое ухудшение качества промывочной жидкости, образование каверн и желобов, рапопроявления, коагуляция глинистого раствора и сужение ствола скважины в интервалах залегания прослоев ангидритов, частичное поглощение бурового раствора.

Таблица 4

Параметры промывочной жидкости на месторождении Намазбой

Отложения (горизонт)	Глубина залегания (кровли), м	Тип бурового раствора	Плотность, г/см^3	Вязкость, сек	Водоотдача, см^3/30 мин	pH	Химреагент
Палеоген	800	Глинистый	1,10-1,12	50-60	5-6	8-9	Глина, кальцинированная и каустическая сода, ПУЩР, К-4, наполнитель
Сеноман	1250		1,24-1,26	60-70	5-6	8-9	Глина, кальцинированная и каустическая сода, КМЦ-600, ФХЛС, техническая соль
Киммеридж-титон	2265		2,10-2,12	60-80	7-8	9-10	Глина, кальцинированная и каустическая сода, ВПРГ, крахмал, КССБ
Келловей-оксфорд	2780		1,11-1,12	60-80	7-8	9-10	Глина, кальцинированная и каустическая сода, хромпик

Таблица 5

Данные кавернометрии на месторождении Намазбой

Интервал, м	Коэффициент кавернозности
450-830	1,15
830-1090	1,8
1090-1300	1,20
1350-1500	1,25
1500-1900	1,3
1900-2235	1,25

• размыв устья скважины под направлением;

• при бурении неоген-четвертичных и эоцен-олигоценовых отложений палеогена происходили осыпи и обвалы стенок скважины, частичные поглощения промывочной жидкости;

• при вскрытии бухарских известняков наблюдалось поглощение промывочной жидкости;

• бурение скважин по меловым отложениям проходило нормально без особых осложнений, но в глинах альбского и туронского ярусов возникали обвалы стенок скважины, каверно- и желобообразования и прихваты бурового инструмента;

• при бурении песчаников сеноманского, альбского и аптского ярусов и неокомского надъяруса наблюдались сужения ствола скважины, частичные поглощения и водопроявления;

Месторождение Гарбий Сабо

На месторождении Гарбий Сабо (табл. 6, 7) наблюдались следующие осложнения:

• размыв устьев скважин при забуривании, обвалы стенок скважин, частичные поглощения глинистого раствора при бурении неустойчивых неоген-четвертичных пород;

• частичные, а иногда катастрофические, поглощения глинистого раствора при бурении по бухарским известнякам, которые приводили к обвалам вышележащих песчано-глинистых отложений неогена с прихватом бурильного инструмента;

• в меловых отложениях в интервалах залегания туронских, апт-альбских глин происходили обвалы стенок скважин, каверно- и желобообразования, сужения стволов скважин в песчаниках VIII-XIV горизонтов;

• поглощение промывочной жидкости, сужение стволов скважин. Пластовое давление в отложениях верхнего мела обычно не превышает гидростатическое. Ниже, в неоком-аптских отложениях, где выделяются XII, XIII, XIV водоносные горизонты, возникали водопроявления, частичные поглощения глинистого раствора, каверно- и желобообразования;

• в интервале юрской соленосной толщи наблюдалось резкое ухудшение качества гли-

Таблица 6

Параметры промывочной жидкости на месторождении Гарбий Сабо

Отложения (горизонт)	Глубина залегания (кровли), м	Тип промыв. жидкости	Плотность г/см^3	Вязкость, сек	Водоотдача, см^3/30 мин	pH	Химреагент
Палеоген	140	Глинистый	1,10-1,12	50-60	5-6	8-9	Глинопорошок, нефть, NaOH, Na_2CO_3 К-4, КМЦ, хромпик, ФХЛС, полиакриламид, сульфанол, наполнитель, графит
Сенон	365		1,24-1,26	60-70	5-6	8-9	
Сеноман	1250						
Титон	2265		2,10-2,12	60-80	7-8	9-10	
Оксфорд-киммеридж	2780		1,11-1,12	60-80	7-8	9-10	

Таблица 7

Данные кавернометрии на месторождении Гарбий Сабо

Интервал, м	Коэффициент кавернозности
401-600	1,4
600-800	1,35
800-1100	1,3
1100-1400	1,4
1400-1700	1,45
1700-2000	1,5
2000-2200	1,45

нистого раствора, уменьшение вязкости, кавернообразование в солях, сужение стволов скважин в ангидритах, рапопроявления и смятия колонн вследствие текучести солей.

•

Месторождение Чорикуль

На месторождении Чорикуль (табл. 8, 9) в процессе бурения встречались следующие виды осложнений:

• обвалы стенок скважины и размывов её устья при бурении рыхлых, песчано-глинистых пород неоген-четвертичного возраста;

• поглощения промывочной жидкости при вскрытии пород, слагающих палеогеновые отложения, представленные бухарскими известняками палеогена.

Таблица 8

Параметры промывочной жидкости на площади Чорикуль

Отложения (горизонт)	Глубина залегания кровли, м	Тип бурового раствора	Плотность г/см^3	Вязкость, сек	Водоотдача, см^3/30 мин	pH	Химреагент
Палеоцен	105	Глинистый	1,12-1,14	40-45	12-14	8-9	Глинопорошок, каустическая сода, Na_2CO_3, К-4, КМЦ
Сенон	385						
Турон	840		1,26-1,28	50-60	8-10	8-9	Глинопорошок, КМЦ, Na_2CO, каустическая сода, К-4, ФХЛС
Сеноман	1290						
Альб	1740						
Неоком-апт	2165						
Келловей-оксфорд	2525	Соленасыщенно-минерализованный	2,10-2,12	80-90	8-10	9-10	КМЦ, каустическая сода, К-4, NaCl, кальцинированная сода
Тер. юра	2800	Глинистый	1,80-1,82	60-70	6-8	8-9	Глина порошок, каустическая сода, Na_2CO_3, К-4, КМЦ

Таблица 9

Данные кавернометрии на площади Чорикуль

Интервал, м	Коэффициент кавернозности
380-535	1,18
535-730	1,2
730-920	1,23
920-1350	1,25
1350-1560	1,3

По литологическому составу породы мела представлены, в основном, чередованием песчано-глинистых образований с прослоями и пропластками ракушняков и известняков. Они склонны к обвалам, кавернообразованию, набухание глин приводило к прихватам бурильного инструмента.

При бурении по хемогенным отложениям титона, несмотря на их сравнительно малую мощность относительно других районов Чарджоуской ступени, происходили образования каверн и желобов, сужение ствола скважины в интервалах залегания ангидритов.

Площадь Авазчуль

На площади Авазчуль (табл. 10, 11) при бурении глубоких скважин встречались следующие осложнения:

Удлиненное направление – 426 мм × 101 м ВПЦ до устья.

Кондуктор – 324 мм × 783 м ВПЦ до устья.

I промежуточная колонна – 24 мм × 2772 м ВПЦ до устья.

Таблица 10

Параметры промывочной жидкости на площади Авазчуль

Отложения (горизонт)	Глубина залегания кровли, м	Тип бурового раствора	Плотность, г/см^3	Вязкость, сек	Водоотдача, см^3/30 мин	pH	Химреагент
Палеоцен	705	Гуматный	1,16-1,18	60-80	10-12	8-9	Глинопорошок, ПУЩР, каустическая сода, К-4, КМЦ
Сенон	785						
Турон	1340	Гуматно-полимерный	1,26-1,28	50-60	8-10	8-9	КМЦ, каустическая сода, К-4, ФХЛС
Сеноман	1690						
Альб	1940						
Неоком-апт	2165						
Келловей-оксфорд	3525	Соленасыщенно-минерализованный	2,10-2,12	80-90	8-10	9-10	КМЦ, каустическая сода, К-9, хромпик
Тер. юра	3800	Полимерно-лигно-сульфанатный	1,80-1,82	60-70	6-8	8-9	КМЦ, нефть, игетан, каустическая сода, К-4, графит

Таблица 11

Данные кавернометрии на площади Авазчуль

Интервал, м	Коэффициент кавернозности
780-940	1,2
940-1230	1,35
1230-1420	1,4
1420-1700	1,35
1700-2010	1,45
2010-2200	1,4
2200-2500	1,45
2500-2730	1,4

• размыв устьев скважин при забуривании, обвалы стенок скважин, частичные поглощения глинистого раствора при бурении неустойчивых неоген-четвертичных пород;

• частичные, а иногда катастрофические, поглощения глинистого раствора при бурении по бухарским известнякам, которые приводили к обвалам вышележащих песчано-глинистых отложений неогена с прихватом бурильного инструмента;

• в меловых отложениях в интервалах залегания туронских, апт-альбских глин происходили обвалы стенок скважин, каверно- и желобообразования, сужения стволов скважин в песчаниках VIII-XIV горизонтов.

Проектные данные: глубина – 3850 м, горизонт – тер. юра.

Фактические данные: глубина – 3435 м, горизонт – титон.

Фактическая конструкция:

Направление – 720 мм × 7 м, забутовано.

II промежуточная колонна – 193,7 мм × 2673-3453 м ВПЦ до 2673 м от устья.

Эксплуатационная колонна – 139,7 мм × 3835 м ВПЦ до устья.

Месторождение Каратепа

По геолого-техническим условиям проводки глубоких скважин месторождение Каратепа (табл. 12, 13) относится к категории сложных:

• при бурении неоген-четвертичных и эоцен-олигоценовых отложений палеогена наблюдались осыпи и обвалы стенок скважины, частичные поглощения промывочной жидкости;

• бурение скважин по меловым отложениям проходило нормально без особых осложнений, но в глинах альбского и туронского ярусов возникали обвалы стенок скважины, каверно- и желобообразования и прихваты бурового инструмента;

• при бурении песчаников сеноманского, альбского и аптского ярусов и неокомского надъяруса возможны сужения ствола скважины, частичные поглощения и водопроявления.

Поинтервальные коэффициенты кавернозности ствола скважин приведены в табл. 14.

Так, основные причины увеличения коэффициента кавернозности в интервалах 400-1900 м на месторождениях Алан, Шуртан, Чилькувар связаны с взаимодействием фильтрата буровых растворов с сильноувлажненными глинистыми породами, перемежающимися с песчаниками и другими горными породами.

Таблица 12

Характеристика промывочной жидкости на месторождении Каратепа

Отложения (горизонт)	Глубины залегания кровли, м	Тип бурового раствора	Плотность, г/см^3	Вязкость, сек	Водоотдача, см^3/30 мин	pH	Химреагент
Палеоген	1400	Глинистый	1,10-1,12	40-50	10-12	9-10	Кальцинированная и каустическая сода, ПУЩР, К-4, наполнитель
Сенон	1640		1,16-1,20	60-70	9-10	9-10	Кальцинированная и каустическая сода, ПУЩР, К-4, наполнитель NaOH, нефть, графит
Сеноман	2420		1,24-1,28	60-80	9-10	8-9	Кальцинированная и каустическая сода, ПУЩР, К-4, наполнитель
Неоком-апт	2910						
Кимме-ридж-титон	3310		1,28-1,30	60-80	8-10	9-10	Кальцинированная и каустическая сода, ПУЩР, К-4, наполнитель, КМЦ-600, ФХСЛ, техническая соль
Келловей-оксфорд. ярус	3360		1,10-1,12	40-50	6-8	8-9	Кальцинированная и каустическая сода, ПУЩР, К-4, наполнитель ВПРГ, крахмал, КССБ

Таблица 13

Данные кавернометрии на месторождении Каратепа

Интервал, м	Коэффициент кавернозности
900-1230	1,2
1230-1500	1,18
1500-1830	1,2
1830-1950	1,15
1950-2010	1,2
2010-2300	1,25
2300-2360	1,3

Таблица 14

Коэффициенты кавернозности отдельных интервалов скважин

Площадь, номер скважины	Интервал отложений, м	Стратиграфия	Коэффициент кавернозности
Алан, 169	350-900	Сенон	1,35
	1350-1800	Альб	1,40
Шуртан, 274	300-700	Сенон	1,40
	1250-1530	Альб	1,45
Рубоий, 2	700-1200	Сенон	1,50
	1650-1900	Альб	1,35
Самантепа	450-800	Сенон	1,3
	1250-1600	Альб	1,4
Чулькувар	550-1000	Сенон	1,35
	1450-1900	Альб	1,40

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате анализа первичных геолого-геофизических материалов выявлено, что на площадях Бешкентского прогиба (Камаши, Акназар, Чилькувар, Дарахтли, Шим. Акназар, Авазчуль) в процессе проводки поисковых скважин встречаются осложнения, связанные с набуханием и обвалообразованием горных пород:

• размыв устья скважины при забуривании, обвалы стенок скважин, частичное поглощение промывочной жидкости при проходке неоген-четвертичных осложнений;

• катастрофическое поглощение промывочной жидкости при проходке бухарских известняков палеоцена и обвалы стенок скважины в интервалах залегания сузакских глин эоцена;

• обвалы стенок скважин, желобообразование в интервалах залегания глин сенона, турона, сеномана и альба, а также частичные поглощение промывочной жидкости в IX, XII и XIII горизонтах меловых отложений;

• резкое ухудшение качества промывочной жидкости при разбуривании отложений солянo-ангидритовой формации, увеличение водоотдачи, уменьшение вязкости;

• интенсивное кавернообразование за счет растворения солей, сужение ствола скважины в пластичных солях, рапопроявление в отложениях эвапоритовой формации, коагуляция промывочной жидкости;

• нефтегазопроявления, поглощение промывочной жидкости, сужение ствола скважины при бурении карбонатных отложений.

Зная разновидность и характер выявленных геологических осложнений можно будет легко разработать конкретные, целенаправленные мероприятия для их предупреждения и ликвидации.

Статья представлена членом редколлегии докт. философии (PhD) по геол.-мин. наукам И.Б.Турамуратовым.

© Коллектив, 2025

Xusan X.Shafayziyev, Xasan X.Shafayziyev, G.N.Jamolova, A.O‘.Ozodbekov

MIKROKALSIT XOMASHYOSINING DUNYO SANOATIDAGI AXAMIYATI



Shafayziyev Xusan Xamidullayevich – H.M.Abdullayev nomidagi Geologiya va geofizika instituti kichik ilmiy hodim. E-mail: mr.shosh@list.ru



Shafayziyev Xasan Xamidullayevich – H.M.Abdullayev nomidagi Geologiya va geofizika instituti kichik ilmiy hodim. E-mail: shoshh@list.ru



Jamalova Gulbahor Nurullayevna – H.M.Abdullayev nomidagi Geologiya va geofizika instituti kichik ilmiy hodim.



Ozodbekov Abdulaziz O‘tkir o‘g‘li – H.M.Abdullayev nomidagi Geologiya va geofizika instituti muhandis geolog.

Kirish. Respublika nometall minerallar uchun muhim salohiyatga ega. Bu ulkan va xilma-xil foydali qazilmalar guruhi O‘zbekiston sanoatida keng qo‘llaniladi. Unda bir necha turdagi foydali qazilmalar – tog‘-kon sanoati va kimyoviy xomashyo, qurilish materiallari mavjud.

Xomashyosi turli sanoat va oziq-ovqat mahsulotlarini, shuningdek abraziv materiallarni tozalash uchun sorbentlar sifatida ishlatiladigan bir qator konlar mavjud.

Marmar kukuni (mikrokalsit)ning kimyoviy tarkibi kalsiy karbonat $CaCO_3$ hisoblanadi (1-rasm). Kukunning ko‘rinishi: oq rangli marmar kukuni kristalli tuzilishga ega bo‘lgan xomashyo bo‘lib, kislotali muhitlarga chidamli, bo‘rga nisbatan kamroq kimyoviy faol (bo‘r va marmar kimyoviy tarkibda bir xil bo‘lsada), mahsulot sifatini yaxshilash va zavod xarajatlarini kamaytirish uchun keng imkoniyatlar yaratadi. Hozirgi vaqtda marmar kukuni iste’molchilarni yuqori oqlik, yorqinlik, yaxshi optik xususiyatlar, past yog‘li yelimlar.

Marmar kukuni turli sohalarda keng qo‘llaniladi: bo‘yoq sanoatida, suv va organik suyultirilgan bo‘yoqlarda, emallarsanoat bo‘yoqlarida, bosma bo‘yoqlarda, fasad bo‘yoqlarda, chang bo‘yoqlarda [1, 2].

Kimberlit jinslaridan olingan kaltsitning xususiyatlari-kaltsit Sibir platformasidagi kimberlit jinslarida eng keng tarqalgan karbonatlardan biri hisoblanadi, bu esa diatremalarni o‘rab turgan qatlamlarning terrigen-karbonat tarkibi bilan bog‘liq. Mineral kimberlitlarda asosan donalar va yig‘indilar, chiziqlar va bo‘g‘imlar, sharsimon shakllar, druzalar, geodalar va cho‘tlarda uchraydi.

Kaltsitlarda kaltsiy va karbonat ionlarining (Ca va CO_2) notekis taqsimlanishi va kaltsit hosil bo‘lish jarayonining ko‘p bosqichli ekanligi qayd etilgan. Kimberlitlarda kaltsit kristallanadigan jarayon juda murakkab va ko‘p bosqichdan iborat. Ko‘pincha alohida geodalarda bir nechta kaltsit avlodlari mavjud bo‘lib, ular o‘lchami, shakli, inkluziyalar to‘plami, zonallik turi, rangi va luminesentsiya xususiyatlari bilan farqlanadi [3].

Mikrokalsitga bo‘lgan talabning ortishiga sabablar. So‘nggi yillarda sanoat ishlab chiqarishining o‘sishi va ekologik talablarning kuchayishi mikrokalsitga bo‘lgan global ehtiyojni oshirdi. Jahon bozoridagi tendensiyalar quyidagi asosiy omillarga bog‘liq:

1. ***Qurilish sanoatining kengayishi***

• Mikrokalsit sement, beton, gips va plitka yopishtirgichlari tarkibida muhim komponent bo‘lib, ularning mustahkamligi va chidamliligini oshiradi.

• 2024-yilga kelib qurilish sanoati hajmi 12 trillion AQSh dollariga yetishi prognoz qilinmoqda.

2. ***Qog‘oz sanoati va ekologik tozalik talablarining ortishi***

• Mikrokalsit qog‘ozni oqartirish va mustahkamlashda ishlatiladi.



1-rasm. Mikrokalsit.

• Xitoy, AQSh va Yevropa mamlakatlari mikrokalsit asosidagi qog‘oz ishlab chiqarishda yetakchi hisoblanadi.

3. ***Plastik va polimer sanoatida mustahkamlovchi vosita sifatida ishlatilishi***

• Mikrokalsit plastikning mustahkamligi va elastikligini oshiradi.

• Avtomobil sanoati va qadoqlash materiallarida plastik to‘ldiruvchi sifatida ishlatiladi.

4. ***Farmatsevtika va kosmetika sanoatida qo‘llanilishi***

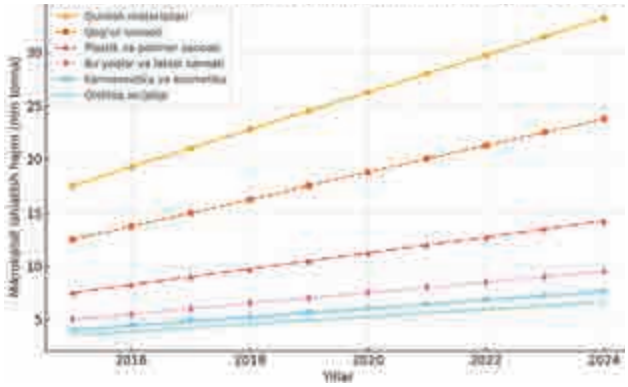
• Mikrokalsit dori vositalarining tarkibida, xususan, tabletka ishlab chiqarishda qo‘llaniladi.

• Kosmetikada yuz niqoblari, kremlar va dekorativ mahsulotlarda ishlatiladi.

5. ***Qishloq xo‘jaligida tuproq va o‘g‘it sifatida ishlatilishi***

• Mikrokalsit tuproq kislotaliligini kamaytirish va chorva ozuqa qo‘shimchalari tarkibida mavjud [2].

Tadqiqotning maqsadi va dolzarbligi. Ushbu tadqiqot 2015-2024 yillar davomida turli mamlakatlarda mikrokalsit qo‘llanilishining dinamikasini tahlil qilish va uning sanoat tarmoqlaridagi ulushini aniqlashga qaratilgan (2-rasm). Mikrokalsit jahon iqtisodiyotida muhim xomashyo sifatida qaralib, uning talab va ta’minot holatini o‘rganish iqtisodiyot va sanoat rivojlanish tendensiyalarini tushunishga yordam beradi. Bu tahlil investorlar, sanoat mutaxassislari va ilmiy tadqiqotchilar uchun mikrokalsit bozoridagi o‘zgarishlarni anglash va kelajak prognozlarini shakllantirishga imkon yaratadi [4].



2-rasm. 2015-2024 yillardagi mikrokalsit qo‘llanilishining dinamikasi.

Mikrokalsitning Jahon sanoatidagi O‘rni. Mikrokalsit jahon bo‘ylab **turli sanoat tarmoqlarida** muhim xomashyo sifatida ishlatiladi. 2024-yilga kelib global mikrokalsit bozorining hajmi **70 milliard AQSh dollaridan oshishi** prognoz qilinmoqda. Eng yirik iste’molchilar qatoriga quyidagi sanoat sohalari kiradi:

1. Qurilish sanoati (35-40%) – sement, beton, plitka yopishtirgichlari ishlab chiqarishda ishlatiladi.

2. Qog‘oz sanoati (20-25%) – oqartirish va qog‘ozga silliqlik berish uchun qo‘llaniladi.

3. Plastmassa va polimer sanoati (15-18%) – mahsulotlarning mustahkamligi va elastikligini oshirish uchun ishlatiladi.

4**.** Bo‘yoq va lak sanoati (10-12%) – bo‘yoq tarkiida yorqinlik va barqarorlikni oshirish maqsadida qo‘shiladi.

5. Farmatsevtika va kosmetika (5-7%) – dorilar, kremlar va kosmetik vositalarda qo‘llaniladi.

6. Qishloq xo‘jaligi (5%) – tuproq sifati va o‘g‘it tarkibini yaxshilashda ishlatiladi.

Qaysi mamlakatlarda ishlab chiqariladi va ishlatiladi:

• **Xitoy** – dunyodagi eng yirik kalsiy karbonat ishlab chiqaruvchilari va iste’molchilaridan biri.

• **AQSh** – qurilish, qog‘oz va farmasevtika sanoati uchun yirik ishlab chiqaruvchi va import qiluvchi.

• **Germaniya** – yuqori sifatli mikrokalsit ishlab chiqaruvchi mamlakatlardan biri.

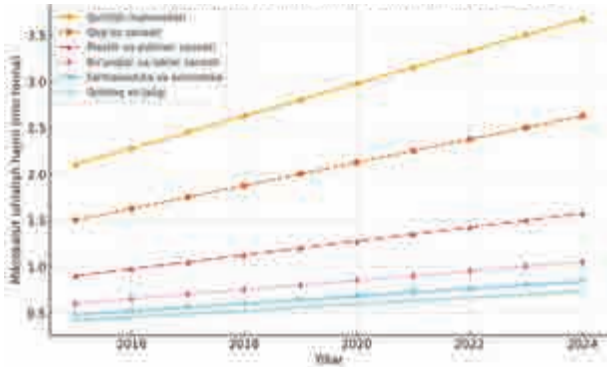
• **Hindiston** – kalsiy karbonatning asosiy ishlab chiqaruvchilaridan biri bo‘lib, ko‘plab sanoat sohalarida qo‘llaydi.

• **Rossiya** – qurilish materiallari, bo‘yoqlar va plastmassalar sanoati uchun mikrokalsit ishlab chiqaradi va import qiladi. **Turkiya** – tabiiy kalsit zaxiralari katta bo‘lib, qurilish va qog‘oz sanoatida ishlatiladi.

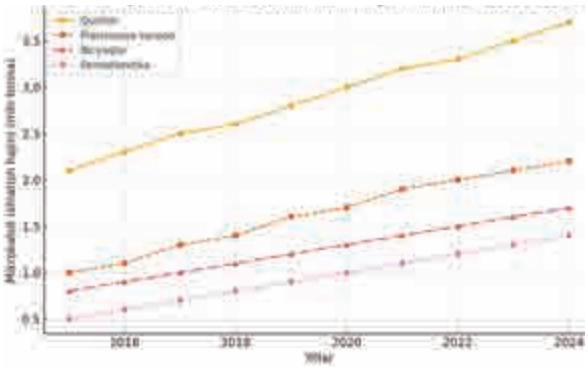
• **Italiya va Fransiya** – yuqori sifatli kalsiy karbonat ishlab chiqaruvchi va eksport qiluvchi mamlakatlar.

• **Janubiy Koreya** – ko‘plab sanoat sohalarida qo‘llaydi.

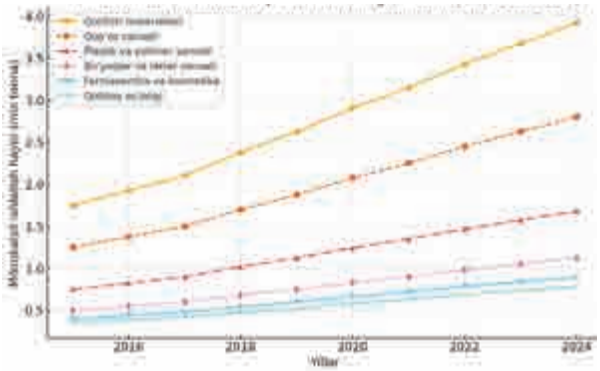
So‘nggi 10 yil ichida mikrokalsitga bo‘lgan talab sezilarli darajada oshgan. Quyida **asosiy mamlakatlar bo‘yicha o‘zgarishlar** tahlil qilinadi [1].



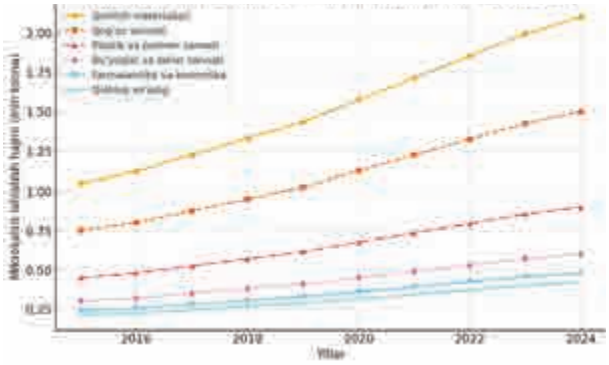
3-rasm. Xitoyda mikrokalsit asosan quyidagi sohalarda keng qo‘llaniladi.



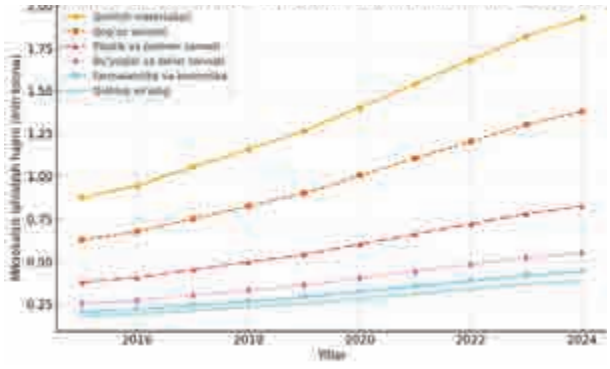
7-rasm. Germaniyada mikrokalsit asosan quyidagi sohalarda keng qo‘llaniladi.



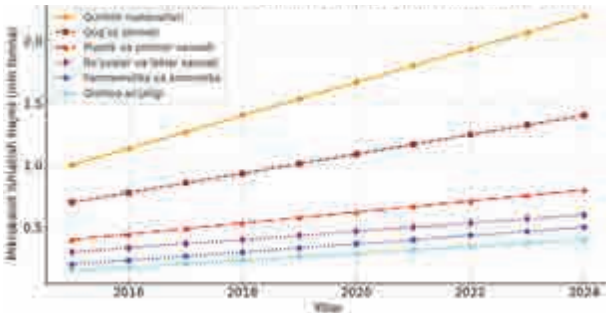
4-rasm. Hindistonda mikrokalsit asosan quyidagi sohalarda keng qo‘llaniladi.



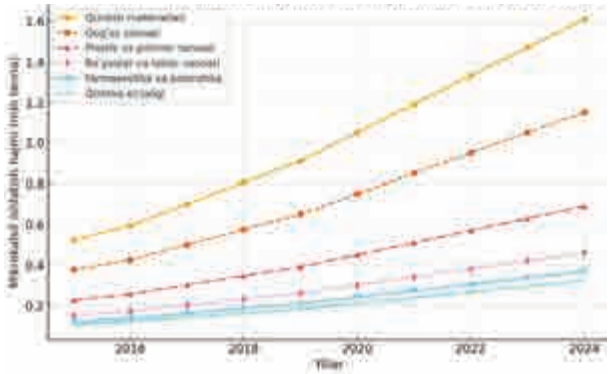
8-rasm. Fransiyayada mikrokalsit asosan quyidagi sohalarda keng qo‘llaniladi.



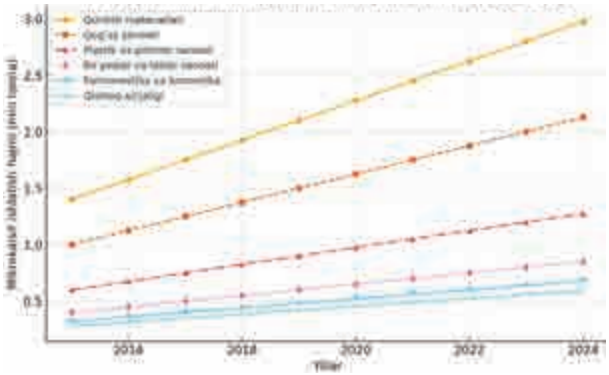
5-rasm. Janubiy Koreyada mikrokalsit asosan quyidagi sohalarda keng qo‘llaniladi.



9-rasm. Rossiyada mikrokalsit asosan quyidagi sohalarda keng qo‘llaniladi.



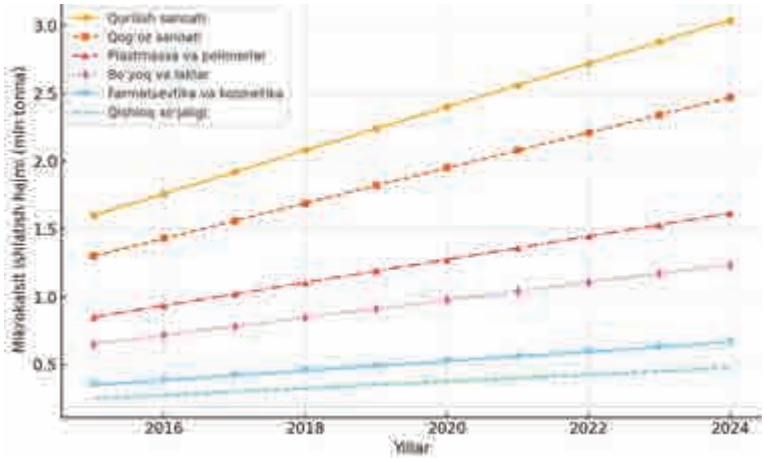
6-rasm. O‘zbekistonda mikrokalsit asosan quyidagi sohalarda keng qo‘llaniladi.



10-rasm. Turkiya mikrokalsit asosan quyidagi sohalarda keng qo‘llaniladi.



11-rasm. Italiya mikrokalsit asosan quyidagi sohalarda keng qo‘llaniladi.



12-rasm. AQShda mikrokalsit qo‘llaniladigan asosiy sohalar.

Osiyo davlatlarida mikrokalsit sanoat sohasida qo‘llanilishi diagrammasi (Xitoy, Hindiston, Janubiy Koreya va O’zbekiston misolida) (3-6-rasm).

Yevropa davlatlarida mikrokalsit sanoat sohasida qo‘llanilishi diagrammasi (Germaniya, Fransiya, Rossiya, Turkiya va Italiya misolida) (7-12-rasm).

Mikrokalsit qo‘llanilishining sanoat tarmoqlarda dunyoviy iqtisodiy bashorati 2025 yilga. *Qurilish sanoati.* Mikrokalsitning sement, beton va gips mahsulotlarida ishlatilishi ularning mustahkamligini va ekologik samaradorligini oshirishda muhim rol o‘ynaydi. 2025-yilga kelib, global qurilish bozori hajmi 13 trillion dollarga yetishi kutilmoqda, bu esa mikrokalsitga bo‘lgan talabni oshiradi [3].

Qog‘oz sanoati. Ekologik toza materiallarga o‘tish jarayoni davom etayotgan bo‘lsada, mikrokalsit qog‘oz ishlab chiqarishda muhim to‘ldiruvchi sifatida qolmoqda. Hindiston va Xitoy kabi yirik qog‘oz ishlab chiqaruvchi davlatlarda talabning 7-10% ga oshishi kutilmoqda [5].

Plastmassa va polimer sanoati. Elektr transporti va texnologik mahsulotlar ishlab chiqarish hajmining oshishi bilan **plastmassa va polimer sanoatida mikrokalsitga bo‘lgan ehtiyoj ortadi. 2025-yilga kelib, global plastmassa bozori hajmi 55 milliard dollardan oshishi prognoz qilinmoqda [2].**

Bo‘yoq va lak sanoati. Mikrokalsit bo‘yoqlarning yopishqoqligini oshirish, ultrabinafsha nurlarga chidamliligini kuchaytirish va sirt sifatini yaxshilash uchun ishlatiladi. Xitoy, AQSh va Yevropa Ittifoqi mamlakatlari bo‘yoq sanoatining yetakchilari bo‘lib qoladi, va bozorda 5-8% o‘sish kutilmoqda [4].

XULOSA

Mikrokalsit sanoatning turli sohalarida keng qo‘llaniluvchi muhim mineral bo‘lib, uning qo‘llanilish dinamikasi hududiy va vaqt kesimida sezilarli farq qiladi. Geologik nuqtai nazardan, mikrokalsit tabiiy ravishda ohaktosh va marmarning maydalangan fraksiyasi sifatida hosil bo‘ladi. Uning asosiy tarkibi kaltsiy karbonat ($CaCO_3$) bo‘lib, yuqori darajadagi sof mikrokalsit odatda metamorfik va cho‘kindi jinslardan olinadi.

Ilmiy geologik tadqiqotlar shuni ko‘rsatadiki, mikrokalsitning fizik va kimyoviy xususiyatlari uni qurilish, qog‘oz, plastmassa, farmasevtika va boshqa sanoat tarmoqlarida universal material sifatida ishlatilishiga imkon beradi. Ayniqsa, nozik dispersiyali mikrokalsit bo‘yoq va plastmassalar ishlab chiqarishda mustahkamlik va optik xususiyatlarni yaxshilash uchun muhim qo‘shimcha hisoblanadi.

Dunyo miqyosida mikrokalsitning ishlatilish dinamikasi mamlakatlarning sanoat rivojlanish darajasi va tabiiy resurslardan foydalanish strategiyasiga bog‘liq. 2015-2024 yillar davomida asosiy tendensiyalar quyidagicha shakllandi:

- **Texnologik rivojlanish** mikrokalsitdan foydalanishning yangi usullarini yaratdi, masalan, nano-kalsit shaklida ilg‘or qo‘llanilishi.
- **Ekologik me’yorlarning kuchayishi** qog‘oz va plastmassa sanoatida tabiiy mineral plomba (to’ldiruvchi material) sifatida mikrokalsitga bo‘lgan talabni oshirdi.
- **Geologik resurslardan samarali foydalanish** mamlakatlar uchun muhim omil bo‘lib, mahalliy xomashyo bazalarini rivojlantirish tendensiyasi kuzatildi.

Rossiya, AQSh, Xitoy va Yevropa davlatlarida mikrokalsit sanoatining rivojlanishi asosan qurilish va qog‘oz sanoatiga bog‘liq bo‘lsa, Hindiston va Janubiy Koreya kabi mamlakatlarda plastik va polimerlar tarmog‘ida uning ulushi ortib bormoqda.

Shunday qilib, mikrokalsit dunyo sanoati uchun strategik xomashyo bo‘lib, uning ishlab chiqarish va iste’mol dinamikasi iqtisodiy va texnologik omillarga bog‘liq holda o‘sishda davom etmoqda. Geologik resurslar, qayta ishlash texnologiyalarining rivojlanishi va ekologik talablarga moslashish bu mineralning kelajakdagi istiqbollarini belgilaydi.

ADABIYOTLAR

1. *Шафайзиев Хусан Х., Шафайзиев Хасан Х., Нарчаев Ш.Б.* Жанубий Ўзбекистонда юқори технологияли микрокальцит маҳсулотларини ишлаб чиқариш учун мос карбонатли хомашё базасини аниқлаш ва саноатдаги аҳамияти // Мат-лы Междунар. науч.-практ. конф. «Геология и минералогия месторождений полезных ископаемых, инновационные направления добычи, обогащения и технологии извлечения ценных компонентов». - Т., 2024. - С. 454-456.

2. *Шафайзиев Х.Х., Шафайзиев Х.Х., Жураев А.Х.* Шаркий Узбекистонда юкори технологияли микрокальцит махсулотларини ишлаб чикариш учун мос карбонатли хом-ашё базасини аниклаш, ва саноатдаги ахамияти // Мат-лы Республ. науч.-практ. конф. «Актуальные проблемы геологии, геофизики, петрологии и рудообразования». - Т.: ИГиГ, 2022. - Т. 2. - С. 127-129.

3. *Зинчук Н.Н.* Особенности кальцита из кимберлитовых пород // Proceedings of Voronezh State University. Series: Geology. - 2023. - № 2. - С. 28-43.

4. United States Geological Survey (USGS) // Global Calcium Carbonate Market Report. 2024. Retrieved from www.usgs.gov

5. ScienceDirect. Applications of Microbially Induced Calcium Carbonate Precipitation (MICP) in Civil Engineering. 2023. Retrieved from www.sciencedirect.com

Мақолани редколлегия аъзоси геол.-мин. фанлари М.У.Исоков тавсия қилган.

© Коллектив, 2025

И.Х.Хабибуллаев, Ж.Х.Джуманов, С.Х.Хушвактов, Э.А.Анорбоев, Ў.Б.Мардиев, И.Қ.Теляев

ЕР ОСТИ СУВЛАРИ МОНИТОРИНГ ТИЗИМЛАРИНИ ЛОЙИҲАЛАШТИРИШНИ ГЕОАХБОРОТ ТЕХНОЛОГИЯЛАРИ АСОСИДА ТАКОМИЛЛАШТИРИШ ЙЎНАЛИШЛАРИ



Хабибуллаев Иброхим Хабибуллаевич – етакчи илмий ходим «ГИДРОИНГЕО институти» ДМ, техника фанлари доктори, профессор. E-mail: xabibullayev@mail.ru



Джуманов Жамолжон Худойқулович – етакчи илмий ходим «ГИДРОИНГЕО институти» ДМ, техника фанлари доктори, профессор. E-mail: jamoljon@mail.ru



Хушвактов Сайдулла Халбазорович – етакчи илмий ходим «ГИДРОИНГЕО институти» ДМ, техника фанлари доктори (DSc). E-mail: saydulla.hushvaktov@yandex.com



Анорбоев Эркин Алишер ўғли – лаборатория мудири «ГИДРОИНГЕО институти» ДМ, техника фанлари бўйича фалсафа доктори (PhD). E-mail: erkinanorboyev5@gmail.com



Мардиев Ўткир Бердиевич – катта илмий ходим «ГИДРОИНГЕО институти» ДМ, техника фанлари бўйича фалсафа доктори (PhD). E-mail: mardiyev_utkir@mail.ru



Теляев Исмат Қудратиллоевич – Мирзо Улуғбек номидаги Ўзбекистон Миллий университети Жиззах филиали докторанти. E-mail: ismat.telyaev93@gmail.com

Кириш. Ер ости сувлари экологик, ижтимоий ва иқтисодий барқарорлик учун муҳим табиий ресурс ҳисобланади. Аҳоли сонининг ортиши, саноатнинг ривожланиши ва қишлоқ хўжалиги эҳтиёжларининг ошиши фонида ер ости сувлари стратегик аҳамият касб этмоқда. Бу ресурслардан оқилона ва самарали фойдаланиш эса уларни доимий мониторинг қилиш ва бошқаришни талаб қилади. Рақамли иқтисодиётни ривожлантириш шароитида бундай масалаларни ечишда ахборот-коммуникация технологияларини қўллаш катта ахамиятга эга [1, 2]. Геоахборот технологиялари (ГАТ) бу борада замонавий ва юқори самарали ечим сифатида эътироф этилмоқда [3, 4].

Мавзунинг долзарблиги. Иқлим ўзгариши, ёмғир миқдорининг камайиши, трансчегаравий сув масалалари ва антропоген омиллар туфайли ушбу манбаларни сақлаб қолиш долзарб масалага айланмоқда[1]. Кўплаб ҳудудларда ер ости сувларининг сатҳи пасаймоқда, сифати ёмонлашмоқда. Анъанавий кузатув усуллари эса бундай таҳдидларга тезкор жавоб бера олмайди. Шу сабабли, реал вақт режимида маълумот тўплай оладиган, визуализация ва башорат имконини берадиган геоахборот технологияларига эҳтиёж ортмоқда.

Чет эл тажрибаси[2]. Ер ости сувлари мониторинги самарадорлигини оширишга йўналтирилган илмий изланишлар жаҳоннинг

етакчи илмий марказлари ва олий таълим муассасаларида олиб борилган.

Ер ости сувлари мониторингини яратиш бўйича муаммолар жаҳон илмий адабиётларида кенг ёритилган. Бу борада С.Ф.Аверьянов, И.К.Гавич, Р.Руизенаар, В.М.Шестаков, В.М.Гольдберг, Т.В.Алексеева, Е.В.Курганова, О.В.Митракова, В.М.Ибраимов, Ж.Т.Бельдеубаева, Т.А.Рахимов ва бошқа олимлар томонидан олиб борилган илмий тадқиқот ишларини келтириш мумкин [5, 6].

Мониторинг тизимида ер ости сувлари параметрларини автоматлаштирилган ўлчов тизимларини яратиш масалалари ҳам бир қатор олимлар, жумладан: J.C.Refsgaard, T.Himmelsbah, S.Broda, W.B.Solley, B.Brodaric, E.Boisvert, A.Rasnovskiy, H.J.Henriksen, B.Mougin, В.И.Бардишев, Г.А.Буденков, А.П.Белоусова ва бошқаларнинг илмий ишларида ёритилган [5, 6]. Уларнинг илмий тадқиқотлари асосан ер ости сувлари ифлосланишининг ахборот-таҳлилий тизимлари, ер ости сувлари геофильтрация жараёнларини моделлаштириш, рақамли хариталаш, ер ости сувлари қатламларининг ҳолатини баҳолаш ва прогноз қилиш масалаларига бағишланган.

Шу билан бирга техника ва технологиялар ривожланган бир қанча мамлакатларда автоматлаштирилган мониторинг тизимлари йўлга қўйилган[3].

АҚШда United States Geological Survey (USGS) томонидан 1985 йилдан бошлаб яратилган National Water Information System (NWIS) тизими минглаб мониторинг станцияларни бирлаштиради. Ҳар бир қудуқдан олинаётган реал вақт маълумотлар махсус сенсорлар ёрдамида онлайн равишда марказий серверга узатилади. Бу маълумотлар орқали сув сатҳи, босими, ҳарорати ва кимёвий таркиби кузатилади.

Австралияда CSIRO ва Geoscience Australia ташкилотлари MODFLOW дастурида ер ости сувларининг оқимларини моделлаштириб, ҳавза миқёсида сув балансини прогноз қилишда фойдаланади. Бу моделлар орқали йирик шаҳарларда ичимлик суви хавфсизлигини таъминлаш учун стратегик қарорлар қабул қилинади.

Хиндистонда Central Ground Water Board томонидан ГАТ асосида «Dynamic Ground Water Resources of India» лойиҳаси доирасида ҳар 5 йилда бир марта миллий ер ости сув харитаси янгиланади. Унга GPS билан аниқланган қудуқ жойлашуви, сув сатҳи, сифати ва фойдаланиш ҳажмлари киритилади.

Ўзбекистонда амалга оширилаётган ишлар. Ушбу йўналишнинг илмий асосларини яратишга республикамизда Н.Н.Ходжибаев, У.У.Умаров, Ж.Х.Джуманов, А.А.Мавлонов, Б.Д.Абдуллаев, С.Х.Хушвактов, А.М.Мирсоатов, И.Н.Грачева каби олим ва тадқиқотчилар ўз ҳиссаларини қўшишган. Улар томонидан амалга оширилган тадқиқотлар асосан ер ости сувлари геофильтрация жараёнларини математик моделлаштириш, ер ости сувлари ҳолатини баҳолаш ва мониторингини юритишга оид масалаларга қаратилган [5, 6].

Олиб борилган тадқиқотлар Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2020 йил 5 октябрдаги ПФ-6079-сонли «Рақамли Ўзбекистон – 2030» Фармони ва 2022 йил 7 декабрдаги ПҚ-439-сонли «Ер ости сув ресурсларини муҳофаза қилиш ва улардан оқилона фойдаланишни тартибга солиш бўйича қўшимча чора-тадбирлар тўғрисида» ги қарорига асосан «Ўзбекгидрогеология» ДМнинг ер ости сувлари мониторинги бўйича рақамли маълумотлар базаси ва интерактив харитасини тайёрлаш учун замонавий ускуналар ва дастурий таъминот билан жиҳозланган вазиятлар маркази фаолияти ташкил этишга ҳамда мазкур фаолиятга тегишли бошқа меъёрий-ҳуқуқий ҳужжатларда белгиланган вазифаларни амалга оширишга муайян даражада хизмат қилади[4].

Эришилган илмий натижаларга қарамасдан, соҳада автоматик ўлчов ва геоахборот технологиялари асосида ер ости сувлари регионал мониторинг тизиминини яратиш, тизимни онлайн режимида жорий этиш асосида маълумотлар базасини такомиллаштириш ҳамда ер ости сувлари ҳолатини акс эттирувчи маълумотларни таҳлил қилиш ва олинган натижаларни кафолатлаш имконияти етарли даражада ўрганилмаган.

Сўнгги йилларда ер ости сувларининг автоматлашган мониторинги бўйича Ўзбекистонда қуйидаги лойиҳалар амалга оширилган:

- Тошкент вилоятида «Smart Irrigatsion» лойиҳаси доирасида ГАТ-картография асосида сув манбаларининг жойлашуви хариталаштирилган;

[1] https://www.uznature.uz/uz/site/news?id=3019
[2] https://unece.org/climate-change/news/cooperation-shared-rivers-central-asia-rise-lags-behind-transboundary-aquifers
[3] https://unece.org/climate-change/news/cooperation-shared-rivers-central-asia-rise-lags-behind-transboundary-aquifers
[4] O‘zbekiston Respublikasi qonun hujjatlari to‘plami, 2017 yil. 26 (786)-son

• Бухоро вилоятида ер ости сувларининг туз таркибини назорат қилиш учун масофавий зондлаш технологиялари жорий этилган.

Сув хўжалиги вазирлиги WRMIS (Water Resources Management Information System) тизимини ишлаб чиқмоқда, бу тизим барча сув омборлари, қудуқлар ва сув оқимларини бирлаштирган ягона платформага айланиши режалаштирилмоқда[1].

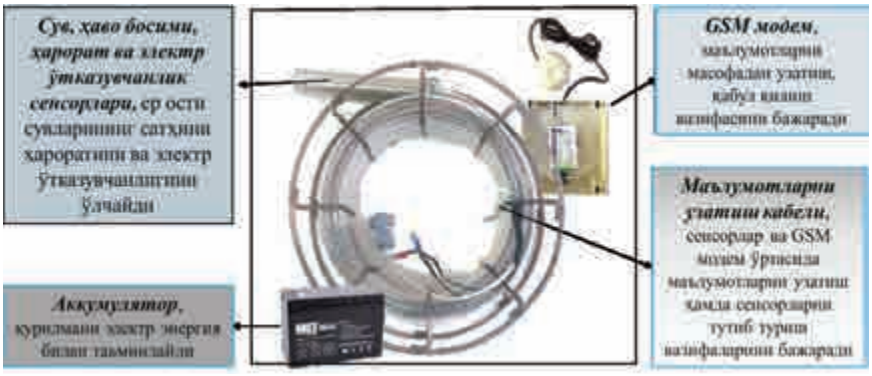
Геология фанлари университетининг «ГИДРОИНГЕО институти» Давлат муассасасида ер ости сувлари режим параметрларининг автоматлаштирилган ўлчов қурилмаси ГГМ-1 (Гидрогеомонитор-1) яратилиб ўлчаш усулларини такомиллаштирш бўйича илмий ва амалий ишлар амалга оширилган ва автоматлашган ўлчаш қурилмасининг ишлаш алгоритми, ҳисоблаш схемалари ишлаб чиқилган (1- расм) [5].

Мазкур илмий даргоҳда олиб борилган илмий ва амалий тадқиқот ишлари натижасида ер ости сувларининг сатҳи, ҳарорати ва электр ўтказувчанлик параметрларини онлайн мониторингини амалга ошириш имкониятлари жорий қилинган [6]. Бажарилган ишларнинг натижасида ер ости сувлари режим параметрларининг онлайн мониторинг тизими қуйидаги структура асосида амалга оширилган (2-расм).

Ушбу тизим ер ости сувларининг режим маълумотларини масофадан ахборот каналлари (интернет) орқали узатиш ва сўровларни қабул қилиш жараёнини автоматлаштириш имкониятини яратади (3-расм).

Бундан ташқари яратилган мониторинг тизими ер ости сувлари мониторинг маълумотлари бевосита автоматлаштирилган тизими интерфейси орқали ҳосил қилинган яхлит маълумотлар базасида тўплаш имкониятини беради [7].

Бугунги кунда тизимларнинг аксарияти ҳали интеграцияланмаган, қўлда маълумот киритиш давом этмоқда ва онлайн мониторинг кенг жорий этилмаган. Кўплаб ҳудудларда қудуқлар GPS билан белгиланмаган, натижада аниқ координаталар асосида хариталаш имконияти чекланган. Бундай вазиятлар ер ости сувлари мониторинг тизимини



1-расм. ГГМ-1 автоматлашган ўлчов қурилмасининг умумий кўриниши.



2-расм. Ер ости сувлари мониторинги тизими структураси.

[1] https://www.uznature.uz/uz/site/news?id=3019



3-расм. Маълумотларни олиш ва узатиш жараёни схемаси.

лойиҳалаштиришни замонавий ахборот-коммуникация технологиялари асосида такомиллаштиришни талаб этади [8, 9].

Тадбиқ қилинаётган илмий методлар. *ГАТ (Геоахборот тизимлари).* Ушбу тизим ер ости сувларининг ҳолатини хариталаш, қудуқларнинг жойлашуви, гидроизогипс чизиқлари ва сув оқими йўналишларини аниқлаш имконини беради. Масалан, Сурхондарё вилоятида ГАТ ёрдамида тупроқ турлари билан ер ости сувларининг тарқалиш даражаси ўртасидаги боғлиқлик аниқланган[1].

Масофавий зондлаш. Бу усул сунъий йўлдошлар ёрдамида вегетация шароитини ўзгариши, тупроқ намлиги ва инфильтрация зонасини аниқлаш имконини беради. Масофавий зондлашда MODIS ва Landsat маълумотлари энг кўп ишлатилади. Масалан, Қорақалпоғистонда Оралбўйидаги шўрланиш зоналари аниқланиб, ер ости сувларининг қайта тўйинганлик даражаси таҳлил қилинган[2].

MODFLOW моделлаштириш дастури. Ер ости сувларининг динамикасини ҳисоблаш учун GMS интерфейсида MODFLOW моделларидан фойдаланилади. Зарафшон ҳавзасида MODFLOW модели орқали 2040 йилгача сув сатҳининг прогнози тузилган. Бу прогнозлар асосида қишлоқ хўжалиги суғориш стратегияси янгиланди[3].

IoT ва автоматлаштирилган сенсорлар. Сенсорлар қудуқларга ўрнатилиб, сув сатҳи, ҳарорати, босим каби кўрсаткичларни реал вақт режимида ўлчаб серверга юборади. Бу орқали хавф туғилишидан олдин чоралар кўриш мумкин. Шу асосда Наманган вилоятида 2024 йилда 18 та янги сенсор ўрнатилиб, 1 йил ичида 20% самарадорликка эришилган[4].

Олинган натижалар ва реал мисоллар. Тошкент вилояти Зангиота туманида 2023 йилда пилот лойиҳа доирасида 10 та қудуққа автоматик сенсор ўрнатилган ва 3 ой давомида қуйидаги натижаларга эришилди: сув сатҳини 15% пасайиши олдиндан аниқланди; сув сарфи 12% га камайган; 5 та ноқонуний сув олиш ҳолати аниқланган[5].

Фарғона водийсида MODIS сунъий йўлдош маълумотлари асосида тупроқ намлиги харитаси тузилган ва ер ости сувларининг энг фаол захиралари аниқланган. Бу асосида 7 та янги мониторинг пункти ташкил этилган. Ушбу мониторинг пунктлари суғориладиган майдонлар яқинида жойлаштирилиб, деҳқонлар учун огоҳлантириш тизими йўлга қўйилган[6].

MODFLOW ва ГАТ ёрдамида моделлаштириш асосида ер ости сувларининг горизонтал ва вертикал ҳаракати моделлаштирилди, сув таъминоти ва сув олиш манбалари таҳлил қилинди, инсон фаолиятининг таъсири баҳоланди. Масалан, Қашқадарё вилоятининг Деҳқонобод тумани ҳудуди учун **MODFLOW** асосида яратилган модел орқали суғориш мавсумида ер ости сув сатҳининг 1,3 метрга тушиши аниқланиб, сув тежаш чораларини жорий этиш тавсия қилинган[7].

[1] https://inlibrary.uz/index.php/sspme/article/download/53319/53661/64624
[2] https://in-academy.uz/index.php/si/article/download/25068/16393/24052
[3] https://www.usgs.gov/software/modflow-6-usgs-modular-hydrologic-model
[4] https://www.usgs.gov/software/modflow-6-usgs-modular-hydrologic-model
[5] https://www.unwater.org/sites/default/files/2024-09/SDG6_Indicator_Report_652_Progress-on-Transboundary-Water-Cooperation_2024_EN.pdf
[6] https://www.uznature.uz/uz/site/news?id=3019
[7] http://ilmiy.bmti.uz/blib/files/90/Gidrogeologik%20tadqiqotlar.pdf

Дрон ва сунъий йўлдош тасвирлари орқали кузатувда Landsat-8 ва Sentinel-2 тасвирлари ёрдамида вегетация индекси (NDVI) ҳисоблаб чиқилиб, ер ости сувларининг сатҳи ва ўсимликларнинг ҳолати ўртасидаги боғлиқлик таҳлил қилинмоқда. Масалан, Қорақалпоғистон Республикасининг Мўйноқ туманида NDVI ўзгаришлари орқали ер ости сувлари сатҳи паст ҳудудлар аниқланиб, у ерда артезиан қудуқлари қазиш таклиф этилган.

Иқтисодий самараси. Геоахборот технологияларининг жорий этилиши қуйидаги иқтисодий самарани берган: сув ресурслари 15-25% тежалган; электр энергияси сарфини 10-15% га камайган; фавқулодда ҳолатларнинг олдини олиш натижасида юзага келадиган зарарларнинг 30% камайишига олиб келган. Шунингдек саноат ва қишлоқ хўжалигида барқарорликни таъминлаш, инвестицион жозибадорликнинг ошиши ва халқаро лойиҳаларга (GEF, UNDP, World Bank) кириш имконияти юзага келган[1].

Такомиллаштириш йўналишлари. Ер ости сувлари мониторинг тизимида геоахборот технологияларини қўллаш космик ва аэрокосмик тасвирлар асосида хариталаш, GPS технологияси билан жойлашувни аниқлик билан белгилаш, ГАТ орқали маълумотлар қатламли таҳлил қилиш, реал вақтли маълумотлар оқимини таҳлил қилиш ва визуализация қилиш имконини беради.

Ер ости сувлари мониторинг тизимини ГАТ асосида такомиллаштиришни бир нечта йўллар билан амалга ошириш мумкин. Сунъий интеллект (СИ) алгоритмлари интеграцияси билан прогноз қилиш имкониятларни кенгайтиради. **Мобил иловалар** ёрдамида реал вақтли кузатувни амалга ошириш билан дала шароитида ер ости суви сатҳини ўлчаб, маълумотни марказий ГАТ серверга юборилади. **Булутли технологиялар ва очиқ платформалар:** Google Earth Engine, ArcGIS Online ёки QGIS Cloud орқали маълумотларни узатиш ва ахборот алмашинувини йўлга қўйиш. Бу усул маълумотларни тезкор ва хавфсиз сақлаш ҳамда тарқатиш имконини беради. **Блокчейн технологиясида** мониторинг натижаларининг хавфсизлиги ва сохталаштиришдан ҳимоя қилиш учун блокчейн асосида маълумотлар занжири ташкил этиш мумкин.

Ер ости сувлари мониторинг тизимини такомиллаштиришда қўлланиладиган геоахборот технологиялари – бу фазовий маълумотларни йиғиш, сақлаш, таҳлил қилиш ва визуализация қилишга ихтисослашган технологиялар мажмуасидан иборат бўлиб унинг асосий таркибий қисмлари қуйидагилардан иборат:

- **GIS (Geographic Information System)** – географик ахборотни қатламли тарзда сақлаш ва ташкил қилиш воситаси.
- **GPS (Global Positioning System)** – объектларнинг аниқ координаталарини аниқлаш тизими.
- **Модел қуриш тизимлари (hydrological modeling tools)** – MODFLOW, GMS (Groundwater Modeling System) каби дастурлар орқали ер ости сувлари оқимини моделлаштириш.

Такомиллашган лойиҳада яратилган ер ости сувларини мониторинг тизими қуйидаги кетмакет бажарилувчи босқичларни ўз ичига олиши кўзда тутилган:

Мониторинг нуқталарини танлаш ва жойлаштириш. GIS ёрдамида геологик, гидрогеологик ва экологик хариталар таҳлил қилиниб, рельеф, сув ҳавзалари, антропоген омиллар (шаҳарлар, заводлар) ва иқлим шароитлари инобатга олиниб, энг мақбул кузатув нуқталари аниқланади, улар оптимал тарзда жойлаштирилади.

Маълумот йиғиш технологиялари. Автоматлаштирилган сенсорлар ва автоматик мониторинг станциялари орқали сув сатҳи, ҳарорати, ифлосланиш даражаси каби гидрогеологик маълумотлар йиғилади. Ушбу маълумотлар ГАТ тизимига узатилади ва сенсорлар ёрдамида сув сатҳи (босими), ҳарорати, оқим тезлиги, электр ўтказувчанлиги, pH, кимёвий ифлосланиши каби параметрлар доимий кузатилади.

Маълумотларни ГАТга интеграция қилиш. Йиғилган маълумотлар махсус дастурий интерфейслар орқали ГАТ тизимига юкланади. Бу тизимда картографик визуализациялаш, динамик ўзгаришларни таҳлил қилиш, прогнозлаш (моделлаштириш) ва ҳисобот тайёрлаш имконияти яратилади.

[1] https://lex.uz/docs/-4892953

Динамик мониторинг ва прогнозлаш. Сунъий интеллект, компьютерда ўрганиш алгоритмлари билан биргаликда йиғилган маълумотларга асосланиб сув сатҳини прогноз қилиш, сув танқислиги хавфини олдиндан аниқлаш, суғориш самарадорлигини таҳлил қилиш мумкин бўлади.

Тавсиялар:

1. Ҳар бир вилоятда геоахборот марказларини ташкил қилиш.

2. Қишлоқ хўжалиги лойиҳаларига ГАТ асосида сув таъминотини баҳолаш бўйича мезонларни жорий этиш.

3. Давлат сув хўжалиги маълумотларини очиқ платформаларда эълон қилиш.

ХУЛОСА

Геоахборот технологияларининг ер ости сувлари мониторингида қўлланилиши орқали ресурслар устидан аниқлик ва назорат кучаяди, сув танқислиги ва ифлосланиш хавфи камаяди, режалаштириш ва бошқарув сифатли асосга эга бўлади.

Геоахборот технологияларини ер ости сувларини мониторинг қилишда қўллаш – бу замонавий, иқтисодий жиҳатдан фойдали ва экологик барқарор ёндашувдир. Ўзбекистонда мавжуд инфратузилмаларни модернизация қилиш, интеграциялашган тва малакали кадрларни тайёрлаш орқали ушбу тизимларнинг самарадорлигини ошириш мумкин. Шу билан бирга, бу ёндашув глобал экологик вазифалар – иқлим ўзгаришига мослашиш ва ресурсларни адолатли тақсимлаш масалаларига ҳам хизмат қилади.

АДАБИЁТЛАР

1. *Мирзиёев Ш.М.* Рақамли иқтисодиётни ривожлантириш концепцияси. - Т.: Ўзбекистон, 2020. - 45 б.

2. *Мирзиёев Ш.М.* Ахборот-коммуникацион технологияларни ривожлантириш стратегияси. - Т.: Ўзбекистон, 2023. - 101 б.

3. *Goodchild M.F.* (2020). Geographic Information Science and Systems. Wiley. Batelaan, O., De Smedt, F., & Fetter, C.W. (2019). Hydrogeology: Principles and Applications. Springer.

4. *Джуманов Ж.Х.* Геоинформационные технологии в гидрогеологии. - Т: ГП «Институт ГИДРОИНГЕО», 2016. - 258 с.

5. *Анорбоев Е.А.* Кузатув қудуқларида ер ости сувлари параметрларини автоматлашган ўлчов тизимларини ишлаб чиқиш: Техника фанлар бўйича фалсафа доктори (PhD) диссертация автореферати. - Т., 2023. - 49 б. (www.hydroengeo.uz).

6. *Мардиев Ў.Б.* Геоахборот технологиялари асосида ер ости сувлари мониторинги тизимини такомиллаштириш: Техника фанлари бўйича фалсафа доктори (PhD) диссертация автореферати. - Т., 2023. - 49 б. (www.hydroengeo.uz).

7. *Хушвактов S.X.* Ахборот-таҳлил тизимларини ишлаб чиқишнинг илмий-назарий асослари ва гидрогеологик маълумотлар оқимига ишлов бериш усуллари: Техника фанлари доктори (DSc) диссертация автореферати. - Т., 2024. - 65 б. (www.hydroengeo.uz).

8. *Хабибуллаев И., Ахроров Ф., Теляев И.* Ахборот-коммуникация технологиялари асосида корхона фаолиятини ташкил этишни лойиҳалаштиришни такомиллаштириш вазифалари // «Scienific foundations of raising the use of information technologies to a new level and modern problems of automation» III-international scientific conference. - Т., 2024. - P. 875-879. (https://zenodo.org/records/14222864).

9. *Khabibullayev I.Kh., Mardiev U.B.* Ер ости сувлари мониторинг тизимини ахборот-коммуникация технологиялари асосида такомиллаштириш// «Scienific foundations of raising the use of information technologies to a new level and modern problems of automation» III-international scientific conference.- Т., 2024. - P. 179-186. (https://doi.org/10.5281 / zenodo.14192561).

Мақолани редколлегия аъзоси геол.-мин. фанлари А.А.Мавлонов тавсия қилган.

© Ш.Х.Абдуллаев, К.Р.Мингбоев, И.Р.Моторный, 2025

Ш.Х.Абдуллаев, К.Р.Мингбоев, И.Р.Моторный

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НОВЫХ ЭЛЕКТРОРАЗВЕДОЧНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ ПОИСКАХ ПОДЗЕМНЫХ ВОД ЛОКАЛЬНОГО РАСПРОСТРАНЕНИЯ



Абдуллаев Шавкат Хадияевич – ведущий научный сотрудник ГУ «Институт ГИДРОИНГЕО», канд. геол.-мин. наук. E-mail: abdullaevs@mail.ru



Мингбоев Кодиржон Рузимович – заведующий лабораторией ГУ «Институт ГИДРОИНГЕО», канд. геол.-мин. наук. E-mail: qodirjon2004@mail.ru



Моторный Игорь Ростиславович – стажер-исследователь ГУ «Институт ГИДРОИНГЕО». E-mail: imotorniy2014@gmail.com

Крупные месторождения пресных подземных вод в Узбекистане к настоящему времени уже разведаны. Вместе с тем, в горных, предгорных и пустынных районах населенные пункты с небольшой численностью населения, порядка 1000-2000 человек, остро ощущают нехватку воды для питья и хозяйственных нужд. Один из актуальных вопросов бесперебойного обеспечения водоснабжением таких населенных пунктов – поиск месторождений в ограниченных по площади структурах или массивах трещинных, или трещинно-жильных вод в зонах тектонических нарушений. Общие запасы в них не велики, однако это единственная возможность для небольших населенных пунктов. Часто эти зоны имеют небольшие размеры (от первых десятков метров). Для проведения геофизических исследований это предопределяет высокую детальность проведения работ.

Бурное развитие геофизических методов и их активное применение в различных областях геологии послужило появлению современных динамично развивающихся методов, основанных на цифровой регистрации, обладающих высокой детальностью и плотностью измерений. Это такие электроразведочные методы как электрическая томография (ЭТ) и метод вызванной поляризации в модификации срединного градиента (ВП-СГ).

Методика электротомографических измерений состоит в использовании многоэлектродных кос, подключаемых к многоканальной коммутирующей аппаратуре, позволяющей последовательно, в автоматическом режиме измерять разность потенциала, силу тока, рассчитать удельное электрическое сопротивление на нескольких приемных диполях при различных положениях питающих [6]. Её особенностью является многократное использование в качестве питающих измерительных, одни и те же фиксированные на профиле наблюдений, положения электродов. Таким образом реализуется своеобразное «просвечивание» геологического разреза с разных позиций источника и проецирование измененного геологическими объектами сигнала на приемные электроды.

Для проведения исследований методом электротомографии использована многоэлектродная, многоканальная аппаратура «Terrameter LS2» (производства Швеции) с 81 электродами. Она состоит из 4 сегментов по 21 электроду на каждом. Измерения проводились способами Щлюмберже или Диполь-Диполь в зависимости от детальности, глубины и особенности решаемой задачи. Для достижения максимальных эффективных глубин вдоль профиля измерений последующие расстановки электродов перекрывались на три сегмента предыдущих. В зависимости от детальности

решения задач расстояние между электродами составляло от 1 до 5 м. Измеряемый параметр – удельное электрическое сопротивление. Для интерпретации результатов измерений использованы программы ZONDRes 2D и ZONDRes 3D.

Сущность метода вызванной поляризации в модификации срединного градиента (ВП-СГ) основана на изучении полей, создаваемых вторичными электрическими зарядами. Эти заряды возникают в земле при пропускании через нее постоянного или низкочастотного (до 100 Гц) электрического тока. Вторичные электрические заряды возникают в среде в последствии сложных электрохимических и электрокинетических процессов. Они образуют электрические диполи, которые являются источником поля вызванной поляризации.

При измерении вызванной поляризации среды имеются два подхода: измерения во временной области (классическая ВП) и измерения в частотной области – ИНФАЗ-ВП. В наших исследованиях мы использовали фазово-частотные измерения ВП (метод ИНФАЗ-ВП). По результатам измерений рассчитывается относительный фазовый параметр ΔU:

$$\Delta U = \frac{\omega_{выс} * \varphi(\omega_{низ}) - \omega_{низ} * \varphi(\omega_{выс})}{\omega_{выс} - \omega_{низ}},$$

где $\omega_{низ}$ и $\omega_{выс}$ – низкая и высокая частоты, $\varphi(\omega_{низ})$ и $\varphi(\omega_{выс})$ – фазы основной гармоники сигнала на низких и высоких частотах. С поляризуемостью (ηК) фаза ВП существует следующая связь:

$$\eta_К(\%) = -2{,}5 * \varphi_{ВП}\ (\text{градусы}).$$

В модификации срединного градиента ВП питающие электроды А и В остаются неподвижными, а приемные электроды перемещаются вдоль параллельных профилей. Совокупность этих профилей образует так называемый планшет (рис. 1). Питающий ток на линию АВ подается с генератора типа «Астра». Питание осуществляется на частотах 0,61 и 1,22 Гц.

В качестве измерителя используется 8-канальный измеритель ИМВП, который позволяет измерить кажущееся удельное электрическое сопротивление (ρК), фазовый параметр ΔU и при использовании неполяризующих электродов на измерительных линиях – поляризуемость (ηК).

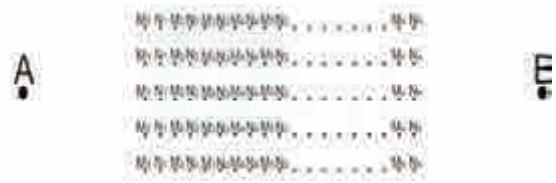


Рис. 1. Схема метода срединного градиента. Электроды: AB – возбуждающие, MN – принимающие.

Исследования проводились в Навоийской области на западной оконечности Нуратинского хребта с эрозионным рельефом и общим уклоном с юга на север. Абсолютные отметки местности изменяются в пределах 800-1000 м. В геологическом отношении на территории исследований распространены терригенно-карбонатные породы и интрузивные образования палеозойского возраста. Терригенные породы представлены кварцево-слюдистыми сланцами и песчаниками, а интрузивные – гранитами и гранодиоритами. На отложениях палеозойского возраста залегают четвертичные породы, представленные супесями с включением песка и щебня, а вдоль саев – галечниково-щебнистыми отложениями.

На территории исследований широко развиты тектонические нарушения различного характера.

Геофизические исследования проведены на двух участках, которые расположены на данной территории, – Ача и Сувлук.

На участке Ача (1100 × 500 м) исследования проходили вдоль эризионной долины сухого сая, по параллельным профилям, расположенным перпендикулярно к эрозионной долине. Расстояние между профилями 50 м (рис. 2).

Измерения методом срединного градиента ВП (ВП-СГ) проводились с шагом между из-

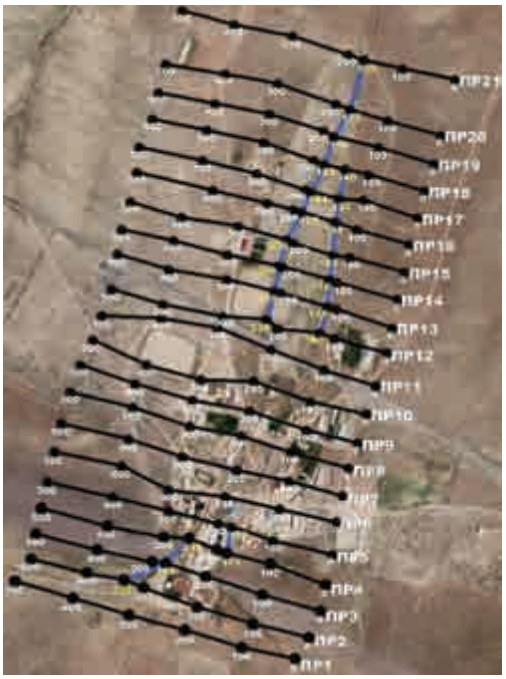


Рис. 2. Схема расположения профилей.

мерительными электродами в 20 м. Обработка результатов полевых измерений осуществлялась по компьютерной программе «Octopus Pro». В результате обработки построены карта распространения удельных электрических сопротивлений (ρК) и карта дифференциального фазового параметра (Δφ1-3).

На карте удельных электрических сопротивлений (ρК) довольно четко выделяется граница между областью распространения высоких и низких значений (ρК). Эта граница проходит примерно по линии профиля Пр 11. В области распространения низких значений (ρК) показания удельного электрического сопротивления снижаются до 10-20 Омм, что указывает на присутствие в данной области водонасыщенных, трещиноватых зон (рис. 3). Эти выделенные по удельным сопротивлениям зоны характеризуются повышенными значениями дифференциального фазового параметра (Δφ1-3). Их значения изменяются в пределах 0 – (-2) (рис. 4).

Таким образом, по результатам ВП-СГ северная половина исследуемого участка в основном характеризуется слабо трещиноватыми и частично водонасыщенными породами. А в южной половине в значительной части территории породы сильно трещиноватые и находятся в обводненном состоянии.

Электротомографический разрез представляется в виде изолиний удельных электрических сопротивлений (ρК), полученных в результате двухмерной инверсии. Слабо трещиноватые, необводненные или слабо обводненные породы оконтуриваются изолиниями удельных сопротивлений 100 Омм и выше.

Наибольший интерес представляют аномалии, оконтуренные изолиниями удельных сопротивлений 20 Омм и ниже. Они начинаются с глубин 50-55 м и распространяются вертикально вниз до глубины 120 м и ниже.

Электротомографические измерения позволили прозондировать разрез до глубины 100-120 м. Результаты измерений по профилям, совпадающими с профилями ВП-СГ, свидетельствуют о том, что северная половина участка исследований, начиная с профиля 12, представлена областью высоких значений удельных электрических сопротивлений – 100-1200 Омм. Внутри электротомографического разреза отмечаются небольшие локальные участки низкоомных пород, которые наблюдаются не во всех профилях (рис. 5).

Другая картина на южной половине участка. Здесь на электротомографических разрезах до-

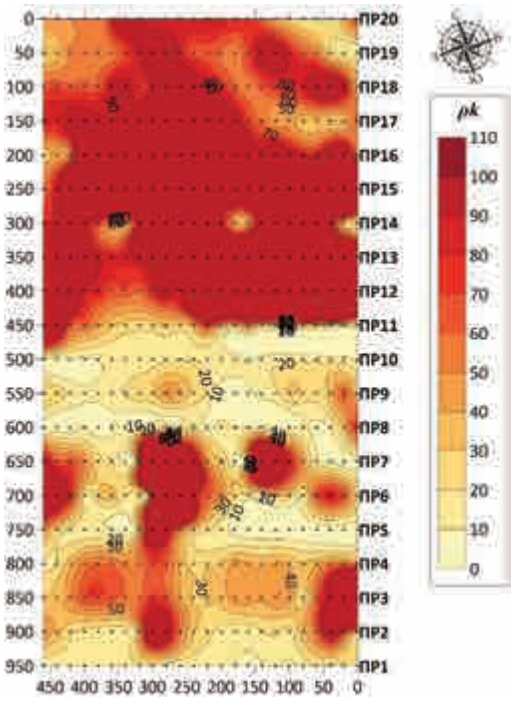


Рис. 3. Карта распространения удельных электрических сопротивлений (ρk), по результатам метода ВП-СГ.

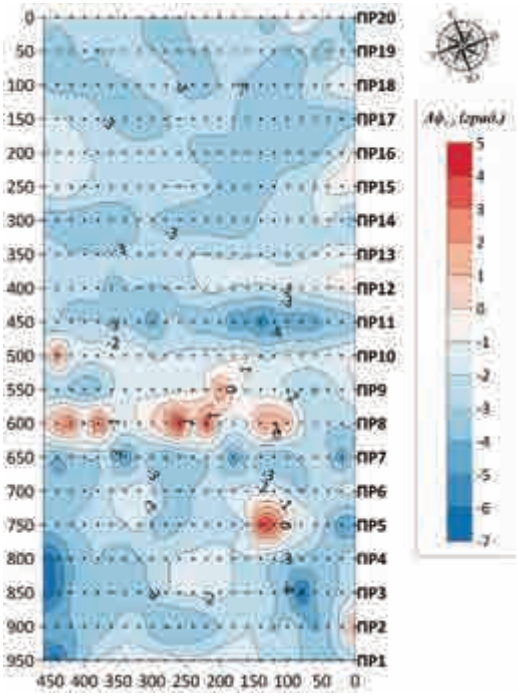


Рис. 4. Карта дифференциального фазового параметра Δφ1-3, по результатам метода ВП-СГ.

статочно четко проявляются локальные аномалии низкоомных сопротивлений, которые распространяются как в верхних, так и в нижних частях разреза. Максимальная ширина аномалий 80-100 м (рис. 6). Основное распространение этих мощных низкоомных аномалий отмечено между профилями 5 и 7 в нижних частях разрезов.

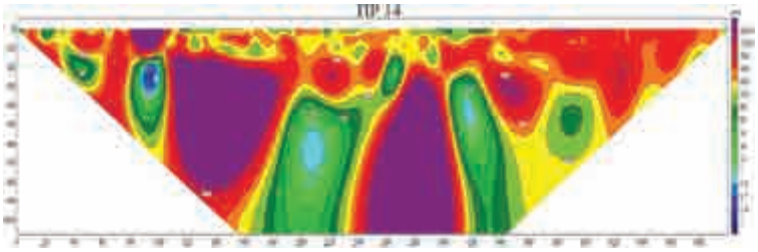


Рис. 5. Электротомографический разрез по удельному электрическому сопротивлению (ρk) по профилю 14.

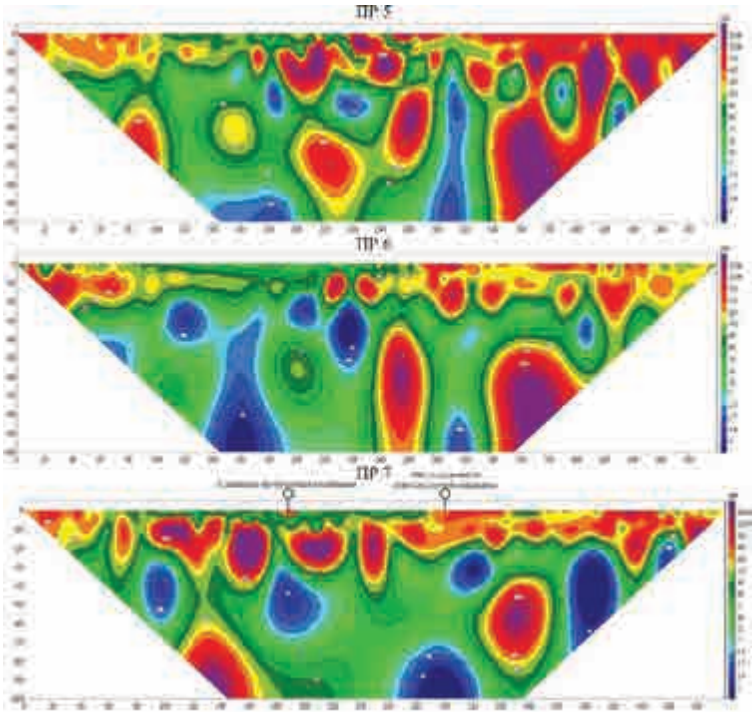


Рис. 6. Электротомографические разрезы по удельному электрическому сопротивлению (ρk) по профилям 5, 6, 7.

Наличие в разрезе таких низкоомных аномалий значительной протяженности и мощности, безусловно, связано с породами, которые находятся в сильно трещиноватом и значительно водонасыщенном состоянии.

По результатам профильных измерений построена карта распространения наиболее водообильных зон (рис. 7), причем выделены только те зоны, распространение которых отмечено с глубин 50-60 м и уходящих вглубь разреза.

Выделены 5 зон (зоны А, Б, В, Г, Д). Зона А вытянута в северо-восточном направлении на длину 650 м, максимальная ширина ее 140 м, минимальная – 35 м. Зоны Б, В, Г, Д имеют локальное распространение с овальными формами в плане. У них различные размеры – от 35 до 100 м.

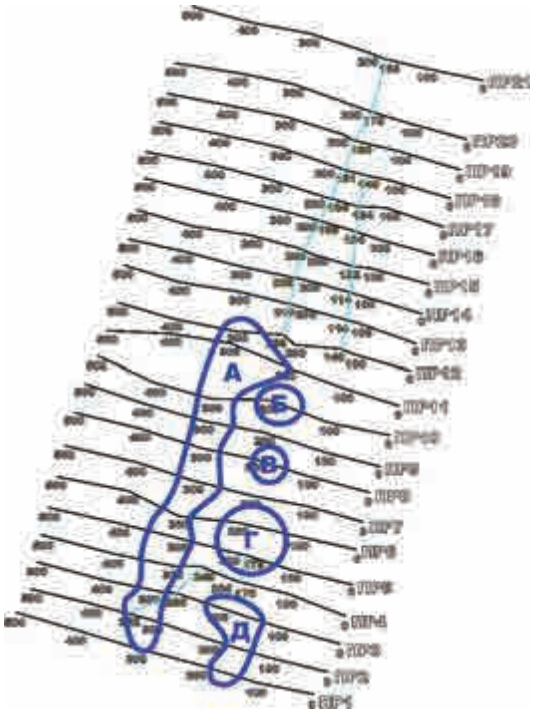


Рис. 7. Карта распространения наиболее водообильных зон в трещиноватых сланцах.

Трехмерная визуализация позволяет определить пространственное положение обводненной зоны в породном массиве (рис. 8). Для наглядности на модели отображены аномальные зоны, удельные сопротивления которых составляют 20 Омм и ниже. На ней хорошо просматривается довольно мощная водонасыщенная зона, которая простирается от профиля Пр 1 до Пр 11. Максимальная ширина этой зоны на профиле Пр 7 (рис. 9). Из этого следует, что представление результатов электротомографических измерений в формате 3D позволяет получить более подробную картину распространения максимально обводненных зон как по глубине, так и по простиранию.

На основании анализа полученных данных рекомендовано место заложения разведочно-эксплуатационной скважины, которую следует разместить в районе ПК300 Пр 7. Глубина скважины должна быть не менее 90 м.

Здесь отметим следующее: в связи с острой потребностью в воде на данной исследуемой территории китайскими специалистами была пробурена скважина, местоположение которой было ими самостоятельно определено по ме-

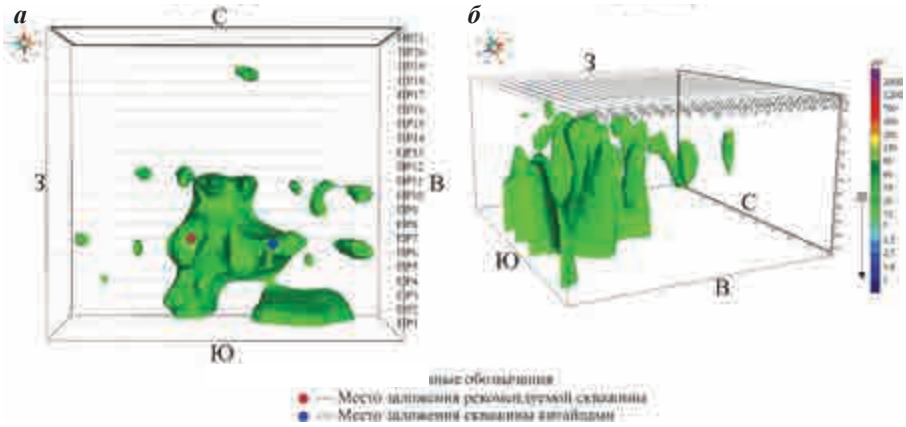


Рис. 8. Электротомографическая 3D модель трещиноватых зон максимального скопления подземных вод. ***а*** – вид сверху, ***б*** – вид сбоку.

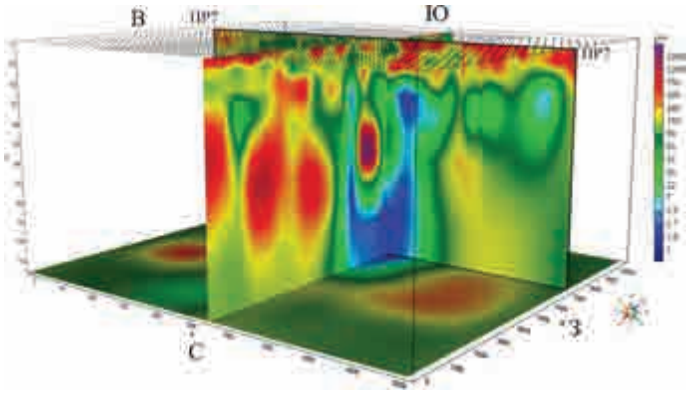


Рис. 9. Электротомографическая 3D модель по плоскостям ПР 7 и ПК 270 м.

тоду биолокации, очевидно, не зная, что имеются материалы по электротомографии. Оказалось, что выбранное место заложения скважины находится в районе ПК 190 профиля Пр 7. Оно расположено над локальной аномалией, находящейся в интервале глубин 30-70 м. Скважина была пробурена на глубину 53 м. Расход воды составил 1,5 л/сек, минерализация – 2,5 г/л. Во всяком случае, место расположения рекомендуемой скважины, по данным электротомографии, и скважины, пробуренной китайскими специалистами, находится в пределах наиболее водообильной зоны, выявленной в результате построения трехмерной модели.

ВЫВОДЫ

В палеозойских отложениях, сложенных сланцевыми породами, водонасыщенные участки, имеющие локальное распространение, характеризуются низкими удельными электрическими сопротивлениями с повышенной поляризуемостью.

Площадные измерения методом ВП-СГ позволят выявить территории, где развиты скопления трещинно-жильных вод. Электротомографические измерения детально локализуют обводненные зоны и позволяют установить их размеры (протяженность, ширина, мощность). Параметры обводнения зон наиболее уверенно определяются при составлении электротомографической модели участка исследований.

Положительные результаты комплексных исследований методами ВП-СГ и электротомографии позволяют рекомендовать вышеуказанный комплекс при поисках и разведке подземных вод в предгорных и горных районах для водообеспечения населенных пунктов.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Dahlin T.* 2D resistivity surveying for environmental and engineering applications // First Break. - 1996. - Vol. 14. - № 7. - P. 275-283.

2. *Dahlin T.* On the automation of 2D resistivity surveying for engineering and environmental applications // Doctoral Thesis, ISRN LUTVDG/TVDG–1007–SE, ISBN 91-628-1032-4, Lund University, 1993. - 187 p.

3. *Dahlin T., Leroux V., Nissen J.* Measuring techniques in induced polarisation imaging // Journal of Applied Geophysics. - 2002. - № 50 (3). - P. 279-298.

4. *Loke M.H.* Tutorial: 2-D and 3-D electrical imaging surveys. 2012, User's manual.

5. *Бобачев А.А., Горбунов А.А.* Двумерная электроразведка методом сопротивлений и вызванной поляризации: аппаратура, методики, программное обеспечение // Разведка и охрана недр. - 2005. - № 12. - С. 52-54.

6. *Бобачев А.А., Модин И.Н., Перваго Е.В., Шевнин В.А.* Многоэлектродные электрические зондирования в условиях горизонтальнонеоднородных сред // Разведочная геофизика. Обзор. - М.: АОЗТ «Геоинформмарк», 1996. - Вып. 2. - 50 с.

Статья представлена членом редколлегии докт. г.-м. наук А.А.Мавлоновым.

© Б.А.Хаджиханов, В.М.Шевцов, А.У.Назаров, 2025

Б.А.Хаджиханов, В.М.Шевцов, А.У.Назаров

МЕТОДИКА ПОСТРОЕНИЯ ИНТЕГРИРОВАННОЙ МОДЕЛИ ГАЗОКОНДЕНСАТНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ В СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫХ ПРОГРАММНЫХ КОМПЛЕКСАХ



Хаджиханов Борийхон Абирханович – начальник отдела по вопросам энергетики, геологии и горнодобывающей промышленности Кабинета Министров Республики Узбекистан.
E-mail: bkhadjikhanov@gmail.com



Шевцов Владимир Михайлович – ведущий научный сотрудник АО «O'ZLITINEFTGAZ», DSc, профессор.
E-mail: v.shevcov@liting.uz



Назаров Азиз Улугбекович – генеральный директор научно-исследовательского центра Geo Research and Development Company, докт. техн. наук, доцент.
E-mail: info@saneg.com

Введение. В настоящее время в Республике Узбекистан особое внимание уделяется вопросу обеспечения энергетической безопасности страны, в т. ч. стабильной поставки природного газа для нужд отраслей экономики. В связи с этим требуется реализация комплексных работ по поиску и освоению новых, а также повышению эффективности разработки существующих месторождений углеводородов. В соответствии с требованиями нормативных документов [1, 2], разработка месторождений углеводородов должна осуществляться с применением инженерных методов расчета, базирующихся на численном моделировании процессов разработки. В этом контексте актуальным становится создание гидродинамических моделей месторождений углеводородов, наиболее точно отражающих процессы их разработки и реализации планируемых мероприятий [3-8].

На завершающей стадии разработки газоконденсатных месторождений важнейшим аспектом поддержания добычи газа является точное планирование геолого-технических мероприятий (ГТМ) с учетом граничных условий (технологических режимов) работы всех элементов технологической цепи «пласт – скважина – сеть наземных коммуникаций (шлейфы, коллекторы и другие узлы)», а также их конфигураций.

Применяемые на практике методы оценки эффективности ГТМ, в т. ч. с использованием геолого-гидродинамического моделирования, заключаются в основном в многовариантных расчетах движения добываемого газа в пласте и параметров режима работы скважин. Зачастую это приводит к погрешностям при планировании мероприятий, а также недостижению ожидаемого эффекта после их реализации.

Когда отсутствует системная увязка между фактическим потенциалом продуктивного пласта и технологическими параметрами (режимом работы) промыслового оборудования, системами сбора добываемой продукции и межпромысловыми газопроводами, это приводит к существенным затратам – необоснованному и нерентабельному строительству или модернизации уже построенных технологических объектов.

С учетом указанного, применение современных методов оптимизации добычи природного газа путем системного подхода к учету параметров движения газожидкостной смеси в вышеназванной технологической цепи являет-

ся важной задачей для нефтегазовых предприятий республики.

В связи с этим, в данной работе поставлена цель разработать методику, обеспечивающую повышение достоверности гидродинамических расчетов показателей добычи природного газа как новых осваиваемых, так и длительно разрабатываемых газоконденсатных месторождений.

Методы. Для достижения поставленной цели разработана методика создания интегрированной модели газоконденсатного месторождения с применением специальных программных комплексов, включающая этапы:

1. Построение трехмерной геологической модели газоконденсатного месторождения на базе данных сейсморазведки, скважин и других геологических источников (разломы, горизонты, стратиграфия и петрофизические свойства пород).

2. Построение гидродинамической модели месторождения с выполнением уточнения геологического строения и фильтрационно-емкостных свойства пластов при воспроизведении истории разработки (в допущенном диапазоне погрешности).

3. Создание модели наземной инфраструктуры (сетка скважин, шлейфовые линии, трубопроводные линии), позволяющей моделировать процессы добычи, сбора и транспортировки газа по наземной инфраструктуре и трубопроводным системам.

4. Интеграция моделей с созданием взаимоувязанной модели системы «пласт–скважина–наземная инфраструктура». Выполнение расчетов и представление результатов.

Создание интегрированной модели газоконденсатного месторождения базируется на отдельных моделях, описывающих каждую часть единой интегрированной системы. Создание отдельных моделей каждой части из этой системы базируется на детальном изучении геологических, фильтрационно-емкостных свойств и показателей разработки месторождений (пластовая часть), режимов работы добывающих и нагнетательных скважин, а также системы сбора и транспортировки газа (скважинная, наземная часть).

В качестве эффективного инструмента по интегрированному моделированию комплексной системы является программное обеспечение **Schlumberger IAM** (Integrated Asset Management), позволяющее интегрировать гидродинамические модели Eclipse с сетевыми моделями, созданными в комплексе PIPESIM, а также оценить экономику, согласно принятой финансовой модели конкретного объекта. Этот интегрированный подход позволяет более полно и точно анализировать процессы добычи газа и принимать более точные решения для оптимизации процесса разработки месторождений газа, а также планировать добычу с рациональным использованием пластовой энергии.

Результаты. Применением разработанной методики осуществлено на примере газоконденсатных месторождений Газлийского НГДУ АО «Узбекнефтегаз».

Объекты исследования – группа газоконденсатных месторождений Газлийского региона, разрабатываемых с 1960-х годов. В группу входят месторождения Даяхатын, Ходжиказган (XV горизонт), Ходжиказган (XVIII горизонт), Кульбешкак, Тумарис, Миркомилкудук, Саватли, Шортак и Гарбий Хаккуль.

В период разработки этих месторождений проведены: комплекс промысловых исследований скважин; лабораторные исследования пластовых флюидов; выполнены замеры пластовых давлений, в результате чего сформирована достаточная база исходных данных.

Оценка прогнозных показателей разработки группы месторождений за последние два года показала снижение объемов добычи газа в диапазоне от 5% (ГКМ Даяхатын) до 18% (ГКМ Саватли) за год. При моделировании учтено поскважинное падение пластового давления на соответствующий процент, согласно результатам прогнозирования его снижения. Также выполнен перерасчет значений продуктивности скважин на новые (оцененные) давления, полученные в прогнозных расчетах. Пластовые давления и индексы продуктивности были обновлены в модели сети сбора и транспортировки Газлийского НГДУ (построено на базе программы Pipesim).

На основе адаптированной модели на отчетную дату проведена корректировка пластовых давлений и индексов продуктивности, полученных при проведении прогнозных расчетов падения пластовых давлений. На рис. 1 представлены результаты расчетов суточных дебитов газа месторождений Газлийского НГДУ в рассматриваемом году с учетом падения пластовых давлений и изменения индексов продуктивности. Как следует из рис. 1, по всей группе месторождений наблюдается падение суточных дебитов.

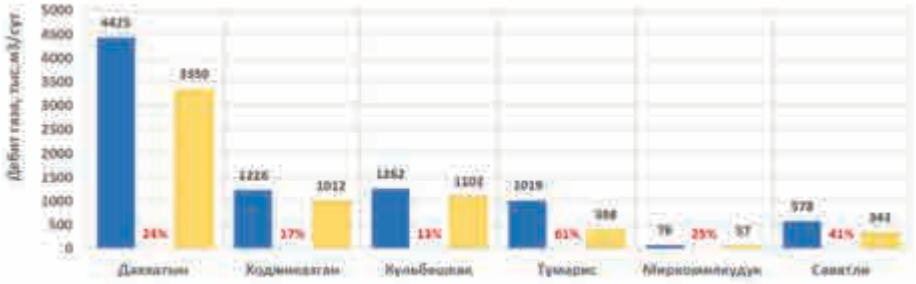


Рис. 1. Результаты расчета дебитов газа месторождений Газлийского НГДУ.

Так, общее расчетное снижение суточной добычи газа по рассматриваемым месторождениям Газлийского НГДУ в рассматриваемом году составит порядка 2,3 млн. м³/сут. В связи с полученными результатами поставлена задача разработки и комплексной оценки мероприятий, направленных на оптимизацию системы добычи, сбора скважинной продукции и ее транспортировки до газоперерабатывающего комплекса «Газли». Для выполнения этой задачи, согласно представленной выше методике, создана интегрированная модель с учетом фактической наземной инфраструктуры месторождений Даяхатын, Ходжиказган, Кульбешкак, Тумарис, Миркомилкудук, Саватли, Шортак и Гарбий Хаккуль Газлийского НГДУ.

Скважинная продукция месторождения Тумарис под давлением 86 atm поступает на вход УППГ «Тумарис» под давлением 48 atm.

Далее углеводородное сырье транспортируется до месторождения Даяхатын. Скважинная продукция месторождения Миркомилкудук под давлением 48 atm транспортируется до месторождения Саватли.

Скважинная продукция месторождения Саватли под давлением 74 atm поступает на вход УППГ «Саватли» под давлением 41 atm. Далее углеводородное сырье месторождений Миркомилкудук, Саватли совместно транспортируется до месторождения Даяхатын.

Скважинная продукция месторождения Даяхатын под давлением 47 atm транспортируется вместе с углеводородным сырьем месторождений Тумарис, Миркомилкудук, Саватли под давлением 40 atm и поступает на вход Газлийского ГПЗ под давлением 21 atm.

Дополнительно в коридор (трубопровод) транспортируемого углеводородного сырья поступает скважинная продукция из месторождений Ходжиказган под давлением 32 atm и Кульбешкак под давлением 27 atm. Схема наземной инфраструктуры рассматриваемых месторождений представлена на рис. 2.

Построенная интегрированная модель Газлийской группы месторождений включает 172 скважины, а также систему сбора и транспортировки газа общей протяженностью 102 km.

К объектам сбора относятся УППГ «Тумарис», УППГ «Саватли», БВНы на месторождениях Миркомилкудук, Кульбешкак, Даяхатын, Ходжиказган и Газлийский ГПЗ (см. рис. 2). Общая суточная добыча природного газа на 01.01.2025 г. – 7,1 млн. м³/сут.

Существующие технологические ограничения наземной инфраструктуры месторождений Газлийской группы обусловливают снижение дебитов скважин, что в конечном итоге отражается в недостижении прогнозируемого объема добычи.

В работе [5] авторами настоящей методики даны рекомендации по модернизации системы наземной инфраструктуры с целью снижения противодавления на скважины и приращения добычи газа.



Рис. 2. Схема сбора продукции месторождений Газлийского НГДУ.

Предлагается строительство газосборного коллектора (1020×18 mm, 43 km) от БВН Даяхатын до Газлийского ГПЗ с попутным подключением в этот коридор потоков газа из всех перечисленных выше месторождений Газлийской группы.

Потери давления в системе сбора и транспортировки настраивались на фактические данные по давлениям на входе/выходе объектов сбора и подготовки газа.

В рамках анализа существующей инфраструктуры проведена расчётная оценка технических данных по существующим объектам, включая технологические системы сбора и транспортировки (ССиТ) скважинной продукции, объекта подготовки газа (УППГ) группы месторождений.

В процессе моделирования прироста добычи относительно базового режима (без строительства газового коллектора) с прогнозными изменениями пластового давления месторождений Газлийского НГДУ рассмотрены варианты мероприятий на вариации развития месторождения по различным сценариям (степень подтверждения Р-10, Р-50, Р-90). Результаты расчетов показали, что ввод в эксплуатацию коллектора Ду-1020 mm позволит поддерживать заданный план добычи по месторождениям предприятия.

Расчеты выполнены по нескольким моделям – упрощенная (модель средней скважины с ограничением по устьевому давлению) и интегрированная модель месторождений с граничными условиями наземной сети.

Анализ результатов расчетов, согласно сценарию Р-50, показал, что при вводе в эксплуатацию коллектора (1020×18 mm, 43 km) прогнозируется прирост добычи газа и усредненное падение устьевого давления на скважинах до 6 kgf/cm^2 (в среднем по рассмотренным месторождениям с 40 kgf/cm^2 до 34 kgf/cm^2).

Совокупный прирост добычи газа составит порядка 1 403 тыс. м^3/сут по группе месторождений. В таблице представлено сопоставление модельных и фактических показателей разработки группы месторождений Газлийского региона с учетом реализации предлагаемого мероприятия.

Как следует из таблицы, применение интегрированных моделей месторождений позволяет комплексно оценивать показатели разработки месторождений, начиная от пласта и заканчивая газоперерабатывающим заводом.

Системный подход к прогнозированию показателей добычи газа с использованием интегрированных моделей месторождений позволяет точнее (в 5,2 раза в сравнении с упрощенными моделями) прогнозировать темпы их отбора и достовернее планировать мероприятия на объектах добычи газа.

Обсуждение. Расчеты, проведенные в данной работе, наглядно показали работоспособность предлагаемой методики. Применение интегрированных моделей на начальных этапах освоения позволяет выполнить экспресс-оценку показателей добычи газа и помогает эффективнее управлять процессами разработки на каждом этапе освоения газоконденсатных месторождений.

Прогноз результатов предлагаемого мероприятия с применением комплексной гидродинамической модели месторождений Газлийской группы

Месторождение	Фонд действующих скважин	Суточная добыча, млн. м^3	Оценка суточной добычи за счет мероприятия, млн. м^3		Фактическая суточная добыча после ввода газопровода, млн. м^3	Погрешность расчётов, %	
			модель «пласт-скважина»	интегрированная модель		модель «пласт-скважина»	интегрированная модель
Даяхатын	72	3 304,0	3 699,0	4 272,9	4 170,0	-12,7%	2,4%
Ходжиказган	33	1 487,6	1 573,6	1 726,9	1 731,0	-10,0%	-0,2%
Кульбешкак	43	1 339,0	1 456,0	1 565,0	1 571,5	-7,9%	-0,4%
Жанубий Кульбешкак	2	18,4	8,4	20,3	21,4	-154,8%	-5,2%
Миркомилкудук	3	36,0	21,0	51,5	48,3	-130,0%	6,3%
Саватли	8	374,7	289,7	396,0	390,0	-34,6%	1,5%
Тумарис	7	507,3	546,3	509,5	521,4	4,6%	-2,3%
Шортак	3	40,1	20,1	52,3	51,1	-154,2%	2,2%
Гарбий Хаккул	1	13,5	8,5	18,2	19,3	-127,1%	-6,2%
Всего	**172**	**7 120,6**	**7 620,6**	**8 612,6**	**8 524,0**	**-11,8%**	**1,0%**

Использование интегрированной модели с топологией системы сбора обусловливает наиболее обоснованные и достоверные результаты прогнозирования добычи газа из месторождений углеводородов.

Разработанная методика реализуется в гидродинамическом симуляторе Eclipse и программе Pipesim компании Schlumberger.

Применение классических гидродинамических моделей, не учитывающих влияние наземной инфраструктуры, приводит к погрешности в прогнозировании дебитов скважин на уровне 12-15%, что существенно снижает достоверность расчётов и эффективность планирования геолого-технических мероприятий.

Разработанный метод интегрированного моделирования системы «пласт–скважина–наземная инфраструктура» позволяет учитывать граничные условия работы газосборной сети, установки комплексной подготовки газа и компрессорных станций. Применение метода обеспечивает повышение точности прогнозов, снижая расчётную погрешность до 1-2%.

Реконструкция газосборной системы месторождений Газлийской группы и строительство магистрального коллектора «Даяхатын – Газлийский ГПЗ» с использованием предложенного метода позволили снизить противодавление на устьях скважин и обеспечить прирост суточной добычи газа до 1,5 млн м³.

Предложенный подход к интегрированному моделированию может быть рекомендован для проектирования, оптимизации и управления технологическими режимами систем сбора и транспорта газа на падающей стадии разработки газоконденсатных месторождений.

ЛИТЕРАТУРА

1. Постановление Президента Республики Узбекистан от 9 июля 2019 г. № ПП-4388 «О мерах по стабильному обеспечению экономики и населения энергоресурсами, финансовому оздоровлению нефтегазовой отрасли и совершенствованию системы управления в отрасли». - Т., 2019. https://lex.uz/docs/4404894.

2. Постановление Кабинета Министров Республики Узбекистан от 4 декабря 2018 г. № 983 «О порядке предоставления горных отводов для разработки месторождений полезных ископаемых». - Т., 2018. https://lex.uz/docs/4096077.

3. *Султанов Ш.Х., Юсупбаев С.Ю.* Гидродинамическое моделирование разработки нефтяных и газовых месторождений. - Т.: Фан, 2010. - 256 с.

4. *Закиров С.Н., Ибрагимов Н.Г., Хисамов Р.С.* Новые принципы и технологии разработки месторождений нефти и газа. - М., Люберцы: ПИК ВИНИТИ, 2004. - 519 с.

5. *Хаджиханов Б.А., Гуламов Р.А.* Оптимизация добычи: использование интегрированного моделирования на Газлийской группе газоконденсатных месторождений // Мат-лы науч.-практ. конф. 20-21 ноября 2025 г. - Т.: ГУ «Институт ГИДРОИНГЕО», 2025. - С. 19-23.

6. *Шевцов В.М., Хаджиханов Б.А.* Совершенствование методов оптимизации добычи природного газа // Мат-лы науч.-практ. конф. «Нефтегазоносность активизированных областей туранской платформы и её горного обрамления». - Т.: ГУ «ИГИРНИГМ», 2025. - С. 458-461.

7. *Varavva A.I., Apasov R.T., Samolovov D.A., Elesin A.V., Apasov G.T., Voyevoda E.V., Reshetnikov D.A., Senachin M.A.* Creating the integrated model for conceptual engineering of reservoir management and field facilities construction – experience of Tazovskoe oil and gas-condensate field // Paper presented at the SPE Russian petroleum technology conference, Virtual, 2021. SPE-206540-MS.

8. *Iftikhar Ahmed, Aditya Prana Iswara, Shahbaz Abbas*. Modelling and optimization of an existing onshore gas gathering network using Pipesim // Heliyon, research article. - 2024. - Vol. 10, Issue 15. e35006 (https://www.cell.com/ action/showPdf?pii =S2405-8440%284%2911037-7).

Статья представлена членом редколлегии докт. геол.-мин. наук Г.С.Абдуллаевым.

© Коллектив, 2025

Ш.Х.Абдуллаев, А.Ф.Назаров, К.Р.Мингбоев, М.М.Халимов

МАЛОГАБАРИТНАЯ МОДУЛЬНАЯ ПЕНЕТРАЦИОННО-БУРОВАЯ УСТАНОВКА (МПБУ)



Абдуллаев Шавкат Хадияевич – ведущий научный сотрудник ГУ «Институт ГИДРОИНГЕО», канд. геол.-мин. наук. E-mail: abdullaevs@mail.ru



Назаров Аскар Фаттахович – старший научный сотрудник ГУ «Институт ГИДРОИНГЕО», канд. техн. наук. E-mail: askarfat71@mail.ru



Мингбоев Кодиржон Рузимович – заведующий лабораторией ГУ «Институт ГИДРОИНГЕО», канд. геол.-мин. наук. E-mail: qodirjon2004@mail.ru



Халимов Мирпулат Мирзиятович – ведущий гидрогеолог ГУ «Институт ГИДРОИНГЕО». E-mail: mirpulatkhalimov@gmail.com

Малогабаритная модульная пенетрационно-буровая установка (МПБУ) разработана в ГУ «Институт ГИДРОИНГЕО» совместно с ООО «GEOSPETSMASH». Предназначена для бурения скважин диаметром 110 мм шнековым способом с отбором проб ненарушенной структуры и проведения испытаний грунта методом статического зондирования (рис. 1, 2).

Состоит из двух модулей, смонтированных на одной мачте:

- модуль бурения с отбором керна;
- модуль статического зондирования.



Рис. 1. Модуль бурения МПБУ.



Рис. 2. Транспортное положение МПБУ.

Модуль бурения позволяет пробурить скважину в породах с I и II категорией буримости. Глубина бурения – 20 м. Для отбора проб ненарушенной структуры предусмотрены 3 типа пробоотборников: 1) одногильзовый, 2) двухгильзовый, 3) с вдавливаемой гильзой (рис. 3-5).

Технические характеристики одногильзового пробоотборника

Наружный диаметр, мм	114
Внутренний диаметр, мм	98
Общая длина, мм	630
Длина керноприемника, мм	450

Технические характеристики двухгильзового пробоотборника

Наружный диаметр, мм	114
Внутренний диаметр, мм	98
Общая длина, мм	520
Длина керноприемника, мм	300

Технические характеристики вдавливаемого пробоотборника

Наружный диаметр, мм	114
Внутренний диаметр, мм	98
Общая длина, мм	670
Длина керноприемника, мм	260



Рис. 3. Одногильзовый пробоотборник.



Рис. 4. Двухгильзовый пробоотборник.



Рис. 5. Вдавливаемый пробоотборник.

Модуль статического зондирования позволяет определить величины лобового сопротивления и бокового трения грунта в процессе погружения путем внедрения стандартного конуса (рис. 6). Дополнительно, с помощью электрического зонда, определяется показатель удельного электрического сопротивления в процессе его внедрения в грунт (рис. 7, 8).

Технические характеристики электрического зонда

Диаметр зонда, мм	36
Количество кольцевых электродов, шт.	4
Расстояние между электродами, мм	75



Рис. 6. Модуль статического зондирования МПБУ.



Рис. 7. Тензометрические зонды с измерителем ТЕСТ-АМ.



Рис. 8. Электрический зонд.

Технические характеристики тензометрического зонда

Диаметр зонда, мм	35,7
Угол при вершине, градус	60
Длина зонда, мм	310
Диапазон измерения удельного сопротивления грунта по конусу, МПа	0,05-50
Диапазон измерения удельного сопротивления грунта по муфте трения, кПа	0,6-571

Результаты измерений регистрируются с помощью аппаратуры ТЕСТ-К2М в цифровой форме и обрабатываются в специальной программе GeoExplorer. В процессе обработки рассчитываются прочностные, плотностные, деформационные и электрические показатели грунтов вдоль оси зондируемой скважины (рис. 9).

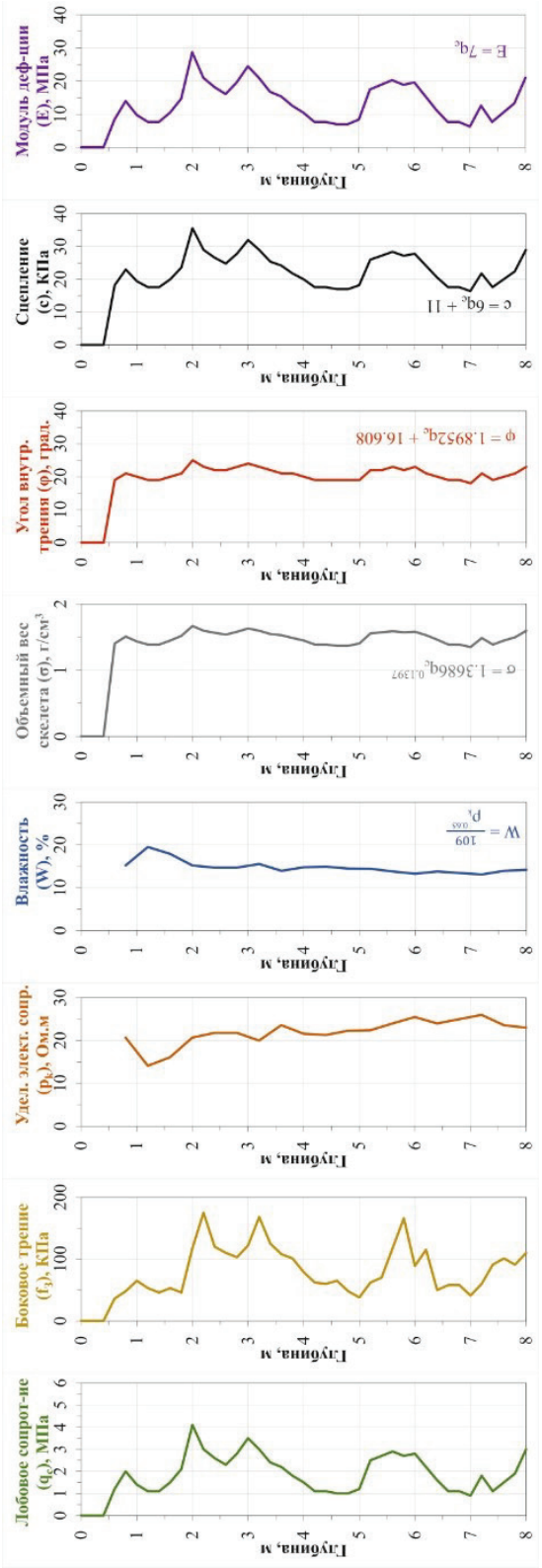


Рис. 9. Результаты определения инженерно-геологических показателей грунтов.

Основные направления применения установки МПБУ

1. При инженерных изысканиях для проектирования промышленных, гражданских, линейных и гидротехнических сооружений.
2. Оценка состояния эксплуатируемых плотин, хвостохранилищ, оснований уникальных сооружений.
3. При изучении оползней.
4. При гидрогеологических исследованиях для целей мелиорации.

Решаемые задачи

1. Литологическое расчленение пород.
2. Определение физико-механических показателей пород.
3. Определение плотности, влажности, модуля общей деформации, угла внутреннего трения, сцепления в массиве.
4. Определение уровня залегания подземных вод.

Потенциальные потребители данного оборудования

«Узбекгидрогеология», АГМК, НГМК, «Узбекгидроэнерго», «УзрангметЛИТИ», «УзГАШКЛИТИ», «Узсувлойиха», «УзГИП», «ГИДРОПРОЕКТ», диагностический центр «Узсувназорат», организации Минводхоза, «Узбекистон темир йуллари», «Госкомприрода».

Статья представлена членом редколлегии докт. геол.-мин. наук Б.Д.Абдуллаевым.

«GEOLOGIYA, PETROLOGIYA VA METALLOGENIYANING FUNDAMENTAL VA AMALIY MUAMMOLARI» MAVZUSIDAGI XALQARO ILMIY-AMALIY ANJUMAN

«Geologiya, petrologiya va metallogeniyaning fundamental va amaliy muammolari» mavzusidagi xalqaro ilmiy-amaliy anjuman 2025-yil 10-oktabr kuni Tog‘-kon sanoati va geologiya vazirligi Geologiya fanlari Universiteti «H.M.Abdullayev nomidagi geologiya va geofizika instituti» DM tomonidan o‘tkazildi.

Anjuman materiallarida Respublika Yer haqidagi fanlar sohasidagi ilmiy-tekshirish institutlari, oliy ta‘lim muassasalari va tog‘-kon sanoati tashkilotlarida olib borilayotgan ilmiy tadqiqot ishlari natijalari aks ettirilgan.

Anjuman ochilishida Tog‘-kon sanoati va geologiya vaziri o‘rinbosari Yusupov Rustam Payzraxmanovich, O‘zbekiston Fanlar Akademiyasi prezidenti Ayupov Shavkat Abdullayevich, Geologiya fanlari universiteti rektori Kadirxodjayev A’zam Alisherovich, «H.M.Abdullayev nomidagi geologiya va geofizika instituti» DM direktori Inatov Nurbek Komiljon o‘g’li so‘zga chiqib ishtirokchilar va ma’ruzachilarga sohada amalga oshirilayotgan islohotlar, ularning natijalari to‘g‘risida ma’lumot berib o‘tdi.

Anjumanda ko‘rib chiqilayotgan masalalar 5 yo‘nalishdagi sho‘balarga ajratildi:

I. Magmatizm va ma’dan hosil bo‘lishining evolyutsiyasi.

II. Mantiyaviy, mantiyaviy-qobiq va qobiq manbalar bilan bog‘liq ma’dan-magmatik tizimlarning petrogenetik modellari.

III. Matematik geologiya. Kritik mineral resurslar konlarining shakllanishi va joylashish qonuniyatlari.

IV. Tog‘-konchilik hududlari geoekologiyasining innovatsion jihatlari.

V. Geologiyaning umumiy muammolari.

Bu masalalar bo‘yicha ishtirokchilarning og‘zaki 19 ta ma’ruzalari tinglandi. Barcha ma’ruzalar dolzarb va mazmunli bo‘lib, geologiya sohasi uchun katta ilmiy va amaliy ahamiyatga egadir.

Xalqaro ilmiy-amaliy anjumanda 30 dan ortiq Respublika va Xalqaro tashkilotlar, xususan xorijiy davlatlardan: Institute of Geochemistry, Chinese Academy of Sciences, China; College of Earth and Planetary Sciences, University of Chinese Academy of Sciences; Западно-Якутский научный центр АН РС(Я), г. Мирный, Россия; Научно-исследовательский центр экологии и окружающей среды Центральной Азии (г. Душанбе) Национальной Академии наук Таджикистана – Китайской Академии наук; Институт геологии им. М.М.Адышева Национальной Академии наук Кыргызской Республики, г. Бишкек; Евразийский национальный университет им. Л.Н.Гумилева, г. Астана, Казахстан; Уфимский университет науки и технологий, Институт геологии Уфимского научного центра Российской Академии наук, Институт геологии алмаза и благородных металлов Сибирского отделения Российской Академии наук; Кумтор Голд Компани, Кыргызская республика, г. Бишкек; ИГЕМ РАН, Россия, г. Москва; Earth Sciences Department, University of Pisa, Pisa, Italy; Institute of Geochemistry, Chinese Academy of Sciences, Guizhou, China; ООО «Уральское горно-геологическое агентство»; Yer atrof muhiti instituti, Xitoy Fanlar akademiyasi, Xitoy; Tog‘-kon sanoati va geologiya vazirligi, Geologiya fanlari universiteti, «O‘zbek geologiya qidiruv» AJ, «Gidrogeologiya va muhandislik geologiyasi instituti» DM, «O‘zbekgeofizika» AJ, «Navoiyuran» DK, «Mineral resurslar instituti» DM, «Sharg‘unko‘mir» AJ, «Er qa’ridan foydalanish markazi» DM, «Geologiya sohasi kadrlari malakasini oshirish va qayta tayyorlash instituti» DM, Государственная инспекция пробирного контроля при МЭФ РУз, Guliston Davlat Universiteti, Sirdaryo shahri; «Яккабоғ геофизика экспедицияси» филиали, Яккабоғ; «Navoiy tog‘-kon metallurgiya kombinati» AJ, «Olmaliq tog‘-kon metallurgiya kombinati» AJ, I.Karimov nomidagi Toshkent davlat texnika universiteti, Mirzo Ulug‘bek nomidagi O‘zbekiston Milliy Universiteti, Fanlar akademiyasining Navoiy bo‘limi hamda Seysmologiya instituti ilmiy xodimlari tezis va ma’ruzalari bilan ishtirok etishdi.



Respublika ilmiy-amaliy anjumanda 140 ga yaqin Respublika va 10 dan ortiq Xalqaro mutaxassislar ishtirok etishdi, 151 ta tezis va ma'ruzalardan tashkil topgan anjuman yig'ma jildi nashr etildi.

Anjuman ishtirokchilarining ma'ruzalari, chop etilgan materiallar bilan tanishib chiqqach. Kuyidagilar taklif qilindi.

• **Ilmiy tadqiqotlarni yanada rivojlantirish:** Kelajakdagi tadqiqotlar uchun asosiy yo'nalishlar belgilab olindi. Tadbirda muhokama qilingan mavzular asosida yangi ilmiy loyihalar va grant dasturlari amalga oshirilishi belgilandi.

• **Kadrlar tayyorlash va malakasini oshirish:** Geologiya sohasidagi kadrlar malakasini oshirish va yosh tadqiqotchilarni qo'llab-quvvatlash uchun xalqaro hamkorlikda maxsus treninglar va o'quv dasturlarini ishlab chiqish rejalashtirildi.

• **Yangi hamkorlik loyihalari:** Xalqaro tashkilotlar va xorijiy ilmiy markazlar bilan qo'shma loyihalar va tadqiqotlar yo'lga qo'yiladi. Bu yangi uskunalar va texnologiyalardan foydalanish imkoniyatini yaratadi va mamlakatimizda ilmiy izlanishlar sifatini yanada oshiradi.

• **Ilmiy-amaliy anjumanni saviyasini yanada oshirish:** navbatdagi anjumanni geologiya, qazilma boyliklarni qidirish, geoekologiya hamda ilmiy innovatsiyalar bo'yicha jahon tajribalarini o'zlashtirish, xorijiy ilmiy yo'nalishdagi olimlar bilan xamkorlikda ilmiy ishlarni amalga oshirish maqsadida Xalqaro ilmiy-amaliy anjuman o'tkazilishi hamda anjuman materiallari Scopus ma'lumotlar bazasi tomonidan indekslangan jurnalda nashr etilishini ta'minlash rejalashtirildi.

• Anjuman doirasida akademik I.H. Hamraboyev va akademik F.A. Usmonovning ilmiy merosi chuqur e'tirof etilib, ularning ilmiy maktablari zamonaviy izlanishlar bilan uyg'un tarzda davom ettirilayotgani alohida ta'kidlandi.

• Tadbir ilmiy hamkorlikning yangi istiqbollari, qo'shma loyihalar tashabbuslari, xalqaro integratsiya va yosh olimlar faoliyatini qo'llab-quvvatlash bo'yicha dolzarb takliflarning shakllanishiga xizmat qildi. Anjuman davomida muhokama qilingan mavzular geologik izlanishlar samaradorligini oshirish, resurs xavfsizligini ta'minlash, mineral xomashyo bazasini kengaytirish va zamonaviy texnologiyalarni tatbiq etish bo'yicha yangi yondashuvlarni belgilab berdi. Anjuman yakunida eng faol ishtirokchilar nominatsiyalar bo'yicha taqdirlandi, bu esa ilmiy izlanishlarga rag'batni yanada kuchaytirishga xizmat qiladi.

• Umuman olganda, mazkur anjuman nafaqat ilmiy muloqot va tajriba almashish maydoni sifatida, balki geologiya fanining istiqboldagi rivojlanishi uchun strategik yo'nalishlarni belgilovchi muhim ilmiy-amaliy platforma sifatida e'tirof etildi. Anjuman yuqori tashkiliy saviyada, mazmunan sermahsul va kelgusi ilmiy tashabbuslarga zamin yaratgan holda yakunlandi.

Xalqaro ilmiy-amaliy anjuman tashkiliy qo'mitasi

Санакулов К., Хамроев И.О. МИНЕРАЛ-ХОМ АШЁ БАЗАСИНИ РИВОЖЛАНТИРИШ ВА ГЕОЛОГИЯ-ҚИДИРУВ ИШЛАРИНИ ИЛМИЙ ҚЎЛЛАБ-ҚУВВАТЛАШ

Минерал хом ашё истеъмолининг ўсиши қайта ишлаш комплексларининг ресурс базасини ривожлантириш заруриятини белгилайди. Ресурс базасини тўлдириш фундаментал ва амалий фанларни ривожлантириш билан боғлиқ бўлиб, инновацион прогностик-қидирув технологияларининг асослари ишлаб чиқилмоқда. Геология, кончилик ва металлургиянинг узвий боғлиқлигини инобатга олган ҳолда минерал-хом ашё базасини ўзлаштириш ва тўлдиришнинг янги босқичига ўтиш босқичма-босқич, изчил, таркибий ўзгаришларсиз амалга оширилиши керак. Бу эса соҳада барқарорлик ва табиий ресурслардан оқилона фойдаланишни таъминлайди. Республика олтин қазиб олиш комплексларида геологик-қидирув ишлари, кончилик ва хом ашёни қайта ишлаш бўйича ягона сиёсат юритилиб, «яшил иқтисодиёт» доирасида режали ишлар олиб борилади.

Санакулов К., Хамроев И.О. РАЗВИТИЕ МИНЕРАЛЬНО-СЫРЬЕВОЙ БАЗЫ И НАУЧНОЕ СОПРОВОЖДЕНИЕ ГЕОЛОГО-РАЗВЕДОЧНЫХ РАБОТ

Рост потребления минерального сырья обусловливает необходимость развития ресурсной базы перерабатывающих комплексов. Восполнение ресурсной базы связано с развитием фундаментальных и прикладных наук, разрабатываются основы инновационных прогнозно-поисковых технологий. Переход к новому этапу освоения и восполнения минерально-сырьевой базы с учетом неразрывной связи геологии, горной добычи, металлургии должен осуществляться плавно, последовательно, без структурных преобразований, что обеспечит стабильность в отрасли и рациональное использование природных ресурсов. Обеспечивается единая политика в ведении геолого-разведочных работ, горной добыче и переработке сырья золотодобывающих комплексов республики с проведением планомерных работ по «зеленой экономике».

Sanakulov K., Khamroev I.O. DEVELOPMENT OF THE MINERAL RESOURCE BASE AND SCIENTIFIC SUPPORT FOR GEOLOGICAL EXPLORATION WORKS

The growth in mineral raw material consumption necessitates the development of the resource base of processing complexes. The replenishment of the resource base is linked to the advancement of fundamental and applied sciences, with the foundations of innovative forecasting and prospecting technologies being developed. The transition to a new stage of development and replenishment of the mineral resource base, taking into account the inseparable connection between geology, mining, and metallurgy, should be carried out smoothly and consistently, without structural transformations, which will ensure stability in the industry and the rational use of natural resources. A unified policy is implemented in conducting geological exploration, mining, and raw material processing in the gold-mining complexes of the republic, along with planned activities within the framework of the «green economy».

Umurzakov R.A., Xodjayev A.K., Ismadullayev B.I. GEOLOGIK MUHITDA RO‘Y BERADIGAN DEFORMATSIYALAR TURLARI VA ULARNI KELTIRIB CHIQARADIGAN ELEMENTAR GEODINAMIK VAZIYATLAR TO‘G‘RISIDA

Maqolada geologik muhitning deformatsiyalanish xusuiyatlari «qattiq jinslar fizikasida» o‘rganilayotgan deformatsiyalaridan farq qiladi. Birinchi navbatda geologik jarayonlar vaqt bo‘yicha ancha sekin ammo uzoq muddatlarda ro‘y berishi bilan tavsiflanadi. Tog‘ jinslariga siqilish kuchi ma’lum bir yonalishda uzoq muddat davom etsa – jinslar oquvchanlik xususiyatga ega moddalar kabi deformatsiyalarga uchraydi. Geologik muhitning kuchlanish-deformatisyalarini maxsus «tektonofizika» fani o‘rganadi. M.V.Gzovskiy tomonidan aniuqlangan vaqt bo‘yicha kuchlanish va deformatsiyaning bog‘lanishi, tog‘ jinslarini qayishqoqlogi, qovushqoqligi, oquvchanligi, «elementar geodinamik vaziyat» turlari va ular bilan bog‘liq deformatsiya turlari to‘g‘risidagi ma’lumotlar keltirilgan. Bular geologik qidiruvning nazariy asoslarini yaratishda hamda razvedka amaliyotida qo‘llanilishi muhim ahamiyatga ega.

Умурзаков Р.А., Ходжаев А.К., Исмадуллаев Б.И. О ВИДАХ ДЕФОРМАЦИЙ, ПРОИСХОДЯЩИХ В ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ СРЕДЕ, И ВЫЗЫВАЮЩИХ ИХ ЭЛЕМЕНТАРНЫХ ГЕОДИНАМИЧЕСКИХ СОСТОЯНИЯХ

Отмечается, что деформации геологической среды отличаются от деформаций, изучаемых в «физике твердых пород». В первую очередь, геологические процессы характеризуются тем, что они происходят медленнее во времени, но очень длительно. Если даже незначительная сила действует на горные породы в течение длительного времени – породы ведут себя подобно мягким, пластичным веществам, обладающим свойствами текучести. Напряжения и деформации геологической среды изучаются «тектонофизикой». Приводятся данные об изменении во времени зависимости напряжения–деформация, установленные М.В.Гзовским, сведения об упругости, вязкости и пластичности горных пород, типах «элементарных геодинамических состояний» и связанных с ними видах деформаций. Эти данные имеют важное значение для разработки теоретических основ и выполнения поисково-разведочных работ.

Umurzakov R.A., Khodjaev A.K., Ismadullayev B.I. ON THE TYPES OF DEFORMATIONS OCCURRING IN THE GEOLOGICAL ENVIRONMENT AND THE ELEMENTAL GEODYNAMIC STATES THAT CAUSE THEM

The article notes that the deformations of the geological environment are different from the deformations studied in «hard rock physics». First of all, geological processes are characterized by the fact that they occur more slowly in time, but very long. If even a small force acts on rocks for a long time, the rocks behave like soft, plastic substances with fluidity properties. Stresses and deformations of the geological environment are studied by «tectonophysics». Data on the time variation of stress dependence–deformation established by M.V.Gzovsky, information on elasticity, viscosity and plasticity of rocks, types of «elementary geodynamic states» and the types of deformations associated with them are provided.

Абдуазимова З.М., Колдибеков О.Я., Сориев Б.Р. МОЛГУЗОР-ТУРКИСТОН МИНТАҚАСИ ПАЛЕОЗОЙ ЁТҚИЗИҚЛАРИНИ ТАБАҚАЛАШ МУАММОЛАРИ

Легендани тузиш жараёнида тўпланган ва ўрганилган геологик маълумотлар таҳлили асосида Нурота тоғларининг шарқий давомида жойлашган қуйи палеозой Молгузар-Туркистон ҳудудининг харитага туширилган бирликлари тузилиши ҳақидаги фундаментал тушунчалар қайта кўриб чиқилди. Ўрганилаётган Молгузар-Туркистон ҳудудида харитага туширилган бирликларни таниб олиш бир хил қатламли бирликларнинг номлари, ҳажмлари, сиғимлари, контактлари ва бошқа кўрсаткичларини турлича талқин қилиш туфайли катта қийинчиликлар билан боғлиқлиги исботланди. Бунинг асосий сабаблари сифатида свиталарнинг мезозойгача бўлган бўлимларининг сингдирилган-бурмаланган тузилишига етарлича баҳо бермаслик, уларнинг бир жинсли таркиби, турли стратонлар орасидаги тектоник алоқаларга этибор бермаслик, Ўзбекистон ва Тожикистон ҳудудларида турли тадқиқотчилар томонидан аниқланган хариталанган бирликлар ўртасидаги номувофиқлик сабаб бўлади. Буларнинг барчаси бир хил литологик ва стратиграфик ётқизиқларнинг ҳар хил контактли ва ҳатто ёшга эга бўлган турли гуруҳларга бўлинишига олиб келди. Молгузар-Туркистон ҳудудидаги кембрий, ордовик, силур ётқизиқларининг аксарияти Нурота тоғларида учрайдиган маҳаллий стратиграфик бирликларнинг давоми бўлган тўлиқ ўхшашлиги аниқланди. Шу муносабат билан Жанубий Тян-Шоннинг ғарбий секторининг геологик ривожланишини бир маънода тушуниш учун харитага туширилган палеозой бирликларини қўшни Нурота ҳудудида ривожланган, умумий седиментация хусусиятларига эга бўлган свиталар билан умумлаштириш таклиф этилади.

Абдуазимова З.М., Колдибеков О.Я., Сориев Б.Р. ПРОБЛЕМЫ СТРАТИФИКАЦИИ ПАЛЕОЗОЙСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ МАЛЬГУЗАР-ТУРКЕСТАНСКОГО РЕГИОНА

На основе анализа геологического фактического материала, собранного и изученного в процессе составления легенды, пересмотрены основополагающие представления на строение картируемых подразделений нижнего палеозоя Мальгузар-Туркестанского региона, расположенного на продолжения Нуратинских гор в восточном направлении. Доказано, что распознавание картируемых подразделений на исследуемой Мальгузар-Туркестанской площади сопряжено с большими трудностями, обусловленными разной трактовкой названий, объемов, мощностей, контактов и других параметров одних и тех же стратифицированных подразделений. Главные причины этого – недоучет чешуйчато-складчатого строения домезозойских разрезов свит, их гетерогенный состав, игнорирование тектонических контактов между разными стратонами, неувязка картируемых подразделений, выделенных разными исследователями на узбекской и таджикской территориях. Все это привело к тому, что одни и те же литолого-стратиграфические отложения оказались выделенными в разные свиты с разными контактами и даже возрастами.

Установлено, что большая часть кембрийских, ордовикских, силурийских отложений в Мальгузар-Туркестанском регионе – полные аналоги местных стратиграфических подразделений, обнажающихся в Нуратинских горах, являясь их продолжением. В связи с этим для однозначного понимания геологического развития западного сектора Южного Тянь-Шаня предлагается осуществить генерализацию картируемых подразделений палеозоя со свитами, развитыми на сопредельной Нуратинской площади, обладающих общностью седиментационных признаков.

Abduazimova Z.M., Koldibekov O.Ya., Soriev B.R. PROBLEMS OF STRATIFICATION OF PALEOZOIC DEPOSITS OF THE MALGUZAR-TURKESTAN REGION

Based on the analysis of geological factual material collected and studied in the process of compiling the legend, the fundamental concepts of the structure of the mapped units of the Lower Paleozoic Malguzar-Turkestan region located on the continuation of the Nurata Mountains in the eastern direction have been revised. It has been proven that the recognition of the mapped units in the studied Malguzar-Turkestan area is associated with great difficulties due to different interpretations of names, volumes, capacities, contacts and other parameters of the same stratified units. The main reasons for this are the underestimation of the imbricated-folded structure of pre-Mesozoic sections of the suites, their heterogeneous composition, ignoring the tectonic contacts between different stratons, and the discrepancy between the mapped units identified by different researchers in the Uzbek and Tajik territories. All this led to the fact that the same lithological and stratigraphic deposits were allocated into different suites with different contacts and even ages. It was established that most of the Cambrian, Ordovician, Silurian deposits in the Malguzar-Turkestan region are complete analogues of local stratigraphic units exposed in the Nuratau Mountains, being their continuation. In this regard, for an unambiguous understanding of the geological development of the western sector of the Southern Tien Shan, it is proposed to generalize the mapped Paleozoic units with suites developed in the adjacent Nuratau area, which have common sedimentation features.

Saitov N.E., Mamarozikov U.D. QIZILMACHIT PALEOVULQONI JINSLARINING PETROGRAFIK XUSUSIYATLARI

Ushbu maqolada Qizilmachit paleovulqonidagi bazalt-andezit-riolit formasiyalar qatoriga mansub vulkanogen jinslarning teksturaviy-strukturaviy xususiyatlari va moddiy tarkiblari to‘g‘risida original ma’lumotlar bayon etilgan. Olingan natijalar asosida paleovulqon mahsulotlarining umumiy petrofondida nordon vulkanogen-piroklastik jinslar ulushi 80-85% ga yetishi, aksincha ularga nisbatan asos va o‘rta tarkibli vulkanitlar kam tarqalganligi ko‘rsatilgan. Ushbu paleovulqon mahsulotlarini orasida vulqon bo‘g‘zi jinslarini o‘z ichiga oluvchi eksploziv fatsiya katta ulushga ega bo‘lib, eksploziya koeffitsiyenti 75% ga yetadi. O‘z navbatida vulqon bo‘g‘ziga va parazit kanallariga xos jinslarning petrografik xususiyatlari vulkanogen-gidrotermal jarayonlarga aloqador ma’danlashuvning joylashuvini aniqlashda muhim amaliy ahamiyatga egaligi ta’kidlangan.

Саитов Н.Э., Мамарозиков У.Д. ПЕТРОГРАФИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПОРОД КЫЗЫЛМЕЧЕТСКОГО ПАЛЕОВУЛКАНА

Приведены оригинальные материалы по текстурно-структурным особенностям и вещественному составу вулканических пород базальт-андезит-риолитовой формации Кызылмечетского палеовулкана. На основе полученных резуль-

татов показано, что доля кислых вулканогенно-пирокластических пород в общем петрофонде продуктов палеовулкана достигает 80-85%, тогда как основные и средние вулканиты по сравнению с ними встречаются реже. Среди продуктов палеовулкана большой объем занимает эксплозивная фация, включающая породы вулканического жерла, с коэффициентом эксплозивности до 75%. Подчеркивается важное практическое значение петрографических особенностей пород, характеризующих вулканические жерлы и паразитические каналы при определении размещения оруденения, связанного с вулканогенно-гидротермальными процессами.

Saitov N.E., Mamarozikov U.D. PETROGRAPHIC FEATURES OF KYZYLMECHET PALEOVOLCANO ROCKS

The article presents original materials on the textural and structural features and material composition of volcanic rocks of the basalt-andesite-rhyolite formation of the Kyzylmechet paleovolcano. Based on the obtained results, it is shown that the proportion of acidic volcanogenic-pyroclastic rocks in the total petrofond of paleovolcano products reaches 80-85%, while basic and intermediate volcanics are less common in comparison with them. Among the paleovolcano products, the explosive facies, including the rocks of the volcanic vent, with an explosivity coefficient of up to 75%, occupies a large volume. In turn, the important practical significance of the petrographic features of the rocks characterizing volcanic vents and parasitic channels is emphasized in determining the location of ore content associated with volcanogenic-hydrothermal processes.

Khodjiev A.K. JANUBIY TYON-SHON HUDUDIDAGI JANUBIY HISOR ZONASINING (Tojikiston) GABBRO-PLAGIOGRANITOID SERIYASINING POTENSIAL MA'DANDORLIGI HAQIDA

Janubiy Hisor zonasining gabbro-plagiogranitoid seriyasi skarn va sulfidli (kolchedan) turdagi ma'danlashuvlar bilan bog'liq bo'lgan potensial ma'dan tarkibli plutonik seriyalarga mansubdir. Xarangon gabbro-plagiogranitoid polifazali plutoni bilan genetik bog'liq bo'lgan, sanoat ahamiyatiga ega bo'lgan Xarangon nomli skarn-magnetit koni mavjud. Xarangon ma'dan maydonida ham magnezial, ham ohaktoshli skarnlar, shuningdek, magnetit ma'danlashuviga hamrohlik qiluvchi turli gidrotermal metasomatitlar keng tarqalgan. Skarnlar barcha konlarda uchraydi, ammo ular ayniqsa Quyi-Xarangon koni hududida keng rivojlangan. Magnetit ma'danlashuvi magnezial va ohaktosh-magnezial skarnlarda, dolomitlarda, kamroq hollarda esa bazaltlarda joylashgan. Skarn-magnetit ma'danlashuviga qo'shimcha ravishda, Janubiy Hisor zonasida qoratog' seriyasining bazaltlari va Xanaka intruzivining plagiogranitlari bilan bog'liq bo'lgan Shamol kolchedan-polimetall ma'dan namoyondasi ham mavjud. Keltirilgan ma'lumotlar gabbro-plagiogranitoid seriyasining yuqori potensial ma'dan tarkibiga ega ekanligini tasdiqlaydi. Janubiy Hisor zonasidagi ma'dan namoyonlarining iqtisodiy salohiyatini baholash va ularni to'liq texnologik-metallurgik tsiklga ega konchilik ishlab chiqarishiga jalb qilish uchun ushbu hududdagi muhim va istiqbolli ob'ektlarda yanada batafsil geologik-qidiruv ishlarini olib borish tavsiya etiladi.

Ходжиев А.К. О ПОТЕНЦИАЛЬНОЙ РУДОНОСНОСТИ ГАББРО-ПЛАГИОГРАНИТОИДНОЙ СЕРИИ ЮЖНО-ГИССАРСКОЙ ЗОНЫ ЮЖНОГО ТЯНЬ-ШАНЯ (Таджикистан)

Габбро-плагиогранитоидная серия Южно-Гиссарской зоны отнесена к потенциально рудоносным плутоническим сериям в отношении скарнового и колчеданного типов оруденения. С Харангонским габбро-плагиогранитоидным полифазным плутоном генетически связано одноименное скарново-магнетитовое месторождение, имеющее промышленное значение. На площади Харангонского рудного поля широко развиты как магнезиальные, так и известковые скарны, а также разные гидротермальные метасоматиты, сопутствующие магнетитовому оруденению. Скарны отмечаются на всех месторождениях, но они широко развиты на площади Нижнехарангонского месторождения. Магнетитовое оруденение локализуется как в магнезиальных, так и в апомагнезиальных известковых скарнах, доломитах, реже, в базальтах. Кроме скарново-магнетитового оруденения в Южно-Гиссарской зоне в связи с базальтами каратагской серии и плагиогранитами Ханакинского интрузива развито Шамольское колчеданно-полиметаллическое рудопроявление. Приведенные данные подтверждает высокую потенциальную рудоносность габбро-плагиогранитоидной серии. Для оценки экономического потенциала рудных проявлений Южно-Гиссарской зоны и вовлечение их в горно-рудное производство полного технологического цикла рекомендуется проведение более детальных геолого-разведочных работ на важных и перспективных объектах района.

Khodjiev A.K. ON THE ORE-BEARING GABBRO-PLAGIOGRANITOID SERIES OF THE SOUTH GISSAR ZONE OF THE SOUTHERN TIEN SHAN

The gabbro-plagiogranitoid series of the South Gissar zone is classified as a potentially ore-bearing plutonic series associated with skarn and sulfide (volcanogenic massive sulfide) types of mineralization. The Kharangon polyphase gabbro-plagiogranitoid pluton is genetically linked to the Kharangon skarn-magnetite deposit, which has industrial significance. The Khorangon ore field hosts widespread development of both magnesian and calcic skarns, as well as various hydrothermal metasomatites associated with magnetite mineralization. Skarns are observed at all deposits but are most extensively deve-loped at the Lower Khorangon deposit area. Magnetite mineralization is localized in both magnesian and magnesian-calcic skarns, dolomites, and less commonly in basalts. In addition to skarn–magnetite mineralization, the Shamul sulfide-polymetallic mineral occurrence, associated with the basalts of the Karatag series and the plagiogranites of the Khanaka intrusion, is developed in the South Gissar zone. The presented data confirm the high ore potential of the gabbro-plagiogranitoid series. To assess the economic potential of the ore occurrences in the South Gissar zone and to integrate them into full-cycle metallurgical mining production, it is recommended to conduct more detailed geological exploration on important and promising sites in the region.

Амиров Э.М. ШАРКИЙ БУКАНТОВ ТОҒЛАРИ МАГМАТИК ҲОСИЛАЛАРИНИНГ ПЕТРОКИМЁВИЙ ХУСУСИЯТЛАРИ

Шарқий Букантов тоғлари геологик ривожланиши ва эндоген маданлашув шаклланишида етакчи аҳамият касб этувчи герцин тектоник-магматик боскичи интрузив магматизм намоёнларининг петрокимёвий хусусиятларини аниқлаш бўйича ўтказилган тадқиқотлар натижалари келтирилган. Интрузив ҳосилалар алоҳида турлари бўйича турли хил диагностик диаграммаларда таҳлил қилинган ва тегишли хулосалар чиқарилган.

Амиров Э.М. ПЕТРОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ МАГМАТИЧЕСКИХ ОБРАЗОВАНИЙ ГОР ВОСТОЧНЫЙ БУКАНТАУ

Приведены результаты исследований по определению петрохимических особенностей проявлений интрузивного герцинского магматизма – тектономагматической цикл, играющий ведущую роль в геологическом развитии и формировании эндогенного оруденения гор Восточный Букантау. Проанализированы различные диагностические диаграммы по отдельным типам интрузивных образований и сделаны соответствующие выводы.

Amirov E.M. PETROCHEMICAL FEATURES OF MAGMATIC FORMATIONS OF THE EASTERN BUKANTAU MOUNTAINS

The results of studies to determine the petrochemical features of intrusive magmatism manifestations of the Hercynian tectonomagmatic stage, which plays a leading role in the geological development and formation of endogenous mineralization of the Eastern Bukantau Mountains, are presented. Various diagnostic diagrams for individual types of intrusive formations were analyzed and appropriate conclusions were drawn.

Musaxonov Z.M., Mirsayapov R.I., Ruziyev S.K., Myengniyozov F.X., Hasanov N.R. MULTISPEKTRAL (ASTER) VA SUPERSPEKTRAL (WORLDVIEW-3) KOSMIK TASVIRLARINI QO‘LLASH ASOSIDA SANGARDAK MAYDONI MISOLIDA ISTIQBOLLI JOYLARNI AJRATISH

Maqolada Sangardak maydoni misolida daladagi spektral radiometrik o‘lchovlar va ma’lum etalon obyektlari asosida istiqbolli pozitsiyalarni aniqlash maqsadida o‘tkazilgan kosmogeologik tadqiqotlar natijalari keltirilgan. O‘zbekiston hududida oltin va boshqa minerallashuvning istiqbolli yo‘nalishlarini aniqlash uchun birinchi marta o‘ta yuqori aniqlikdagi Worldview-3 ning superspektral sun’iy yo‘ldosh tasvirlaridan foydalanildi.

Мусахонов З.М., Мирсаяпов Р.И., Рузиев С.К., Менгниёзов Ф.Х., Ҳасанов Н.Р. ПРИМЕНЕНИЕ МУЛЬТИСПЕКТРАЛЬНЫХ (ASTER) И СУПЕРСПЕКТРАЛЬНЫХ (WORLDVIEW-3) КОСМИЧЕСКИХ СНИМКОВ ДЛЯ ВЫДЕЛЕНИЯ ПЕРСПЕКТИВНЫХ ПОЗИЦИЙ НА ПРИМЕРЕ УЧАСТКА САНГАРДАК

Приведены результаты проведенных космогеологических исследований с целью выделения перспективных позиций на основе сравнения спектрорадиометрических измерений в полевых условиях и известных эталонных объектов на примере участка Сангардак. Впервые для территории Узбекистана применены суперспектральные космические снимки Worldview-3 сверхвысокого разрешения для выявления перспективных участков на золото и другое оруденение.

Musakhonov Z.M., Mirsayapov R.I., Ruziev S.K., Mengniyozov F.Kh., Khasanov N.R. APPLICATION OF MULTISPECTRAL (ASTER) AND SUPER SPECTRAL (WORLDVIEW-3) SATELLITE IMAGES TO HIGHLIGHT PROMISING POSITIONS ON THE EXAMPLE OF THE SANGARDAK AREA

The article presents the results of cosmogeological studies conducted in order to identify promising positions based on spectral radiometric measurements in the field and known reference objects on the example of the Sangardak site. For the first time for the territory of Uzbekistan, ultra-high-resolution superspectral satellite images Worldview-3 were used to identify promising areas for gold and other mineralization.

Eysfeld O.A. SENTINEL-1 MA’LUMOTLARI ASOSIDA OLTIN TARKIBIDAGI TUZILMALARNI METALLOGENIK XARITALASH UCHUN INSAR TAHLILINI QO’LLASH (Auminza-Beltov ma’dan maydoni misolida)

Ushbu maqolada sun’iy yo‘ldosh interferometriyasi (InSAR) usullarini ma’dan qamrovchi strukturaviy zonalarni aniqlashda qo‘llash yondashuvini hamda olingan natijalarni geodinamik va metallogenik tahlilari taqdim etilgan. Tadqiqot Auminza-Beltov ma’dan koni hududini va yaqin atrofdagi yuqori ma’dan hosil bo‘lish potensialiga ega zonalarni qamrab oladi. Deformatsiya tezliklarining vaqt qatorlari asosida vertikal cho‘kma va ko‘tarilish zonalari hamda gorizontal siljish zonalari aniqlanib, ular faol tektonik tugunlar, siljish zonalari va strukturaviy tuzoqlar sifatida talqin qilindi. Olingan natijalar qidiruv ishlarini sezilarli darajada samaraliroq qilishi, geokimyoviy suratga olish yo‘nalishlarini optimallashtirishi va batafsil geologik qidiruv ishlarini o‘tkazish uchun ustuvor maydonlarni tanlash ishonchliligini oshirishi mumkin.

Эйсфельд О.А. ПРИМЕНЕНИЕ INSAR-АНАЛИЗА ДЛЯ МЕТАЛЛОГЕНИЧЕСКОГО КАРТИРОВАНИЯ ЗОЛОТОНОСНЫХ СТРУКТУР НА ОСНОВЕ ДАННЫХ SENTINEL-1 (на примере Ауминза-Бельтауского рудного района)

Представлен подход применения методов спутниковой интерферометрии (InSAR) для поиска рудоносных структур зон с геодинамическим и металлогеническим анализом полученных результатов. Исследование охватывает территорию Ауминза-Бельтауского рудного района и прилегающих территорий, имеющих высокий потенциал рудообразования. На основе временных рядов деформационных скоростей выявлены зоны вертикального оседания и подъема, а также горизонтального дрейфа, интерпретируемые как активные тектонические узлы, сдвиговые зоны и структурные ловушки. Полученные результаты позволят существенно повысить эффективность поисковых работ, оптимизировать маршруты для геохимической съемки и увеличить достоверность приоритетных участков для проведения детальных ГРР.

Eysfeld O.A. INSAR ANALYSIS APPLICATION FOR METALLOGENIC MAPPING OF GOLD-BEARING STRUCTURES BASED ON SENTINEL-1 DATA (using the example of the Auminza-Beltau ore region)

The article presents an approach to using satellite interferometry (InSAR) methods to search for ore-bearing structures in zones with geodynamic and metallogenic analysis of the results obtained. The study covers the territory of the Auminza-Beltau ore region and adjacent territories with high potential for ore formation. Based on time series of deformation velocities, zones of vertical subsidence and uplift, as well as horizontal drift, interpreted as active tectonic nodes, shear zones and structural traps, were identified. The results obtained will significantly improve the efficiency of prospecting operations, optimize routes for geochemical surveys, and increase the reliability of priority sites for detailed exploration.

Omonov O. S., Solijonov S. O. TOG‘ JINSLARNING BO‘KISHI VA QULASHI BILAN BOG’LIQ BO‘LGAN GEOLOGIK MURAKKABLIKLARNI ANIQLASH UCHUN GEOLOGIK VA GEOFIZIK MATERIALLARNI TAHLIL QILISH

Ushbu maqolada muallif tomonidan tez-tez to’kilish, qulash bilan birga burg’ulashning tog ‘-geologik sharoitlarini o’rganish, tahlil qilish bo’yicha olib borilgan tadqiqotlar natijalari keltirilgan va aksariyat hollarda bu murakkabliklar g’ayritabiiy darajada yuqori bo’lgan loy va tog‘ jinslarini ochishda paydo bo’lishini ko’rsatadi g’ovak bosimi, hajm zichligi, g’ovakliligi, namligi va g’ovak suvining mineralizatsiyasi. Neft va gaz quduqlarini burg’ilash jarayonida yuzaga keladigan tog’ jinslarining qulashi va torayishi bilan bog‘liq bo‘lgan, ko’pincha burg’ulashning texnik va iqtisodiy ko’rsatkichlarining og’ir ushlanishiga va pasayishiga olib keladi, shuning uchun ularni o’rganish va oldini olish quduqlarni burg’ilashda dolzarb vazifalardan biridir. Quduqlarning nominal diametrining kamayishi va torayishiga moyil bo’lgan zaif sementlangan, beqaror tog’ jinslari va loyli qatlamlarini burg’ilash paytida quduq devorlaining barqarorligini yo’qotish bilan bog’liq geologik murakkabliklarni aniqlash uchun muqaddam burg’ilangan quduqlarning geologik va geofizik materiallari o’rganildi.

Омонов О.С., Солижонов С.О. АНАЛИЗ ГЕОЛОГО-ГЕОФИЗИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ С ЦЕЛЬЮ ВЫЯВЛЕНИЯ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ОСЛОЖНЕНИЙ, СВЯЗАННЫХ С НАБУХАНИЕМ И ОБВАЛООБРАЗОВАНИЕМ ГОРНЫХ ПОРОД

Представлены результаты исследований по изучению, анализу горно-геологических условий бурения, сопровождаемых частыми осыпями, обвалами и показывающими, что в большинстве случаев эти осложнения возникают при вскрытии глин и глинистых пород с аномально-высоким, поровым давлением, объемной плотностью, пористостью, влажностью и минерализацией поровой воды. Бурение скважин на нефть и газ часто сопровождается обвалами и сужениями пород, которые зачастую приводят к тяжелым прихватам и снижению технико-экономических показателей, поэтому их изучение и предупреждение является одной из актуальных задач при бурении скважин. С целью выявления геологических осложнений, связанных с потерей устойчивости ствола скважин, при прохождении бурением слабосцементированных, неустойчивых горных пород и глинистых отложений, склонных к набуханию и сужению номинального диаметра скважин, проводились исследования геолого-геофизических материалов ранее пробуренных скважин.

Omonov O.S., Solizhonov S.O. ANALYSIS OF GEOLOGICAL AND GEOPHYSICAL MATERIALS TO IDENTIFY GEOLOGICAL COMPLICATIONS ASSOCIATED WITH SWELLING AND COLLAPSING OF ROCKS

This article presents the results of the studies carried out to study and analyze the geological and mining conditions of drilling, accompanied by frequent caving, collapsing, and shows that in most cases these complications arise from the opening of clays and clay rocks with abnormally high pore pressure, bulk density, porosity, humidity, and salinity of pore water. Oil and gas well drilling is often accompanied by rock collapses and narrowings, which frequently lead to severe sticking and reduced technical and economic performance. Therefore, studying and preventing them is a pressing task in well drilling. In order to identify geological complications associated with the loss of wellbore stability during drilling of poorly cemented, unstable rocks and clay deposits prone to swelling and narrowing of the nominal diameter of wells, studies of geological and geophysical materials from previously drilled wells were carried out.

Shafayziyev Xusan X., Shafayziyev Xasan X., Jamolova G.N., Ozodbekov A.O‘. MIKROKALSIT XOMASHYOSINING DUNYO SANOATIDAGI AXAMIYATI

Zamonaviy qurilish materiallarini ishlab chiqarishda mikrokalsit xom ashyosidan sanoatda tobora kengrok foydalanilmoqda. Shu munosabat bilan O‘zbekistan Respublikasi xududidagi karbonat tog‘ jinslaridagi mikrokalsit miqdori va sifati yukori bo‘lgan konlarni aniqlash maqsadida ishlab chiqarish sanoatida mikrokalsit xom ashyosini jahon miqyosida solishtirildi va statistika ko‘rsatkichlari o‘rganildi.

Шафайзиев Хусан Х., Шафайзиев Хасан Х., Жамолова Г.Н., Озодбеков А.К. ЗНАЧЕНИЕ СЫРЬЯ МИКРОКАЛЬЦИТА В МИРОВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

В современном производстве строительных материалов микрокальцит как сырьё находит всё более широкое применение в промышленности. В связи с этим была проведена работа по выявлению месторождений с высоким содержанием и качеством микрокальцита в карбонатных горных породах на территории Республики Узбекистан. Сырьё микрокальцита сопоставлено с мировыми аналогами, а также были изучены статистические показатели его использования в промышленности.

Shafayziev Khusan H., Shafayziev Hasan H., Zhamolova G.N., Ozodbekov A.K. THE IMPORTANCE OF MICROCALCITE RAW MATERIALS IN THE GLOBAL INDUSTRY

In modern construction material production, microcalcite is increasingly being used as a raw material in various industries. In this regard, a study was conducted to identify deposits with high content and quality of microcalcite in carbonate rock formations within the territory of the Republic of Uzbekistan. The microcalcite raw materials were compared with international counterparts, and statistical indicators of its industrial usage were also analyzed.

Хабибуллаев И.Х., Джуманов Ж.Х., Хушвактов С.Х., Анорбоев Э.А., Мардиев Ў.Б., Теляев И.Қ. ЕР ОСТИ СУВЛАРИ МОНИТОРИНГ ТИЗИМЛАРИНИ ЛОЙИҲАЛАШТИРИШНИ ГЕОАХБОРОТ ТЕХНОЛОГИЯЛАРИ АСОСИДА ТАКОМИЛЛАШТИРИШ ЙЎНАЛИШЛАРИ

Ушбу мақола иқтисодиётни рақамлаштириш шароитида ер ости сувларини мониторинг тизимларининг ҳозирги ҳолатини таҳлили ва геоахборот технологияларини қўллаш орқали уларни лойиҳалаштиришни такомиллаштириш масаласига бағишланган. Мақолада чет эл тажрибаси, маҳаллий амалиёт, замонавий методлар, иқтисодий самарадорлик ва реал мисоллар ёритилган.

Хабибуллаев И.Х., Джуманов Ж.Х., Хушвактов С.Х., Анорбоев Э.А., Мардиев Ў.Б., Теляев И.Қ. НАПРАВЛЕНИЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СИСТЕМ МОНИТОРИНГА ПОДЗЕМНЫХ ВОД НА ОСНОВЕ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Статья посвящена анализу современного состояния систем мониторинга подземных вод и вопросам совершенствования их проектирования с применением геоинформационных технологий в условиях цифровизации экономики. Освещены международный и отечественный опыт, современные методы, экономическая эффективность и реальные примеры реализации.

Khabibullaev I.Kh., Dzhumanov Zh.Kh., Khushvaktov S.Kh., Anorboev E.A., Mardiev O.B., Telyaev I.K. DIRECTIONS FOR IMPROVING THE DESIGN OF GROUNDWATER MONITORING SYSTEMS BASED ON GEOINFORMATION TECHNOLOGIES

This article is devoted to the issue of analyzing the current state of groundwater monitoring systems and improving them through the use of Information Technology. The article covers foreign experience, local practice, modern methods, economic efficiency and realistic examples.

Абдуллаев Ш.Х., Мингбоев К.Р., Моторный И.Р. МАҲАЛЛИЙ ТАРҚАЛГАН ЕР ОСТИ СУВЛАРИНИ ИЗЛАШДА ЯНГИ ЭЛЕКТР ҚИДИРУВ ТЕХНОЛОГИЯЛАРИДАН ФОЙДАЛАНИШ САМАРАДОРЛИГИ

Тоғ ва тоғолди ҳудудларида локал тўпланган ер ости сувларини қидиришда электр томография (ЭТ) ва ўрта градиент усулида профиллаш (ВП-СГ) усулларини қўллаш имкониятлари кўриб чиқилмоқда. Аниқ мисолда палеозой ётқизиқларида ер ости сувларини қидиришда уларнинг самарадорлигига баҳо берилган.

Абдуллаев Ш.Х., Мингбоев К.Р., Моторный И.Р. ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НОВЫХ ЭЛЕКТРОРАЗВЕДОЧНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ ПОИСКАХ ПОДЗЕМНЫХ ВОД ЛОКАЛЬНОГО РАСПРОСТРАНЕНИЯ

Рассматриваются возможности применения методов электрической томографии (ЭТ) и профилирования способом срединного градиента (ВП-СГ) при поисках подземных вод локального скопления в горных и предгорных районах. На конкретном примере оценена их эффективность при поисках подземных вод в палеозойских отложениях.

Abdullaev Sh.Kh., Mingboev K.R., Motorniy I.R. EFFICIENCY OF USING NEW ELECTRICAL PROSPECTING TECHNOLOGIES IN THE SEARCH FOR LOCALLY DISTRIBUTED GROUNDWATER

The possibilities of applying electrical tomography (ET) methods and profiling using the mid-gradient technique (IP-MG) in the search for locally accumulated groundwater in mountainous and foothill areas are considered. A specific case is presented to evaluate their efficiency in the exploration of groundwater within Paleozoic deposits.

Хаджиханов Б.А., Шевцов В.М., Назаров А.У. ИХТИСОСЛАШТИРИЛГАН ДАСТУРИЙ МАЖМУАЛАРДА ГАЗ-КОНДЕНСАТ КОНЛАРИНИНГ ИНТЕГРАЦИЯЛАШГАН МОДЕЛИНИ ТУЗИШ УСЛУБИЯТИ

Schlumberger компаниясининг ихтисослаштирилган дастурий таъминот тизимларидан фойдаланган ҳолда газ-конденсат конларининг интеграциялашган моделларини яратиш методикаси ишлаб чиқилди. Ушбу методика газ-конденсат конидаги барча тизимларни (компонентларини) кетма-кетликда яратиш ва қуйидаги занжирга амал қилиб, ягона интеграциялашган моделга бирлаштиришга асосланган: геологик модел (Petrel дастури) → гидродинамик модел (Eclipse дастури) → ер усти газ йиғиш тармоғи (Pipesim дастури) → ягона интегратор (IAM дастури).

Методика қуйидагиларни ўз ичига олади: геологик, гидродинамик ва сирт инфратузилмаси моделларини уларнинг кириш/чиқиш кўрсаткичларини ўзаро мувофиқлаштирилган тарзда яратиш; углеводород заҳиралари ва уларни қазиб чиқариш ҳажмларини ўзаро мувофиқлашган ҳолда баҳолаш, шунингдек, газ конденсати конларида режалаштирилган геологик-техник тадбирларнинг самарадорлигини баҳолаш мақсадида мақбул модел кўрсаткичларини асослаш ва танлашдир.

Таклиф қилинган услубият «Узбекнефтегаз» АЖнинг Газли нефт ва газ қазиб олиш бошқармаси томонидан ишлатиладиган газ-конденсати конларида геологик-техник тадбирларни режалаштириш жараёнларида синовдан ўтказилган. Олинган натижалар ишлаб чиқариш жараёнларини самарадорлигини ошириш ва мақбул ечимлар қўллаб конларни ишлатиш самарасини оширишда таклиф қилинаётган интеграциялашган газ-конденсати конлари моделларидан фойдаланиш афзалликларини кўрсатди.

Хаджиханов Б.А., Шевцов В.М., Назаров А.У. МЕТОДИКА ПОСТРОЕНИЯ ИНТЕГРИРОВАННОЙ МОДЕЛИ ГАЗОКОНДЕНСАТНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ В СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫХ ПРОГРАММНЫХ КОМПЛЕКСАХ

Разработана методика, предусматривающая построение интегрированных моделей газоконденсатных месторождений на специализированных программных комплексах, в т. ч. разработанных компанией Schlumberger, которая базируется в последовательном создании и объединении в единую структуру всех частей месторождений по цепочке: геологическая модель (программа Petrel) → гидродинамическая модель (программа Eclipse) → наземная сеть (программа Pipesim) → интегратор (программа IAM).

Методика включает: построение геологической, гидродинамической и модели наземной инфраструктуры с взаимной увязкой их входных/выходных параметров; выбор и обоснование оптимальных параметров моделей с целью адаптации их к фактическим показателям разработки месторождения и режимам работы всех категорий скважин, с целью обеспечения адаптации величин запасов и объемов добычи углеводородов, а также оценки эффективности планируемых геолого-технических мероприятий на газоконденсантных месторождениях.

Предлагаемый подход апробирован при планировании геолого-технических мероприятий на газоконденсатных месторождениях, разрабатываемых Газлийским НГДУ АО «Узбекнефтегаз». Результаты продемонстрировали преимущества применения интегрированных моделей газоконденсатных месторождений для повышения точности предлагаемых решений по оптимизации процессов добычи, а также эффективной разработки данных объектов.

Khadzhikhanov B.A., Shevtsov V.M., Nazarov A.U. METHOD OF CONSTRUCTING AN INTEGRATED MODEL OF GAS CONDENSATE FIELDS IN SPECIALIZED SOFTWARE PACKAGES

A methodology has been developed for constructing integrated models of gas condensate fields using specialized software packages, including those created by Schlumberger. This methodology involves the sequential creation and integration of all field components into a single structure, following this sequence: geological model (using Petrel software) → hydrodynamic model (using Eclipse software) → surface network (using Pipesim software) → integrator (using IAM software).

The methodology includes the construction of geological, hydrodynamic, and surface infrastructure models with mutual coordination of their input and output parameters. It also involves selecting and justifying optimal model parameters to align them with actual field development indicators and the operating conditions of all well categories. This ensures that hydrocarbon reserve values and production volumes are accurately adapted, along with an assessment of the effectiveness of planned well interventions at gas condensate fields.

This approach was tested during the planning of geological and technical interventions at gas condensate fields operated by the Gazli Oil and Gas Production Department of Uzbekneftegaz JSC. The results showed significant advantages of using integrated gas condensate field models, improving the accuracy of proposed production optimization solutions and enhancing the efficient development of these fields.

Абдуллаев Ш.Х., Назаров А.Ф., Мингбоев К.Р., Халимов М.М. КИЧИК ГАБАРИТЛИ МОДУЛЛИ ПЕНЕТРАЦИОН-БУРҒИЛАШ ҚУРИЛМАСИ (МПБУ)

Иккита модулдан иборат бўлган модулли пенетрацион-бурғилаш қурилмасининг асосий конструктив хусусиятлари кўриб чиқилган: 1) бузилмаган структура намуналарини олиш билан бурғилаш модули, 2) статик зондлаш модули, бурғилаш чуқурлиги – 20 м. Диаметри 98-100 мм бўлган боғланган жинслардан намуна олиш имконини берувчи уч турдаги намуна олгичлар келтирилган. Статик зондлаш модули грунтларнинг физик-механик кўрсаткичлари, чунончи, пешона қаршилиги, ён ишқаланиши, солиштирма электр қаршилиги, намлиги, зичлиги, ички ишқаланиш бурчаги, илашиши, деформация модулини аниқлаш имконини беради.

Абдуллаев Ш.Х., Назаров А.Ф., Мингбоев К.Р., Халимов М.М. МАЛОГАБАРИТНАЯ МОДУЛЬНАЯ ПЕНЕТРАЦИОННО-БУРОВАЯ УСТАНОВКА (МПБУ)

Рассматриваются основные конструктивные особенности модульной пенетрационно-буровой установки, состоящей из двух модулей: 1) модуль бурения с отбором проб ненарушенной структуры, 2) модуль статического зондирования, глубина бурения – 20 м. Приведены три типа пробоотборников для отбора проб в связанных породах диаметром 98-100 мм. Модуль статического зондирования позволяет определить физико-механические показатели грунтов – лобовое сопротивление, боковое трение, удельное электрическое сопротивление, влажность, плотность, угол внутреннего трения, сцепление, модуль деформаций.

Abdullaev Sh.Kh., Nazarov A.F., Mingboyev Q.R., Khalimov M.M. COMPACT MODULAR PENETRATION-DRILLING UNIT (MPBU)

The main structural features of the modular penetration-drilling unit are considered. It consists of two modules: 1) drilling module with sampling of undisturbed soil structure, 2) static probing module, drilling depth – 20 m. Three types of samplers are presented, allowing sampling in cohesive soils with a diameter of 98-100 mm. The static probing module makes it possible to determine the physical and mechanical properties of soils, such as end resistance, lateral friction, specific electrical resistivity, moisture content, density, angle of internal friction, cohesion, and deformation modulus.

Указатель статей и сообщений, опубликованных в журнале «Геология и минеральные ресурсы» в 2025 г.

Научные статьи

Абдуазимова З.М., Колдибеков О.Я., Сориев Б.Р. Проблемы стратификации палеозойских отложений Мальгузар-Туркестанского региона **6**

Абдуазимова И.М., Жовлиев Б.А., Самиев А.А. Стратиграфия палеогеновых отложений Зирабулак-Зиаэтдинского региона **5**

Абдуллаев А.Х., Курбанов Ж., Жураев М.Т. Некоторые пути решения задач мелиоративной гидрогеологии в условиях засоленных орошаемых земель **4**

Абдуллаев Б.Д., Абдуллаев Б.Д., Холмирзаев М.Ж. Изменения пространственной зональности химического состава подземных вод Республики Узбекистан **1**

Абдуллаев Ш.Х., Мингбоев К.Р., Моторный И.Р. Эффективность использования новых электроразведочных технологий при поисках подземных вод локального распространения **6**

Абдуллаев Ш.Х., Назаров А.Ф., Халимов М.М. Малогабаритная модульная пенетрадиционно-буровая установка (МПБУ) **6**

Амиров Э.М. Шаркий Букантов тоғлари магматик ҳосилаларининг петрокимёвий хусусиятлари **6**

Амиров Э.М., Карабаев М.С., Оролов А.К., Юсупов А.Б., Садиров Р.М., Бахтиёров О.Э. Жанубий Нурота тоғларида эндоген маъданлашувни ҳосил бўлиш ва жойлашувининг башорат-қ-идирув модели **1**

Ахунджанов Р., Джуманиязов Д.И., Хужжиев М.О. Турмалины с высоким содержанием марганца ниобий-танталоносных пегматитов Зирабулакских гор (Южный Узбекистан) **2**

Ахунджанов Р., Каримова Ф.Б. Роль состава докембрийского субстрата в формировании гранитоидных плутонов Срединного и Южного Тянь-Шаня (Республика Узбекистан) **3**

Аширов Ф.У. Камгилли бурғилаш суюқлигини тайёрлаш учун маҳаллий бентонитни модификациялашнинг муқобил усули **1**

Аширов Ф.У., Насимов Ж.А., Кобилов З.М. Олмосли ва қаттиқ қотишмали бурғилаш исканаларидан қайта фойдаланиш (рекуперация) имкониятлари **3**

Бегимкулов Д.К., Закиров М.М., Очилов Г.Э., Рахимбаев О.Д., Жетписбаева А.К. Некоторые эколого-геодинамические условия южной части Устюрта **2**

Бикеева Л.Р. Некоторые особенности геологического строения и перспективы нефтегазоносности Каганского поднятия Бухарской тектонической ступени **4**

Джаксымуратов К.М., Акимова А.П., Закиров М.М., Бегимкулов Д.К., Агзамова И.А., Очилов Г.Э., Худойбердиев Т.М., Гуламкадирова М.А. Роль атмосферных осадков при формировании пресных подземных вод такырных и подтакырных зон южной части Каракалпакского Устюрта **1**

Джуманиязов Д.И., Каримова Ф.Б., Хужжиев М.О., Абдуллаев Л.А., Илешов К.М. Новые данные о петрогенных и редких элементах Койташского интрузива (Западный Узбекистан) **5**

Евсеева Г.Б., Музаффарова Ш.М. Фильтрационно-емкостные свойства сложных коллекторов терригенной формации Кульбешкак-Питнякского вала **1**

Ежков Ю.Б., Тошметов У.Х., Пирназаров М.М. Генетические типы минералого-геохимической зональности и их связь с редкометалльно-сульфидной минерализацией Шабрез-Саргардонского рудного поля **4**

Ежков Ю.Б., Холиёров А.Т., Тошметов У.Х., Рахимов Р.Р., Абдихакимов А.У. Индикаторная роль геохимических ассоциаций в выявлении и оценке перспектив рудоносных площадей горно-рудных районов Западного и Южного Узбекистана **1**

Jumayev D.D., Muhammadqulov N.M. Ssenariy zilzila asosida seysmik xavf va seysmik xatarni baholash (Yunusobod tumani misolida) **2**

Жўраев Й.Н., Оролов А.К. Томдибулоқ-Балпантов майдони эндоген олтин маъданларининг минералогияси **2**

Закиров М.М. Некоторые теоретические аспекты модели миграции гелия в слоистой системе на Ташкентском геодинамическом полигоне **2**

Ишбаев Х.Д., Шукуров А.Х., Абдужаббаров Б.Б., Косбергенов К.М. Тусун участкасининг портлаш мўрилари ҳақида (Жанубий Нурота тизмаси) **4**

Косбергенов К.М., Ачилов А.Р., Ишбаев Х.Д. Типы даек Кокпатасского рудного поля (Южное Букантау) **5**

Кудашева Л.Р. Ритмостратиграфия терригенных отложений нижне-среднеюрского возраста на Денгизкульском поднятии и прилегающих территориях **4**

Ли Р.Ч., Исмаилов Л.А. Система ускоренного проектирования обустройства объектов добычи нефти и газа **5**

Максудов С.Х., Юсупов В.Р., Сагдуллаева К.А., Хакимов Э.Н. К проблеме выявления особенностей проявления локальных аномальных вариаций геомагнитного поля на территориях сейсмоактивных регионов **4**

Mamarozikov U.D., Hamrayev A.X., Saitov N.E., Normatov U.A., Ikromov O'.O. Hisor tog'ining Janubi-G'arbiy tarmoqlarida rivojlangan erta karbon davri vulkanogen hosilalarining aksessor-mineralogik ixtisoslashuvi **5**

Махмудова М.С. Плотность распределения углеводородов по продуктивным горизонтам меловых отложений центральной части Бухарской тектонической ступени **5**

Мирхамдамов М.М., Мухаммедов С.К., Шарахмедов Х.Н., Ходжаева М.Х., Соостер А.Е., Холбоев С.Б. Металлоносность Даугызтауского рудного поля **2**

Муминджанов Т.И., Исмаилов Б.Ж., Юсупов А.Х., Гафуров Т.А., Ибрагимов А.С., Хасанбаев Х.Ф. Санаторий-курорт зоналарини ҳамда тиббий ва соғломлаштириш туризми объектларини ташкил этишда Сурхондарё вилоятининг рекреацион-иқлимий ва шифобахш ер ости минерал сувлар имкониятлари **4**

Мусахонов З.М., Мирсаяпов Р.И., Рузиев С.К., Менгниёзов Ф.Х., Хасанов Н.Р. Применение мультиспектральных (Aster) и суперспектральных (Worldview-3) космических снимков для выделения перспективных позиций на примере участка Сангардак **6**

Ниязов Р.А., Курбанов Т.К., Андреев Д.Н., Переверзева Э.С. Анализ форм подмыва основания склона по космоснимкам формирующих места образования оползневых процессов и оценка времени при триггерном воздействии Памиро-Гиндукушских землетрясений **3**

Омонов О.С. Исследование и разработка новых составов промывочных жидкостей на основе Ангренского каолина **5**

Омонов О.С., Солижонов С.О. Анализ геолого-геофизических материалов с целью выявления геологических осложнений, связанных с набуханием и обвалообразованием горных пород **6**

Раббимкулов С.А. Хартум локал кўтарилмасини шаклланиш шароитларини ўрганишда палеотектоник таҳлил қилиш имконитятлари **3**

Рахимов А.Д., Аъзамов Ф.Х., Хикматуллаев С.С. Новые данные о геологическом строении саппенской свиты Зирабулакских гор **5**

Рахматуллаева Ш.Д., Турапов М.К., Туляганова Н.Ш. Напряженность и деформация рудообразования Марджанбулакского рудного поля **2**

Розиков О.Т., Халиёров Х.Х. Литолого-структурные критерии в размещении оруденения и геохимических ореолов на участке Шаугаз-Кандырсай (Восточный Узбекистан) **2**

Садыкова Л.Р., Рахимов А.Д., Усманова С.А. Палеоморфоструктура внутриплитного океанского магматизма Зирабулак-Зиаэтдинского региона **5**

Saitov N.E., Mamarozikov U.D. Qizilmachit paleovulqoni jinslarining petrografik xususiyatlari **6**

Санакулов К., Хамроев И.О. Развитие минерально-сырьевой базы и научное сопровождение геолого-разведочных работ **6**

Синдаров Ш.О., Холмахмадов Ш.Ф., Файзиев Б.Ш. Геологическое строение и вещественный состав доломитов проявления Пульхаким (Южный Узбекистан) **5**

Указатель статей и сообщений

Смирнов А.Н., Каримова Ф.С. Верхнепермские фузулиниды восточного окончания Букантау (Центральные Кызылкумы) **1**

Смирнов А.Н., Каримова Ф.С. Новые местонахождения позднепермских *RUGOSA* в Центральных Кызылкумах **3**

To'xtasinov F.F., Yusuphujayev S.S. Farg'ona botiqligi janubiy pog'onasining markaziy qismida bo'r va yura yotqiziqlarining neftgazlilik istiqbollarini aniqlash maqsadida izlov burg'ilashini qayta tiklashni asoslash **4**

Тошметов У.Х., Ежков Ю.Б., Пирназаров М.М. Особенности геологического строения скарн-грейзенового редкометалльного оруденения, зональность и перспективы Чаткало-Пскемского региона (месторождения Дайковое и Саргардон), Восточный Узбекистан **3**

Umurzakov R.A., Xodjayev A.K., Ismadullayev B.I. Geologik muhitda ro'y beradigan deformatsiyalar turlari va ularni keltirib chiqaradigan elementar geodinamik vaziyatlar to'g'risida **6**

Хабибуллаев И.Х., Джуманов Ж.Х., Хушвактов С.Х., Анорбоев Э.А., Мардиев Ў.Б., Теляев И.Қ. Ер ости сувлари мониторинг тизимларини лойиҳалаштиришни геоахборот технологиялари асосида такомиллаштириш йўналишлари **6**

Хаджиханов Б.А., Шевцов В.М., Назаров А.У. Методика построения интегрированной модели газоконденсатных месторождений в специализированных программных комплексах **6**

Хажибаев П.Б., Узоков Р.Т., Мамиров Б.Р., Асроров А.А. Разновидности камптонитовых даек гор Кульджуктау (Центральные Кызылкумы) **3**

Халматов Р.А., Кривошеева А.Н., Орипова Н.И., Камышов В.С. Особенности эндогенного золотого оруденения Кызылкум-Нуратинского региона **1**

Хасанов Р.К. О потенциале терригенно-юрских образований Каганского поднятия Бухаро-Хивинского региона **2**

Хмыров П.В., Эйдельнант Н.К., Эйдельнант Д.И., Таирова Д.Х. Зависимость петрофизических свойств пород карбонатной формации от их структурно-текстурной неоднородности и результатов постседиментационных процессов в пределах юго-восточной части Чарджоуской ступени Бухаро-Хивинского региона **1**

Ходжиев А.К. О потенциальной рудоносности габбро-плагиогранитоидной серии Южно-Гиссарской зоны Южного Тянь-Шаня, Таджикистан **6**

Холиков А.Б. Перспективы развития минерально-сырьевой базы металлов платиновой группы в Узбекистане **1**

Холиков А.Б. Прогнозно-перспективные площади и позиции Восточного Узбекистана (Срединный Тянь-Шань) на металлы платиновой группы **3**

Холиков А.Б., Пирназаров М.М. Систематика формационно-генетических типов месторождений и проявлений металлов платиновой группы Западного Тянь-Шаня **3**

Хушвактов С.Х., Джуманов Ж.Х. Состояние применения информационных технологий в гидрогеологических исследованиях и дальнейшее их развитие **4**

Ҳамроев Ж.З., Гафурбеков А.А., Каримова Г.Г., Хушназаров С.П. Чақилкалон тоғларининг жанубий-ғарбий ёнбағирларининг геологик тузилиши ва олтин минераллашуви (Қудуқ участкаси мисолида) **3**

Ҳамроев Ж.З., Каримова Г.Г. Қоратепа тоғлари шимолий-шарқий ёнбағрида ноёб ер элементлари маъданлашувининг минерал концентраторлари ва уларнинг йўлдош элементлари **2**

Шарахмедов Х.Н., Маҳаммадиев Э.М., Тиловов Ф.С., Мирхамдамов М.М. Маржонбулоқ маъданли майдонининг геокимёвий хусусиятлари **3**

Шарахмедов Х.Н., Мирхамдамов М.М., Соостер А.Е., Мухаммедов С.К., Тиловов Ф.С. Металлоносность Кокпатасского рудного поля **3**

Shafayiziyev Xusan X., Shafayiziyev Xasan X., Jamolova G.N., Ozodbekov A.O. Mikrokalsit xomashyosining dunyo sanoatidagi axamiyati **6**

Шоймуратов Т.Х., Зияев Д.Ш., Жураев Ф.Ф. Региональный прогноз нефтегазоносности юрских, меловых и палеогеновых отложений Афгано-Таджикского бассейна **1**

Шоймуротов Т.Х., Джалилов Г.Г., Маликов М.Р., Нуриддинов У.А. Особенности геологического строения и условия образования битумопроявления Шерабад-Сурхандарьинской мегасинклинали **2**

Шоймуротов Т.Х., Омонбоев З.О., Болибеков О.Д., Тухтаев У.Ч. Перспективы нефтегазоносности юрской терригенной формации Денгизкульского поднятия **4**

Эйсфельд О.А. Применение In-SAR-анализа для металлогенического картирования золотоносных структур на основе данных Sentinel-1 (на примере Ауминза-Бельтауского рудного района) **6**

Юлдашев Г.Ю., Кадирова З.Р. Трехмерное моделирование петрофизических свойств сложнопостроенных объектов в Бешкентском прогибе **1**

Юсупов В.Р. Ўзбекистонда стационар станцияларда ер магнит майдонининг магнит бўронлари билан боғлиқ ўзгаришлари **4**

Yusupov V.R., Sattorova N.A., Sagdullayeva K.A., Xakimov E.N., Nazarov S.H. Gidrogeoseysmologik parametrlarda kuchli zilzilalar darakchilarining namoyon bo'lish xususiyatlari **3**

Новости, хроника, информация

«Geologiya, petrologiya va metallogeniyaning fundamental va amaliy muammolari» mavzusidagi xalqaro ilmiy-amaliy anjuman **6**

Саипова К.Д. Отзыв на монографию «История кафедр минералогии, геохимии и петрографии Национального университета Узбекистана» **2**

Юбилей

Абдуазимова Зоя Муссаевна **3**

Бобожонов Тошпўлат Лепесович **3**

Исмаилов Бахтияр Жантиевич **5**

Максудов Сабитжан Хамидович **2**

Розиков Одил Тохиржанович **2**

Сафаров Завки Холмуродович **1**

Турсунметов Рахимжан Ахмедович **4**

Хушвактов Сайдулла Холбазарович **4**

Памяти наших коллег

Зуннунов Фарход Хасанович **2**

Мукимова Дилара Суннатуллаевна **3**

Шарпёнок Людмила Николаевна **2**