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

Научно-практический журнал

2’2024

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.
Ахунджанов Р. (гл. редактор)
Зунунов Ф.Х.
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)
Нурходжаев А.К.
Пирназаров М.М.
Турамуратов И.Б.
Халилов А.А.
Хамидов Р.А.

РЕДАКЦИЯ

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

Подписано в печать 26.04.2024 г.
Формат А3 1/2. Бумага глянцевая.
Гарнитура «Times».
Печать цифровая (листовая).
Усл. печ. л. 14,25. Уч.-изд. л. 17,0.
Тираж 200 экз. Цена договорная.
Заказ № 6.
Отпечатано в типографии ГУ «ИМР».
Ташкент, ул. Олимлар, 64.

© Академия наук Республики Узбекистан

© Министерство горно-добывающей промышленности и геологии Республики Узбекистан

МУНДАРИЖА

УМУМИЙ ГЕОЛОГИЯ

Холиков А.Б. Ўзбекистонда критик хомашёлар манбалари ва бозорларини қандай диверсификация қилиш — 3

Турамуратов И.Б. Критик хомашё материаллари – асосий тушунчалар, уларнинг мамлакат иқтисодиёти учун аҳамияти ва келажакдаги умидлар — 19

Миркамалов Р.Х., Диваев Ф.К., Ванесян Г.А., Узоқов Р.Т. Ўзбекистонда табиий водороднинг намоён бўлишини излаш муаммоси тўғрисида — 30

Ишбаев Х.Д., Қодиров С.Х., Шукуров А.Х., Косбергенов К.М. Зарқайнар интрузиви спессартит дайкалари ва пегматитларининг нодир ер элементларига ихтисослашуви (Нурота минтақаси) — 35

МАЪДАНЛИ КОНЛАР ВА МЕТАЛЛОГЕНИЯ

Антонов А.Е. Мурунтов маъдан конининг геологик тузилиши ҳақида замонавий тушунчалар, заҳираларни кўпайтириш имкониятлари — 42

Amirov E.M., Karabaev M.S. Markaziy Qizilqum oltin-nodir metalli ma’danlashuvining bashorat-qidiruv modeli — 52

Омонов О.Ғ., Пирназаров М.М., Файзиев Б.Ш. Оқжетпес тоғ кўтарилмасидаги маъдан конларининг геологик-структуравий ўрни ва маъдан таналарининг морфологияси — 58

Toshpulatov Sh.T., Tsoi V.D., Raimov Z.I. Tebinbuloq koni titan-magnetit-skandiyli majmuaviy ma’danlarining mineralogik-geokimyoviy xususiyatlari — 62

ЛИТОЛОГИЯ ВА ФОЙДАЛИ ҚАЗИЛМАЛАР

Тухтаев Р.Р., Эйдельнант Н.К., Эйдельнант Д.И., Таирова Д.Х. Бухоро-Хива минтақасининг шимоли-ғарбий қисми атрофидаги карбонат формацияси жинсларининг структуравий-текстуравий турли хиллигининг роли ва уларнинг чўкишдан кейинги фильтр-сиғимли хоссаларга ўзгаришининг қайта шаклланиши — 71

ГЕОФИЗИКА, ГИДРОГЕОЛОГИЯ, ИНЖЕНЕРЛИК ГЕОЛОГИЯ, ГЕОЭКОЛОГИЯ

Абдуллабеков К.Н., Юсупов В.Р. Ўзбекистонда зилзилаларни башорат қилиш муаммоси бўйича илмий ишларнинг ҳолати ва уларни ривожлантириш йўллари — 81

Юлдашев Ғ.Ю., Ғаниев Ў.Ғ. Бухоро-Хива минтақасининг Янгиказган кўтарилмаси ва Бургутли эгилмасида нефт ва газ конларини қидириш бўйича геофизик тадқиқотларининг баъзи натижалари тўғрисида — 88

Закиров М.М., Бегимкулов Д.К., Худойбердиев Т.М., Очилов Г.Э., Казаков У.М. Тупроқ-грунтларнинг иккиламчи шўрланиши Мирзачўл грунтли шароити муҳандислик-геоэкологик ҳолатини баҳолашнинг омили сифатида — 91

Mavlyanov T.E., Iztileuov M.A. Orol dengizining qurugan tub qismi janubiy-sarqiy qismining geologik muhiti shakllanishning ayrim xususiyatlari — 97

ЯНГИЛИКЛАР, ЙИЛНОМАЛАР, АХБОРОТЛАР

Мусаев А.М. Ғарбий Ўзбекистон гранитоидли интрузивлари ёриб чиқишининг динамик модели — 106

СОДЕРЖАНИЕ ❋ CONTENTS

ОБЩАЯ ГЕОЛОГИЯ	GENERAL GEOLOGY	
Холиков А.Б. Как диверсифицировать источники и рынки критического сырья в Узбекистане	**Kholikov A.B.** How to diversify sources and markets of critical raw materials in Uzbekistan	3
Турамуратов И.Б. Критические сырьевые материалы – основные понятия, их значение для экономики стран и будущие ожидания	**Turamuratov I.B.** Critical raw materials – basic concepts, their importance for the economies of countries and future expectations	19
Миркамалов Р.Х., Диваев Ф.К., Ванесян Г.А., Узоков Р.Т. К проблеме поисков проявлений природного водорода в Узбекистане	**Mirkamalov R.H., Divaev F.K., Vanesyan G.A., Uzokov R.T.** On the problem of searching for manifestations of natural hydrogen in Uzbekistan	30
Ишбаев Х.Д., Кадыров С.Х., Шукуров А.Х., Косбергенов К.М. Редкоземельная специализация даек спессартитов Заркайнарского интрузива (Южный Нуратау)	**Ishbaev Kh.D., Kadirov S.Kh., Shukurov A.Kh., Kosbergenov K.M.** Rare earth specialization of spessartite dikes of the Zarkaynar intrusive (Nurata region)	35
РУДНЫЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ И МЕТАЛЛОГЕНИЯ	**ORE DEPOSITS AND METALLOGENY**	
Антонов А.Е. Современное понимание геологической структуры Мурунтауского рудного поля, возможности увеличения запасов	**Antonov A.E.** Modern understanding of the geological structure of the Muruntau ore field and the possibility of increasing reserves	42
Амиров Э.М., Карабаев М.С. Прогнозно-поисковая модель золото-редкометаллльного оруденения Центральных Кызылкумов	**Amirov E.M., Karabaev M.S.** Forecasting and prospecting model of gold-rare metal mineralization in the Central Kyzylkum	52
Омонов О.Ғ., Пирназаров М.М., Файзиев Б.Ш. Геолого-структурные позиции рудных месторождений и морфология руд на Окжетпесской горной возвышенности	**Omonov O.G., Pirnazarov M.M., Fayziyev B.Sh.** Geological-structural positions of ore deposits and morphology of ores on the Okjetpes mountain upland	58
Тошпулатов Ш.Т., Цой В.Д., Раимов З.И. Минералого-геохимические особенности комплексных титаномагнетитово-скандиевых руд месторождения Тебинбулак	**Toshpulatov Sh.T., Tsoi V.D., Raimov Z.I.** Mineralogical and geochemical features of complex titanium-magnetite-scandium ores of the Tebinbulak deposit	62
ЛИТОЛОГИЯ И ПОЛЕЗНЫЕ ИСКОПАЕМЫЕ	**LITHOLOGY AND MINERAL DEPOSITES**	
Тухтаев Р.Р., Эйдельнант Н.К., Эйдельнант Д.И., Таирова Д.Х. Влияние структурно-текстурной неоднородности пород карбонатной формации и их постседиментационных преобразований на фильтрационно-емкостные свойства в пределах северо-западной части Бухаро-Хивинского региона	**Tukhtaev R.R., Eidelnant N.K., Eidelnant D.I., Tairova D.Kh.** The role of structural-textural heterogeneity rocks of the carbonate formation and their post-sedimentary transformations on reservoir properties within the northwestern part of the Bukharo-Khiva region	71
ГЕОФИЗИКА, ГИДРОГЕОЛОГИЯ, ИНЖЕНЕРНАЯ ГЕОЛОГИЯ, ГЕОЭКОЛОГИЯ	**GEOPHYSICS, HYDROGEOLOGY, ENGINEERING GEOLOGY, GEOECOLOGY**	
Абдуллабеков К.Н., Юсупов В.Р. Состояние научных исследований по проблеме прогнозирования землетрясений в Узбекистане и дальнейшие пути их развития	**Abdullabekov K.N., Yusupov V.R.** State of scientific research on the problem of earthquake prediction in Uzbekistan and further ways for their development	81
Юлдашев Г.Ю., Ганиев У.Г. О некоторых результатах геофизических исследований по поискам месторождений нефти и газа на Янгиказганском поднятии и Бургутлинском прогибе Бухаро-Хивинского региона	**Yuldashev G.Y., Ganiev U.G.** On some results of geophysical research on the search for oil and gas fields in the Yangikazgan uplift and the Burgutli trough of the Bukharo-Khiva region	88
Закиров М.М., Бегимкулов Д.К., Худойбердиев Т.М., Очилов Г.Э., Казаков У.М. Вторичное засоление почвогрунтов как фактор оценки инженерно-геоэкологического состояния грунтовых условий Голодной степи	**Zakirov M.M., Begimkulov D.K., Khudoyberdiev T.M., Ochilov G.E., Kazakov U.M.** Secondary salinization of soils as a factor in assessing the engineering and geoecological condition of the soil conditions of the hungry steppe	91
Мавлянов Т.Э., Изтилеуов М.А. Некоторые особенности формирования геологической среды юго-восточной части обсохшего дна Аральского моря	**Mavlyanov T.E., Iztileuov M.A.** Some features of the formation of the geological environment of the southeastern part of the dry bottom of the Aral sea	97
НОВОСТИ, ХРОНИКА, ИНФОРМАЦИЯ	**NEWS, CHRONICLE, INFORMATION**	
Мусаев А.М. Динамическая модель внедрения гранитоидных интрузивов Западного Узбекистана	**Musaev A.M.** Dynamic model of introduction of granitoid intrusives of Western Uzbekistan	106

© А.Б.Холиков, 2024

А.Б.Холиков

КАК ДИВЕРСИФИЦИРОВАТЬ ИСТОЧНИКИ И РЫНКИ КРИТИЧЕСКОГО СЫРЬЯ В УЗБЕКИСТАНЕ



Холиков Азимжон Бабамуродович – директор ГУ «ИГиГ им. Х.М.Абдуллаева», канд. геол.-мин. наук.
E-mail: akholikov@yandex.ru

Введение. Минерально-сырьевой потенциал является локомотивом экономического развития. За счет добычи и переработки полезных ископаемых вклад в экономику Узбекистана энергетических и минеральных запасов и ресурсов составляет более 16% национального ВВП.

Мировые лидеры по производству основных видов минерального сырья (МС) и есть, в основном, лидеры экономики (развитые страны). Они анализировали и прогнозировали свои ресурсы до 2030, 2050 и по отдельным моментам диверсификациям – до 2100 г. Об этом можно ознакомиться в результатах ежегодных сессий ООН, отдельных специализированных аналитических учреждениях (OPEC и др.) и по опубликованным литературным данным. В Республике Узбекистан подобные исследования также выполнены (Буюк келажак – 2035, Национальные цели и задачи в области устойчивого развития на период до 2030 г.), а по отраслям рассмотрена Программа развития минерально-сырьевой базы на 2023-2025 гг. и др.

Начиная с 2010 г., геолого-разведочные работы (ГРР) проводятся не только по традиционным (золото, уран, подземные воды) для отрасли направлениям, но и другим нетрадиционным видам для республики полезным ископаемым [1]. Это железо, медь, свинец-цинк, серебро, алюминий, вольфрам, редкие металлы и редкоземельные элементы, платиноиды, марганец, барит, кварц, уголь, лиственит и другие нерудные и строительные материалы (более 20 видов) (табл. 1). При этом Самаркандский и Кызылкумский геолого-экономические регионы являются основными полигонами проведения ГРР (рис. 1).

В настоящее время отдельные объекты переведены в ранг месторождений: Пистали, Чукуркудук, Янги-Давон, Ташкан, Широтное, Барханный, Кумтош, Ясвай и др. (Au), Тебинбулак, Темиркан (Fe), Тахтакарача, Дауташ (Mn), Чинарсай (Pb-Zn), Кичик-Арсаган, Агата, Орайлык (Ba), Майбулак, Агрон, Ингичке, Янгикудук, Актау, Жасага, Дженгельды, Мейлисай, Кухнур, Аульбек, Шимолий Букиной (U), Вуадиль (уголь), Сангрунтау, Актау (горючие сланцы), углеводородов: Турткудук, Акджарсай, Дасманага, Ижобат, Куйи Памук, Иймон, Ниёз, Куйи Сургил, Бахористон, Рахматбобо, Тумарис и др.

Большинство известных месторождений золота и урана прикреплены к горно-металлургическим комбинатам в качестве сырьевой базы, проведена ревизия по неотрабатываемым месторождениям для привлечения их к освоению инвесторами, ведутся масштабные ГРР по незатронутым регионам, где ранее горно-технические условия считались самыми сложными – Кульджуктау, Султанувайс, южные регионы республики (Сурхандарья и Кашкадарья) (на все виды полезных ископаемых), Северо-Западная и Западная части Букантау, Восточный Узбекистан (на уран), западная

Таблица 1

Изучение минерального сырья в Республике Узбекистан (по видам)

До 2010 г.	2011-2023 гг.	2024-2050 гг. (прогноз)
Золото	Золото	Золото
Уран	Уран	Уран
Подземные воды	Подземные воды	Подземные воды
Углеводороды	Углеводороды	Углеводороды
	Серебро	Серебро
	Свинец-цинк	Свинец-цинк
	Медь	Медь
	Марганцевые руды	Марганцевые руды
	Вольфрам	Вольфрам
	Железные руды	Железные руды
	Редкие металлы и редкоземельные элементы (Ta-Nb и др.)	Редкие металлы и редкоземельные элементы (Nd, Pr, Dy, Tb, Li)*
	Горючие сланцы	Горючие сланцы
	Баритовые руды	Баритовые руды
	Уголь	Уголь
	Калийные соли	Калийные соли
	Литий	Литий
	Платиноиды*	Платиноиды*
	Базальтовое сырье	Базальтовое сырье
	Кварцевое сырье	Кварцевое сырье
	Известняк	Известняк
	Строительные камни	Строительные камни
	Графит	Графит
	Песчано-гравийная смесь (ПСГ)	ПГС
	Гранит	Гранит
	Мрамор	Мрамор
	Гипс	Гипс
	Доломит	Доломит
	Лёсс	Лёсс
		Каолин
		Кобальт*
		Никель*
		Индий-галлий-германий*
		Селен
		Теллур
		Никель*
		Титан
		Хромовые руды
		Олово
		Сурьма
		Абразивы (гранат и корунд)
		Апатитовые руды*
		Асбест
		Асфальтиты и битумы
		Магнезит и брусит
		Карбонатное сырье для химпрома
		Мусковит
		Озокерит
		Цеолит
		Боксит
		и др.

Примечание. * – учтено МС, у которого пока не имеется месторождений, но в настоящее время ведутся ГРР. Остро критическое сырье выделено синим цветом.

часть республики на углеводороды и др. Отметим, что для поднятия привлекательности регионов, вилоятов особую роль сыграли нерудные полезные ископаемые из-за скорости проведения ГРР (от поиска до ранга месторождения до 2-3 лет), относительной недороговизны и быстрой окупаемости. По сравнению с 2010 г. (1400 месторождений), сегодня на государственном балансе запасов полезных ископаемых насчитывается более 2537 месторождений по более 70 видам полезных ископаемых, а лицензиары тоже достигли 2000. Большую часть их составляют именно нерудные полезные ископаемые (более 1500 лицензий на месторождения и участки).

В республике отрабатываются месторождения золота, серебра, меди, свинца-цинка, урана, угля, углеводородов, минеральных солей и множества видов нерудного сырья. Также попутно извлекаются молибден, рений, теллур, селен, сера сульфидная и др. Есть данные об извлечении при аффинаже золота Мурунтау палладия, в Алмалыкском комбинате при переработке медных руд – платиноидов (Pt, Pd) [2-4].

Стратегическим МС для Республики Узбекистан являются золото, серебро, медь (с попутными металлами: молибден, рений, теллур, селен, металлы платиновой группы (МПГ)), уран, углеводороды, фосфориты, калий, уголь, кварц и др., так как на местах экономика тесно связана с этими видами МС.

Золото. Ежегодно добывается более 100 т золота. Золото в республике используется в качестве золотовалютного резерва, а с 2021 г. в соответствии с Постановлением Президента Республики Узбекистан «О мерах по созданию благоприятных условий для дальнейшего развития ювелирной промышленности» (ПП-4998) созданы благоприятные условия для производства ювелирных изделий с направлением на это дело более 10 т золота и около 5 т серебра за 2021-2023 годы.

Официальные резервные активы Узбекистана на 1 ноября 2023 г. составили 32,9 млрд. долл. Золото республики Центральным банком экспортируется в основном в Швейцарию. Деньги от продажи в основном уходят на промышленность (покупку грузовых автомобилей, машин для обработки текстильных волокон, экскаваторов и бульдозеров, двигателей, генераторов, трансформаторов и др.) [5].



Рис. 1. Схематическая карта ореолов распространения основных видов полезных ископаемых. Геолого-экономические регионы: *1* – Приаральский, *2* – Кызылкумский, *3* – Самаркандский, *4* – Приташкентский; ореолы распространения рудных полезных ископаемых: *5* – золота, *6* – серебра, *7* – урана, *8* – меди, *9* – полиметаллов, *10* – вольфрама, *11* – углеводородов; *12* – города; *13* – государственная граница; *14* – границы областей; *15* – основные водотоки и водоемы; *16* – железная дорога; *17* – автомобильная дорога; *18* – выход домезозойских образований; *19* – граница геолого-экономических регионов.

Цветные металлы. Медь добывается более 150 тыс. т в год. 60% меди экспортируется в качестве сырья. 60-70% экспорта медных товаров приходится на Турцию, Китай, страны СНГ и Восточную Европу.

Ангренский трубный завод АО «Алмалыкский ГМК» по производству медных труб различных диаметров запущен в 2013 г. в Специальной индустриальной зоне «АНГРЕН» Ташкентской области с проектной мощностью 8000 т в год. На экспорт ориентировано 85% производимой продукции, на внутренний рынок – 15%. Благодаря поставкам медной продукции в стране действуют 15 кабельных заводов, где трудоустроены свыше 22 тыс. человек.

Самый крупный инвестиционный проект – месторождение меди Ёшлик. Когда добыча меди на этом месторождении выйдет на промышленный уровень, можно будет поднять годовой объем производства с нынешних 148 тыс. т до 250 тыс. т.

В отрогах Кураминского хребта разведано и освоено одно из старейших месторождений – Кальмакырское, которому более 80 лет. Запасов меди здесь хватит еще на несколько десятилетий. Потенциал месторождения Ёшлик по прогнозам составляет 150 лет.

За 2021 г. был намечен экспорт продукции на общую сумму 734,5 млн. долл., в т. ч. 85 тыс. т медной продукции на 481,3 млн. долл., цинковой – 55 тыс. т на 137,5 млн., свинцовой – 107,9 тыс. т на 27 млн. долл.

По республике ожидается увеличение производства видов продукции с высокой добавленной стоимостью за счет глубокой переработки меди и цинка, в частности, выпуск лент, проволоки и других изделий на основе меди и цинка увеличится до 10 тыс. т, а медного порошка – до 2 тыс. т [6].

Уран. Статистика от Международного торгового центра (ITC) показывает, что в 2021 г. Узбекистан продал более 5,6 тыс. т урана (добыча составила 3,5 тыс. т). Весь малообогащенный уран поставляется на экспорт, хотя в республике есть все возможности и потребность для строительства АЭС. В мире урановое сырье рассматривается как один из основных источников для решения проблемы перехода к «зеленой энергетике».

Уголь. Запасы угля в Узбекистане составляют 1,9 млрд. т (бурого – 1853 млн. т, каменного – 47 млн. т). На территории республики расположены 3 месторождения угля: Ангренское буроугольное (97% доказанных запасов угля в Узбекистане), Шаргуньское и Байсунское каменноугольные.

Основным потребителем угольного топлива является электроэнергетический сектор, на долю которого приходится свыше 85% общего потребления угля. Спрос на твердое топливо форми-

руют также предприятия промышленности, социальной и коммунальной сфер, население.

Благодаря запуску новой системы поставок угля в 2023 г. в Узбекистане удалось добыть 5828,9 тыс. т угля (АО «Узбекуголь»). Около 930 тыс. т поставлено населению республики для личного использования, а еще 93 тыс. т направлены на поддержку социальной сферы.

Из-за дороговизны добычи узбекского угля [7] республика вынуждена импортировать уголь для потребления собственных нужд. Согласно данным статистики, за январь-ноябрь 2021 г. в Узбекистан импортировано 2,23 млн. т угля на 85,4 млн. долл. (около 38,3 $ за тонну) – в среднем по 185,4 тыс. т в месяц.

Углеводороды. Осваиваемые месторождения нефти в республике не полностью обеспечивают потребности в нефтепродуктах. В 2022 г. АО «Узбекнефтегаз» добывало 1,5 млн. т жидкого углеводорода, из них нефти – 100,2 тыс. т, конденсата – 1428,3 тыс. т, также добыто 32,2 млн. м^3 газа. В 2022 г. практически произведено 697,8 тыс. т сжиженного газового продукта, серы – 236,5 тыс. т,полиэтилена – 127,4 тыс. т, автобензина – 999,8 тыс. т, дизельного топлива – 470,6 тыс. т, авиакеросина – 156,7 тыс. т, ГСМ – 78,1 тыс. т.

Республика импортирует более 1 млн. т нефти и нефтепродуктов. Начиная с 2023 г., импортируется газ из Российской Федерации. В соответствии с соглашением, подписанным с российской энергетической компанией «Газпром», Узбекистан будет импортировать из России 9 млн. м^3 газа в сутки в течение двух лет.

В 2024 г. Узбекистан планирует увеличить поставки нефти из России через территорию Казахстана до 1 млн. т. Это более чем в три раза больше объема нефти, который планировалось импортировать в 2023 г. Транспортировка преимущественно будет через нефтепровод «Омск-Павлодар-Шымкент-Шагыр».

При темпе переработки основных видов полезных ископаемых можно прогнозировать, на сколько лет хватит имеющихся запасов сырья: золото на ~57 лет, уран ~28 лет, медь более ~100 лет, свинец-цинк на ~40 лет, уголь более 100 лет, газ на 100 лет (однако уже покупаем со стороны), нефть – третья часть – импорт и имеющиеся запасы – на ~25 лет (табл. 2).

Отметим, что по отдельным видам полезных ископаемых имеются месторождения не используемые. Например, более 75% учтенных запасов свинца и цинка концентрированы на месторождении Учкулач, которое в настоящее время не отрабатывается.

Переработка сырья на базе низкоуглеродных технологий является неотъемлемой частью перехода к климатически нейтральной эконо-

Таблица 2

Место Узбекистана в мире по запасам и добыче основных видов полезных ископаемых

Полезное ископаемое	Ед. изм.	Запасы		Добыча		Обеспеченность добычи запасами, годы	Источник
		кол-во	место в мире	кол-во	место в мире		
Золото	т	5990,5	10	104,6	9	57	Mineral Commodity Summaries, 2022
Серебро		21559,9	9	196	17	110	World Mineral Statistics, 2022
Уран	Тыс. т	96,7	11	3,5	7	28	World Uranium Mining, WNA, 2017
Медь		16336,2	12	142,8	20	114	World Mineral Statistics, 2022
Вольфрам		123,6	6	-	-	-	World Mineral Statistics, 2016
Нефть	Млн. т	177,2	44	2,1	55	84	Mineral Commodity Summaries, 2022
Природный газ	Млрд. м^3	2276,5	21	49,7	17	45	Mineral Commodity Summaries, 2022
Уголь	Млн. т	1950,1	16	3,5	30	557	BP Statistical Review of World Energy, 2022
Фосфорит	Тыс. т	53717	-	150	24	Более 100	Mineral Commodity Summaries, 2022
Свинец		3700	-	19	-		Mineral Commodity Summaries, 2022
Цинк		4800	-	35	-		Mineral Commodity Summaries, 2022

Примечание. (-) – нет данных.

мике. Отметим, что в Узбекистане более 85% производимой электроэнергии приходится на тепловые электростанции, которые работают на газе, угле, нефти [8]. По всей республике имеется более 50 ГЭС мощностью 2209 МВт и около 10 ТЭС с установленной мощностью более 12 665 МВт [9].

В литературе разделяют стратегическое, критическое и дефицитное МС. Обычно стратегическим является МС, которое отражает геополитические интересы страны, имеет особое значение для обеспечения ее экономического развития, обороны и безопасности. Перечень такого сырья и материалов на примере РФ устанавливается правительством и может меняться, исходя из различных факторов.

К критическим видам в мире в основном относят то МС, которое лежит в основе высоких технологий, имеет важнейшее значение для поступательного развития многих отраслей промышленности [10].

Дефицитное МС может быть связано как с объективной природной ограниченностью его ресурсов (естественный дефицит), так и со слабостью (невысоким качеством, несовершенством) его национальной МСБ (управляемый дефицит).

Дефицитное МС детально не будем рассматривать, так как в республике широкий спектр полезных ископаемых специально не доизучен.

Еще в 2020 г. объявлен перечень критически важных сырьевых материалов для Европы [11] (табл. 3), для США – в 2022 г. [12]. Только для аккумуляторов электромобилей и накопителей энергии для Европейского союза (ЕС) в 2030 г. спрос на литий увеличится в 18 раз, на кобальт – в 5 раз, а в 2050 г. на литий – в 50 раз, кобальт – в 15 раз.

Среди основных 30 критических металлов и минералов приведен рейтинг для уточнения их статуса по странам (табл. 4).

Китай, США, Япония и другие страны уже активно работают над обеспечением будущих поставок, диверсифицируя их источники за счет партнерства со странами, богатыми ресурсами и развития собственных внутренних производственно-сбытовых цепочек, основанных на собственном сырье и месторождениях [13].

Почему и из-за каких свойств отдельные виды МС являются настолько востребованными? Для ответа на этот вопрос приведем более детальную характеристику одного из них, например, неодима (Nd). Металл светло-серого цвета. Неодим вместе с другими РЗЭ цериевой подгруппы содержится в минералах монацит, бастнезит (до 20% Nd_2O_3), лопарит. Самые важные области применения неодима:

• легирование специальных сталей, неодим в виде добавки 1,5% в полтора раза увеличивает прочность чистого титана и потому служит для его легирования;

• производство мощных постоянных магнитов (неодим-иттрий-кобальт, неодим-железобор), производство цветного стекла (фиолетовое неодимовое стекло) и лазерных материалов (инфракрасное излучение).

Неодим является ключевым магнитным компонентом высокомощных высокотемпературных магнитов, используемых в аккумуляторных батареях для электромобилей, ветротурбин и компьютерных жестких дисков, причем во многих секторах потребления не существует альтернативы этому металлу. Неодимовые магниты создают сильное постоянное магнитное поле. Магнитные свойства такие магниты начинают терять через 100 лет на 1%.

Также неодим используется в электронно-лучевых трубках для повышения контраста между красным и зеленым цветами.

Из всех лантаноидов неодим лучше всего влияет на свойства магниевых, алюминиевых и титановых сплавов. ***Алюминий, легированный неодимом***, химически взаимодействует с ним. Образуются соединения состава $NdAl_4$ и $NdAl_2$.

Таблица 3

Критическое сырье Европейского союза, 2020 г.

Сурьма	Гафний	Фосфор
Барит	Тяжелые редкоземельные элементы	Скандий
Бериллий	Легкие редкоземельные элементы	Кремниевый металл
Висмут	Индий	Тантал
Борат	Магний	Вольфрам
Кобальт	Природный графит	Ванадий
Коксующийся уголь	Натуральная резина	Боксит
Плавиковый шпат	Ниобий	Литий
Галлий	Металлы платиновой группы	Титан
Германий	Фосфатовая порода	Стронций

В итоге 5%-ная добавка неодима почти вдвое увеличивает предел прочности алюминия. Подобным же образом неодим действует и на свойства титана: добавка 1,5% неодима увеличивает предел прочности титана с 32 до 48-50 кг/мм^2. Говорить о том, насколько важны в наше время сплавы на основе магния, алюминия и титана, вероятно, излишне.

Таблица 4

Рейтинг критических металлов и минералов по странам [2]

Великобритания[1]	ЕС[2]	США[3]	Южная Корея[4]	Япония[5]	Австралия[6]	Россия[7]	Узбекистан[8]	Рейтинг[9]
REE	Sb	HREE	Ga	Mn	REE	Re	REE	29
W	Be	Te	In	Cr	Ga	Be	Ga	29
Sb	Co	In	Li	Ni	In	Nb	In	26
Bi	Флюорит	Li	Mn	Mo	W	Ta	W	23
Mo	Ga	Co	Ni	Co	PGE	HREE	Nb	22
Sr	Gc	Ga	PGE	V	Co	Y	Li	21
Hg	Графит	Mn	REE	W	Nb	Sc	Be	20
Ba	In	Ni	П-SiO_2	In	Mn	LREE	Ge	17
Графит	Mn	LREE	Ti	Ga	Mo	Ge	Ta	15
Be	Nb	Mn	W	PGE	Sb	Ga	PGE	14
Ge	PGE	V	Zr	REE	Li	In	Co	14
Nb	REE	Zn	Sb	Nb	V	Li	Ni	13
PGE	Ta	Sn	Cr	Ta	Ni	Bi	Mn	13
Co	W	If	Co	Sr	Ta	Cd	Sb	13
Th		Pt	Mn	Li	Te	Hf	V	13
In		Ge	Mo	Sb	Cr	Sr	Cr	12
Ga		Феррo-Cr	Ni	Ti	Mn	Co	Ti	12
As		W	Se		Se	TI	Sr	11
Mn		Ta	TI		Ti	Te	Графит	10
Ta		Nb	V		Sr	Se	Sn	9
Se		Co	Cu		Графит		Zr	8
Cd		Феррo-Mn	Pb		Sn		Bi	8
Li		Be	Zn		Ge		Флюорит	8
V		Cr	Al		Be		Hg	7
Sn					Zr		Th	6
Флюорит					Bi		As	6
Ag					Флюорит		Ba	6
Cr					Zn		Cd	5
Ni					Hg		Al	3
Re					Th		Алмазы	3
Pb					As		Fe	3
Алмазы					Pb		He	3
Mn					Ba			3
Au					Ag			2
U					Cd			2
Zr					Cu			2
Fe					Al			2
Ti					Re			1
Al					Au			1
Zn					U			1
Cu					Алмазы			1
					Fe			1
					He			1

Примечание. Источники: 1 – British Geological Survey; 2 – Critical... 2010б; 3 – Critical... 2010a; 4 – Korean Institute of Industrial Technology: Bae$; 5 – JOGMEC (http://www.jogmec.go.jp/); 6 – Skirrow et al., 2013; 7 – Бортников и др., 2016. П-SiO_2 – особо чистый кварц. HREE – тяжелые редкоземельные элементы; LREE – легкие редкоземельные элементы. Рейтинги с 8 по 1 в колонке 9 соответствуют элементам в колонках 1 (Великобритания) и 6 (Австралия).

Неодим-железо-борные магниты обладают силой в 2,5 раза больше, чем кобальт-самариевые. Кроме того, основным элементом является железо (84,4%), которое значительно дешевле и более доступно, чем кобальт.

Доля постоянных магнитов на рынке РЗЭ составляет приблизительно 38% по стоимости и 21% по объему.

Поскольку неодимовые магниты более мощные, чем их альтернативы, они используются при производстве продукции миниатюрных размеров. Например, крошечные неодимовые магниты используются в динамиках наушников MP3-плейеров. Это приводит к созданию меньших, более легких устройств с улучшенными рабочими характеристиками. Постоян-

ные магниты также используются в жестких дисках и DVD.

Неодим-железо-борные магниты важны во многих «зеленых», уменьшающих выбросы углерода, технологиях. Подсчитано, что ветровые турбины используют в пределах 0,6-1,0 т неодимовых магнитов на мегаватт, из которых приблизительно 30% – РЗЭ. Одним из факторов, определяющих количество вырабатываемого электричества, является сила используемых магнитов. Чем сильнее магниты, тем выше вырабатываемый ток, таким образом, сильные неодимовые магниты значительно улучшают генераторы переменного тока.

Неодимовые магниты необходимы для легковых автомобилей с гибридным приводом, таких как Toyota Prius. Такие автомобили уменьшают потребление топлива, комбинируя бензиновый двигатель, электромоторы с питанием от аккумуляторной батареи, и тормоза, которые поглощают энергию во время торможения.

Магниты. Отдельные шарики и цилиндры с сильными магнитными свойствами используются ***в качестве хай-тек украшений/игрушек*** – они без дополнительных креплений собираются в цепочки, которые можно носить как браслет. Также в продаже есть конструкторы, состоящие из набора цилиндрических магнитных палочек и стальных шариков. Из них можно собирать множество конструкций различных форм.

Кроме того, существуют гибкие плоские магниты на полимерной основе с магнитными добавками, которые используются, например, для изготовления декоративных магнитов на холодильники, оформительских и прочих работ. Магнитное поле у такого плоского магнита полосатое – с шагом около двух миллиметров по всей поверхности чередуются положительные и отрицательные полюса.

Окись неодима Nd_2O_3 – голубого цвета, его ***нитрат, бромид и йодид*** – сиреневого. Последний на свету разлагается и буреет – выделяется элементарный йод. Нерастворимый в воде, на холоде и в кислотах трифторид неодима окрашен в розовый цвет, сульфид Nd_2S_3 – в зеленый, карбид – в коричневато-золотистый, а гексаборид NdB_8 – в синий. Поэтому стеклам, содержащим не менее 4,3% окиси неодима, свойственен «александритовый эффект». Как и этот драгоценный камень, неодимовое стекло меняет окраску в зависимости от освещения и используется для выпуска сортового неодимового стекла, которое используется не только для изготовления красивых ваз и художественных изделий. Применяется оно и в лазерной технике. Ион Nd^{3+} дает лазерное излучение в инфракрасной области спектра. Для специальных стекол получают окись неодима чрезвычайно высокой чистоты – 99,996% Nd_2O_3.

Из всех соединений неодима самым важным стала его окись Nd_2O_3, обладающая комплексом превосходных физико-химических свойств и, кроме того, достаточно доступна. Важное применение нашла она, в частности, в электрических приборах – как диэлектрик, отличающийся минимальными коэффициентами теплового расширения.

Области применения других соединений неодима ограничены производством стекла, керамики, глазурей.

Неодим способен резко повышать прочность термоэлектрических материалов.

Фторид неодима применяется для получения высококачественного стекловолокна для волоконной оптики.

Теллурид неодима – очень хороший термоэлектрический материал и компонент термоэлектрических сплавов, которым придает повышенную прочность и улучшает электрофизические характеристики.

Применяется неодим и в сельском хозяйстве (обработка семян с целью ускорения всхожести, урожайности). В сельском хозяйстве РЗМ применяются в Китае уже 25 лет. Микроудобрения хлоридов редких земель повышают урожайность сельхозкультур на 10-20%; микродобавки в корм скоту, птице, рыбам увеличивают продуктивность животноводства.

Неодим сегодня стоит не менее 500 тыс. юаней/т, что является эквивалентом 70 тыс. $/т.

Почему необходимо поэтапно переходить к «зеленой энергетике»?

Во всем мире наблюдается постепенный переход к «зеленой энергетике», это – геотермальная энергетика, солнечная энергия, ветроэнергетика с последующим фактором системы накопления и хранения. ГЭС и АЭС тоже являются зеленым источником электроэнергии и многие государства планируют в будущем увеличить этот сектор.

Это связано с тем, что экологические аспекты вышли на первые фланги. Например, крупный производитель, гигант мировой экономики – Китай более 80% электроэнергии берет от ТЭС, работающих на ископаемом топливе [14].

За 2021 г. по выбросу CO_2 с показателем 10398 млн. т Китай занимает первое место [15], в Узбекистане 136 млн. т.

В связи с увеличением выбросов CO_2, CH_4 и N_2O в Китае предсказывается ежегодное повышение средней температуры от 0,5 до 0,8°С, что выше глобального среднего повышения.

Выбросы на душу населения в Китае примерно вдвое меньше, чем в США, но с его огромным населением в 1,4 млрд. человек и стремительным экономическим ростом он загрязняет атмосферу гораздо больше, чем любая другая страна. КНР сейчас производит более четверти мировых выбросов парниковых газов. Эксперты считают, что сокращение выбросов в стране достижимо, но эта цель требует радикальных действий в кратчайшие сроки.

В 2021 г. мощность электроэнергетики Китая составила примерно 2377 гигаватт (ГВт), что на 7,9% больше, чем в конце 2020 г. Для сравнения, установленная мощность российской электроэнергетики составляет примерно 250 ГВт, в энергосистеме Узбекистана действуют более 50 электростанций общей мощностью порядка 15 ГВт [16].

Так, в Китае экономический взлет показал свои негативные последствия. В большом объеме использование угля привело соответственно к загрязнению воздуха и не только. Большой проблемой можно также назвать ситуацию с загрязнением воды. Ряд важнейших рек страны, включая Янцзы, Хуанхэ и Чжэцзян, значительно загрязнены, количество рыбы в них сильно уменьшилось. При этом вода во многих реках теперь настолько загрязнена, что не может даже использоваться в нуждах сельского хозяйства, не говоря уже об употреблении человеком [17].

По данным World Bank, опубликованным в октябре 2021 г., в более долгосрочной перспективе ожидается, что глобальный переход энергетики от ископаемого топлива увеличит спрос на большинство металлов, особенно на алюминий, медь, никель и олово. Одни минералы или металлы можно заменить другими, и они входят в их число.

По результатам исследований определено, что в эпоху энергетического перехода статус критически важных минеральных материалов приобретают РЗЭ (Nd, Pr, Dy, Tb), In, Ga, Se, Te, Ge, Ag, Co, Ni, Li и графит. Они и (или) их производные обладают уникальными свойствами и не могут быть эффективно заменены субститутами, а их потребление в предстоящее 30-летие будет возрастать быстрыми темпами. Для самих этих критических материалов технологии энергетического перехода станут крупнейшими рынками [18]. Для Республики Узбекистан рассматривается не только для «зеленой» технологии, а, в частности, для создания новой технологии тоже.

В Республике Узбекистан быстрыми темпами ведутся работы по вводу в эксплуатацию возобновляемых источников энергии (ВИЭ). Среди гидро- и ветроэнергии, солнечной, геотермальной биоэнергетики, наиболее приемлемой для Республики Узбекистан являются гидро-, ветроэнергия и солнечная. А точнее, огромные перспективы у солнечной энергетики.

70% электроэнергии в стране вырабатывается за счет газа, 14% – ГЭС, 13% – угля, 3% – нефти. Прогнозируется рост потребления электроэнергии к 2030 г. на 105 млрд. кВт/час.

В Узбекистане есть перспектива использования возобновляемых источников энергии в отдаленных и экологически неблагополучных регионах. Климатические и географические условия страны делают весьма перспективным в будущем использование ВИЭ. Прежде всего, это касается солнечной энергии. Потенциал солнечной энергии в стране оценивается в 50973 млн. т нефтяного эквивалента.

В республике солнечное время в году достигает на севере 2000 часов, на юге – более 3000. В течение суток солнечное излучение колеблется в пределах 7-10 часов, на севере годовое солнечное излучение составляет 4800 МДж /м^2, на юге – 6500 МДж /м^2.

Одним из используемых в мире ВИЭ является энергия ветра. Потенциал энергии ветра оценивается в 2,2 млн. т нефтяного эквивалента. В соответствии с географическим расположением Узбекистана потоки ветра имеют сезонный характер. На равнинах среднегодовая скорость ветра равна 2,0-5,0 м/сек.

К 2030 г., согласно прогнозам, на долю планируемой к строительству атомной электростанции будет приходиться 15% вырабатываемой энергии, газа – 54%, ГЭС – 14%, угля – 11%, нефти – 3%, возобновляемых источников – 3%. Согласно соглашению с Госкорпорацией «Росатом», в Узбекистане к 2028 г. планируется построить атомную электростанцию. Комплекс будет состоять из двух энергоблоков мощностью 1200 мегаватт каждый.

Одним из источников производства электроэнергии является АЭС. В настоящее время трид-

цать одна страна мира получает энергию с помощью 192-х атомных электростанций. На этих станциях эксплуатируется 438 энергоблоков. Первую десятку составляют США (102,7 ГВт), Франция (65,9 ГВт), Япония (46,3 ГВт), Россия (25,2 ГВт), Южная Корея (21,4 ГВт), Китай (16,7 ГВт), Канада (14,4 ГВт), Украина (13,8 ГВт), Германия (12,7 ГВт), Великобритания (10,9 ГВт). На сегодняшний день в мире на атомных электростанциях вырабатывается 391,9 гигаватт электроэнергии, но это обеспечивает всего 10% мировой электроэнергии [19].

Доля выработки электроэнергии 11 атомными станциями, 37 энергоблоками в России составляет около 20% от всего производимого электричества. Во Франции в эксплуатации находятся 56 реакторов, которые вырабатывают 70,6% электроэнергии. В Китае имеется 55 действующих реакторов мощностью 50,8 ГВт, что составляет 5% от общей выработки электричества. В 2023 г. введена в эксплуатацию первая в мире АЭС четвертого поколения – это высокотемпературный реактор с газовым охлаждением. Атомная энергетика – динамично развивающаяся отрасль экономики КНР. Реализация перспективного плана выведет Китай к 2030 году на первое место в мире по производству электроэнергии на АЭС. Развитие атомной энергетики соответствует китайской стратегии устойчивого развития и играет важную роль в преодолении проблем как связанных с дефицитом ресурсов, так и относящихся к загрязнению атмосферы и изменению климата. Китай намерен до 2030 г. увеличить электроэнергию, получаемую АЭС, до 150 ГВт [20].

По данным МАГАТЭ, Узбекистан стоит на седьмом месте в мире по запасам урана (4% мировых запасов урана) и на пятом по его добыче. Разведаны на данный момент около 40 месторождений, основу которых составляют 27. Монопольным производителем урана в республике является ГП «Навоиуран», которое само проводит разведку и добычу. Республика не обладает собственной атомной промышленностью и весь произведенный малообогащенный уран поставляет на экспорт.

Указом Президента Шавката Мирзиёева от 19 июля 2018 г. о мерах по развитию атомной энергетики в стране создано Агентство по развитию атомной энергетики при Кабинете Министров «Узатом». Проект предусматривает возведение атомной электростанции с водо-водяными реакторами типа ВВЭР-1200 мощностью по 1,2 ГВт·ч в Джизакской области. В его строительстве будет участвовать российская Госкорпорация «Росатом».

Рассмотрим, какие основные МС применяются для «зеленой энергетики» (табл. 5). **Солнечные панели** различают как моно-, поликристаллические, созданные из аморфного кремния и тонкопленочные. Во всех видах солнечных панелей главными конструкционными материалами являются сталь и Al, а в соединительных проводах в большом количестве применяется Cu. В самых распространенных солнечных панелях на основе моно- или поликристаллического кремния (c-Si) используются стекло (покрывает поверхность панели), синтетический материал (герметик), Al (каркас), Si – один из наиболее широко распространенных элементов в земной коре (фотоэлементы), Ag (контактная сетка), а также Sn, Pb и в очень небольших количествах ряд других металлов [Dominish, 2019].

Солнечные элементы на основе аморфного кремния с изовалентной примесью Ge (a-SiGe), используются SnO_2, In_2O_3 или SnO_2+In_2O_3, ZnO. Для изготовления солнечных модулей на основе теллурида кадмия (CdTe) используются In и Sn, CdS, CdTe, Te и Cd, а также небольшое количество Ni, Pb, Zn, Sn.

В солнечных панелях, применяющих диселенид меди-индия-галлия (CIGS), используется Mo (катод), Cu(In, Ga)Se_2, CdS, ZnO, Zn, Al (ZnO:Al).

При изготовлении тонкопленочных панелей этого типа, кроме In (2,9 г/м^2 площади панели), Ga (0,53 г/м^2), Se и Cu, используют также Mo, Cd, Te, Zn и Sn.

Для изготовления **генератора** необходимы Cu и Al, а для электронных компонентов и соединительных кабелей – Al, Pb, Cu, Sn и низколегированная сталь. В состав ветровых турбин в небольших количествах входят также Mn, Ni, Mo и Co.

Концентрационные солнечные электростанции, использующие длинные параболические зеркала или линейные отражатели Френеля, требуют стали и Al – как основных материалов для опорных конструкций, а также Cu для кабелей, насосов, электромоторов и генераторов. Но важнейшим металлом для отражающих зеркал является Ag (1 г/м^2 площади зеркала), обладающее наивысшей отражательной способностью среди всех металлов [Moss et al., 2011; Grandel et al., 2016].

Таблица 5

Использование металлов и индустриальных минералов в важнейших технологиях энергетического перехода, по Moss et al., 2011; Ohrlund, 2012; Grandell et al., 2016; World Bank, 2017; Dominish et al., 2019; Carrara et al., 2020; [18]

Металл и минерал	Солнечная фотовольтаика				Солнечные системы концентрирующего типа	Ветровые турбины		Системы накопления электроэнергии	Электромобили и гибриды	
	c-Si	a-SiGe	CIGS	CdTe		с редуктором	прямого привода		моторы	силовая электроника
Алюминий	+	+	+	+	+	+	+	+		
Галлий			++	+					++	++
Германий		++								++
Графит								++		
Диспрозий						+	++		++	
Золото										+
Индий			++	+						++
Кадмий			+	++						
Кобальт								++		
Литий								++		
Марганец						+	+			
Медь	+	+	+	+		+	+	+		
Молибден			+			+	+			
Неодим						+	++		++	
Никель				+		+	+	++		
Олово	+	+	+	+						
Палладий										+
Празеодим						+	++		++	
Свинец	+			+						
Селен			++							
Серебро	++			+	++					+
Сталь/чугун	+	+	+	+		+	+			
Теллур			+	++						
Тербий						+	++		++	
Хром						+	+			
Цинк			+	+		+	+			

Примечание. Двойным символом отмечены виды сырья, имеющие критическое значение для определенных технологий энергетического перехода.Солнечные элементы на основе: моно- или поликристаллического кремния – c-Si, аморфного кремния с изовалентной примесью Ge – a-SiGe, диселенид меди-индия-галлия – CIGS, теллурида кадмия – CdTe.

В **ветроэнергетике** для преобразования энергии ветра в электроэнергию в настоящее время применяют две основные субтехнологии: ветроустановки с низкоскоростными (об/мин) турбинами с прямым приводом (<80), а также средне- (>80) и высокоскоростные (>900) редукторные турбины. Первые более дорогостоящие, используют сильные редкоземельные постоянные магниты, но имеют меньший размер, легче и реже выходят из строя, и поэтому предпочтительны в крупных офшорных ветровых парках, где ветры более сильные и техническое обслуживание установок затруднено.

В ветроэнергетике для изготовления генератора необходимы Fe, Al, Cu, а также Pb, Sn, Mn, Ni, Mo и Co.

В настоящее время самыми сильными являются редкоземельные постоянные магниты, получаемые методом порошковой металлургии из сплава NdFeB. Они обладают непревзойденными свойствами: высокой коэрцетивной силой (материал может использоваться в зоне действия внешних магнитных полей), высокими усилием на отрыв и показателем остаточной намагниченности (магнитный сплав теряет всего несколько процентов своей силы за столетие – «вечный магнит»). Для защиты от коррозии на поверхность магнита наносятся пленки Cu, Ni, Zn или любое гальваническое покрытие, а в составе сплава для улучшения его стойкости к коррозии и повышения коэрцетивной силы Nd частично заменяется на Dy, Pr, Tb и дополнительно вводятся Co, Cu, Nb, Al, Pb. В современных ветровых установках постоянные магниты имеют массу до 4 т и содержат в среднем (%) 66 Fe, 28-31 Nd, 4,4 Dy, 1 B, значительные количества Pr и Tb [Grandel et al., 2016; Rabe et al., 2017].

Для хранения электроэнергии традиционные кислотно-свинцовые заменяют Li-ионные автомобильные аккумуляторы и стационарные (сетевые и децентрализованные) системы накопле-

ния энергии (СНЭ). Различные доли в их суммарную емкость будут вносить литий-никель-марганец-кобальт-оксидные ($LiNixMnyCozO_2$, NMC; 60%), литий-марганец-оксидные ($LiMn_2O_4$, LMO; 20%), литий-никель-кобальт-алюминий-оксидные ($LiNiCoAlO_2$, NCA; 15%) и литий-железо-фосфатные ($LiFePO_4$, LFP; 5%) аккумуляторы. При их изготовлении используют Al и Cu (в составе катода и анода соответственно), Li и Ni, Co, Mn, (в составе производных Li на алюминиевой фольге). Традиционным анодным материалом в Li-ионных аккумуляторах является графит, нанесенный на медную фольгу, который добывается из недр (55%) или получается искусственным путем.

На электромобили, как гибридные и подключаемые, так и работающие исключительно на аккумуляторных источниках питания, в рассматриваемый период будет приходиться большая часть суммарной мощности СНЭ. Естественным поэтому является включение в анализ минеральных материалов для создания не только аккумуляторов, но и постоянных магнитов на основе сплавов NdFeB для моторов электромобилей (Nd с добавкой Dy для повышения жаропрочности, а также Pr, Tb, Ga), силовой электроники и кабелей (Ga, In, Ge, Ag, Pd, Au) [18].

Для наглядности можно рассматривать схему типового электродвигателя с РЗМ-магнитами, электромобиля и смартфона (рис. 2-4).

Прогнозируется, что общераспространенные металлы (Zn, Cu, Al, Cr, Mn, Mo, Pb, Sn и др.) тоже будут востребованы, но они легко компенсируются за счет перераспределения их между другими традиционными областями их применения.

Из-за уникальных свойств отдельные металлы (Ga или Ge) не могут быть перераспределены между отраслями.

К определению критических соответствуют In, Cd, Ge, Ga, Te, Se и, отчасти, Ag (в обеих технологиях солнечной электрогенерации и электромобилях), Dy, Nd, Pr, Tb (в ветровых установках и электромобилях), а также Ni, Co, Li и графит (в СНЭ). Они и их производные обладают уникальными свойствами и не могут быть заменены без неприемлемого снижения эксплуатационных характеристик оборудования, и это обусловливает высокую зависимость производства технологий энергетического перехода от стабильности цен и непрерывности поставок этих видов минеральных материалов [18].

Прогнозируется, что до 2050 г. спрос на Ni, например, возрастет примерно в 2,1, Co – в 4, Li – в 8, Te – в 18 раз и т. д. Для сравнения, в тот же период спрос на Cu, Zn, Pb, Sn возрастет примерно в 1,7-1,9 раза. Соответствующим образом будет возрастать и скорость исчерпания запасов критических минеральных материалов. В какой мере оно сможет стать сдерживающим фактором в развитии «зеленой» энергетики и электромобилестроении, будет зависеть в т. ч. от способности геологической отрасли обеспечить опережающий прирост запасов (табл. 6).

Минерально-сырьевой потенциал или диверсификация источников критического сырья в Узбекистане. С каждым годом уровень жизни населения улучшается – это увеличение объема промышленного производства, горно-добывающей промышленности, доходы на душу населения, средняя зарплата и многие другие параметры. До 2050 г. прогнозируется, что население республики увеличится до 40 млн. человек. Необходимо будет обеспечить их работой и соответствующими условиями жизни. А это, в первую очередь, связано с подготовкой специалистов нужных и важных на-



Рис. 2. Схема типового электродвигателя с РЗМ-магнитами.



Рис. 3.



Рис. 4.

Таблица 6

Ресурсы, запасы и рудничная добыча металлов, используемых в технологиях энергетического перехода (по данным на 2020 г.), по Mineral, 2021; Grandell et al., 2016

Металл / минерал	Ресурсы, тыс. т	Запасы, тыс. т	Рудничная добыча, тыс. т*	Обеспеченность добычи запасами, годы**
Co	25 000	7600	129	43
Li	89 000	22 000	87	184
Ag	1308	530	26	15
Ni	300 000	95 000	2492	28
Cu	2 100 000	880 000	20 788	31
Al		5 984 000	65 352	67
Zn	1 900 000	250 000	12 608	14
Se	1312	550	3	34
Te	525	220	0,4	45
Ga	3750	1600	0,3	69
Ge	950	125	0,1	10
In	253	33	0,9	16
Cr	12 000 000	570 000	8186	51
Cd	9500	1250	25	15
Pb	2 000 000	90 000	4746	14
Mo	25 000	16 000	284	41
Fe		85 000 000	1 522 559	41
Sn		4900	277	13
Mn		1 500 000	19 277	57
Dy	670	480	1,6	219
Pr	2800	2000	5,9	247
Nd	11 200	8000	20	292
Tb	420	300	0,32	683
Графит	800 000	32 000	940,5	248

Примечание. * – для Se, Te, In, Cd, Ga, Ge приведено производство очищенных металлов. ** – с учетом коэффициентов извлечения металлов в концентраты.

правлений (бакалавры, магистры) и далее – высококвалифицированных специалистов (PhD, ScD). В настоящее время в Узбекистане имеется более 200 ВУЗов и научных учреждений с ежегодными выпускниками более 100 тыс. бакалавров и магистров.

Можно перечислить ВУЗы, где готовятся специалисты будущего: Институты Академии наук (Институт проблемы энергетики и др.), Ташкентский Государственный технический университет им. И.Каримова, Наманганский институт инженерной технологии, Центр развития нанотехнологии при НУУз, Навоийский государственный горно-технологический университет, Узбекско-Японский инновационный центр молодёжи, Термезский инженерно-технологический институт, Ташкентский химико-технологический институт, Центр передовых технологий, Ферганский политехнический институт и др.

Готовятся бакалавры и магистры, а также высококвалифицированные специалисты для технологических направлений, так как в будущем наукоемкие высокие технологии будут развиты и в нашей республике на уровне.

В геологических ВУЗах до настоящего времени подготавливаются кадры только для существующих в отрасли потребностей. Подготовка кадров ориентирована только для погашения своих же внутренних потребностей. Например, кадры по системе менеджмента, которые, используя наш опыт и ломая любые языковые барьеры (или подобные стереотипы), способствующие изучить и освоить месторождения и объекты МС соседних или зарубежных стран, отсутствуют.

Есть данные, когда расходы на НИОКР удваиваются в течение 20 лет. Производство, связанное с наукоемкими направлениями, увеличивается ускоренными темпами относительно ВВП. При этом доля высоких технологий в обрабатывающей промышленности значительно выросла (Science and Engineering Indicators, 1988).

Научные геологические направления (институты), тем более, фундаментальная наука должны способствовать расширению и созданию новых рынков сбыта, а также более эффективному использованию природных ресурсов.

В республике имеются месторождения, которые в настоящее время не осваиваются по причинам:

- сложные горно-технические условия;
- отсутствие технологий извлечения полезного компонента;
- требуется много капвложений;
- непривлекаемые или достаточно неафишируемые объекты для широкого круга инвесторов;
- неблагоприятные условия для инвесторов и др.

Недра республики располагают еще неизученными (платиноиды, редкие и другие металлы, хромовые руды, абразивы, перлиты, сода каустическая, минеральная вата, породы группы базальта и др.) видами полезных ископаемых, требующими постановки комплекса геологических и опытно-технологических исследований.

Не освоены промышленностью запасы месторождений (вольфрама, серебра, железа, олова, висмута, лития, марганца, ртути, стронция, плавикового шпата, графита, горючего сланца, известняка флюсового, высокоглиноземного сырья, минеральной краски и некоторых других полезных ископаемых) ввиду отсутствия

экономических проработок их промышленной значимости.

Повышение инвестиционной привлекательности указанных месторождений может произойти за счет пересмотра технико-экономических показателей их освоения с учетом инновационных технологий добычи и переработки руд при современной конъюнктуре рынка.

Существует ряд полезных ископаемых, которые обычно извлекаются в качестве попутного сырья.

Рассмотрим критическое МС для Республики Узбекистан.

Собственные месторождения **алюминия** (Al) в республики отсутствуют. Но на отдельных объектах имеется повышенное среднее содержание Al_2O_3: Ангренское буроугольное месторождение (каолин) – 23%, Алтынтау (каолин) – 23%, Гушсай (алунит) – 16%, что может рассматриваться в качестве источников МСБ (с ресурсами 75,2 и 65 млн. т соответственно). Однако, общепринятый технологический процесс (исходная руда → обогащение → жидкая фаза → осаждение → фильтр → обжиг → диоксид алюминия → электролиз → металл алюминия) как собственных руд алюминия (бокситы: Al_2O_3 – 40-45%) энергоёмкий. В настоящее время с компанией Sebine Technology (Корея) ведутся лабораторные технологические исследования по извлечению чистого алюминия.

В республике имеются в основном около 10 алюминийсодержащих минералов промышленного значения [21], но данное сырье не достаточно изучено [22].

Магний. Оксид магния широко используется в металлургии, автомобиле-, авиастроении, химической промышленности, медицине, сельском хозяйстве и других областях. Сплав металлов магния и алюминия широко применяется в деталях двигателей, основаниях сидений, колесных дисках, трансмиссиях и других запасных частях в автомобильной и авиационной промышленности, благодаря своим прочным, морозостойким и легким свойствам.

Собственные месторождения отсутствуют, но имеется множество месторождений и рудопроявлений брусита, магнезита, доломита, талька, серпентинита, бишофита, в которых содержание MgO от 14 до 40%.

В настоящее время с компанией Sebine Technology (Корея) ведутся лабораторные технологические исследования по извлечению магния. Содержания MgO наиболее высокие: месторождение брусита Кумушкан – до 30% (ресурсы – 1,2 млн. т), месторождение талька Зинельбулак – 23% (ресурсы – 3 млн. т), месторождение доломита Туда – 20% (ресурсы – 28 млн. т).

Ниобий и **тантал**. Собственные месторождения отсутствуют. Имеется несколько объектов – Мангит, Сулатсай, Аррабанд и др. Мангит с запасами (Ta, Nb, Be) 2576 т и ресурсами более 1000 т считается комплексным редкометалльным проявлением. По результатам испытаний, руда содержит Ta_2O_5 – 0,008-0,01%, Nb_2O_5 – 0,009-0,01%, BeO – 0,042%. Исследования показывают (ИМР), что гравитационным методом и концентратором Кнельсона можно получить наиболее высокие выходы пентоксидов – от 56 до 83%.

Пегматиты проявлений Кахралисайское, Алтынтауское, Актостинское, Гатчинское, Наукинское, Кукчинское и мн. др. (около 20 перспективных площадей) специализированы не только на Nb-Ta, но и на Li, Be, Sn, Rb, Cs и др. элементы.

В настоящее время с компанией Sebine Technology (Корея) ведутся лабораторные технологические исследования по пробам Аррабанда и Мангита.

Графит – высокотехнологичное минеральное сырье. Ученые считают графит сырьем будущего. В республике имеется крупное месторождение Тасказган с особо чистым графитом чешуйчатой структуры. Запасы углерода 805,9 тыс. т (руда 6,3 млн. т) со средним содержанием в руде 14,2-16,7%. Сырье не осваивается. В настоящее время предлагается к освоению в качестве технических изделий: противопригарные и антифрикционные изделия, клеммы гальванических элементов и др. В Узбекистане более 30 месторождений и проявлений графита. Наиболее крупные из них требуют доизучения (Восточно-Шайдаразское, Акташское, Захчахонинское и Калаатинское). Здесь значительные прогнозные ресурсы от 10 тыс. т до 500 млн. т графитовой руды. Это позволит расширить МСБ графита.

В настоящее время с компанией Sebine Technology (Корея) ведутся лабораторные технологические исследования по извлечению графита.

Считаем, что, исходя из уникальных свойств, урегулированию графитом Тасказгана целесообразнее оставить государственную значимость.

Литий в настоящее время используется во многих областях: стекло и керамика, системы

накопления электроэнергии (СНЭ), смазочные материалы, непрерывное литье, осушение и очистки воздуха, производство полимеров, алюминия, фармацевтика и др. Прогнозируется, что в ближайшем будущем потребность в области СНЭ увеличится в десятки раз. В республике имеются 3 месторождения лития – Шавазсай (123,4 тыс. т LiO_2, среднее содержание – 0,585%), Наукинское месторождение литиевых слюд (1,9 тыс. т LiO_2, среднее содержание – 0,86%) и Джарчи (пластовые воды нефтегазового месторождения, промышленные воды 4142 м^3/сут, LiO_2 – 55,1 т/год).

При Фонде реконструкции и развития Узбекистана создан проектный офис «Янги кон» («Новый рудник») с уставным капиталом 15 млн. долл. Структура займётся реализацией инвестиционных проектов по добыче графита, лития, алюминия, магния и других редких металлов.

Отметим, что в портфеле инвестиционных предложений Узбекистана есть разработка месторождения лития Шавазсай в Ташкентской области. Его запасы превышают 123 тыс. т. Стоимость проекта оценивается в 59,5 млн. долл. [23].

Алмазы. В республике имеются научно обоснованные перспективные площади (более 10) для поисков коренных месторождений алмазов. Однако, в связи с ограниченностью бюджетных ассигнований, поиски, оценка или даже научно-исследовательские работы с учетом новых тенденций по изучению алмаза в настоящее время не проводятся.

С 2024 г. в Институте геологии и геофизики им. Х.М.Абдуллаева планируется проведение исследований по выделению и обоснованию перспективных площадей на алмазы с финансированием Навоийского горно-металлургического комбината.

Хром, никель, кобальт. Собственные месторождения отсутствуют. Мафит-ультрамафитовые образования, приуроченные к зонам региональных глубинных разломов, являются основным источником Cr, Ni, Co, Al, Mg, Ti, Cu, благородных металлов и др. Имеется много проявлений и точек наблюдений с повышенными содержаниями, часто они требуют постановки специальных исследований. Примерами могут служить в горах Султанувайс участок Султанбобо, в Южном Узбекистане участок Бахча, в Центральных Кызылкумах Захкудук, Кульджуктау и др.

На Алмалыкском комбинате в составе перерабатываемых медных электродов присутствует никель до 0,5 г/л. Внедрение извлечения дополнительных металлов в состав перерабатываемых медных электролитов с использованием инновационных технологий позволяет извлекать до 10,2 т никелевого сырья в год. Такой же технологией из карбидных отходов можно извлекать оксид кобальта.

В настоящее время Алмалыкский комбинат не располагает готовыми технологиями извлечения оксида кобальта из карбидных осадков, извлечения индия из растворов цинка, никеля и кобальта из раствора аммиака меди. Но существенные исследования выполнены по извлечению индия.

Марганец. Имеются два месторождения марганца: Дауташ и Тахтакарача. Новая схема обогащения марганцевых руд месторождений Дауташ и Тахтакарача методом пиро- и гидрометаллургии позволит переводить 96-98% ценного компонента в продуктивные растворы.

Молибден. Запасы молибдена в Узбекистане учитываются как попутный компонент в медно-порфировых рудах трех месторождений Алмалыкского рудного района – Олий Зиё, Сарычеку, Кызата с общими запасами более 250 тыс. т и с содержанием от 0,005 до 0,009. Ежегодная добыча в пределах 1500 т.

Олово. Собственных месторождений не обнаружено. Имеются перспективные площади Оловянное (Ауминзатау), Курай (Южный Нуратау), Курча-Карнаб (Зиаэтдин), Кугитанг (Кугитанг), Саргардон-Шабрез, Четсу-Шавкатли (Чаткал) и др.

Сурьма. Собственных месторождений нет. В Южно-Узбекистанском регионе имеются перспективные площади – Сарытуз I, Сарытуз II и др., можно проводить поисковые работы.

Собственных месторождений **МПГ** еще не обнаружено. В настоящее время имеются много проявлений и точек с повышенными содержаниями. С 2020 г. на Коспактауской площади (горы Ауминзатау) поставлены впервые поиски на МПГ.

Вольфрам. Месторождения вольфрама – Ингичке, Койташ, Лянгар, Яхтон, Саутбай, Сарыкуль, Кара-Тюбе, Гуссай, а также ряд перспективных площадей. К сожалению, в настоящее время разработка ни одного месторождения не ведется. Поисковыми площадями могут служить участки Восточно-Ингичкинский (Зиаэтдин-Зирабулакские горы), Жамский, Гуссайский, Сарыкуль, Яхтон, Тамчиали, Ходжадык, Северо-Чакылкалянский, Западно-Каратюбинский и др. (Южно-Узбекистанский регион).

Титан, ванадий. Высокие концентрации титана зафиксированы во многих массивах ульра-

основных пород. Значительное из них – Тебинбулакское титаномагнетитовое месторождение. В Центральных Кызылкумских существуют проявления для постановки поисковых работ (Шайдаразское, Бельтауское, Тозбулакское и др.).

Галлий, германий, индий. На государственном балансе запасы германия составляют 75 т, в среднем 17,2 г/т (кларк 1,5 г/т). Германий добывается в качестве ископаемого-спутника наряду с углем разреза «Ангренский» ежегодно в пределах 300 кг. В Кургашинканской группе месторождений забалансовые запасы германия 20,5 т (2,2 г/т).

В Узбекистане основные запасы галлия находятся на рудниках Учкулач, Кургашинкан, Кальмакир и Сарычеку общим объемом 9200 т. Среднее содержание в рудах 9-12 г/т. Запасы не учтены на государственном балансе.

На угольной шахте Ангрен пласты обогащены германием и галлием. Необходимо разработать отдельный механизм отработки. Нужен регламент отработки германия и галлия из золы Ангренской ТЭС.

Вышекларковое содержание (от 2 до 7 раз) REE (La, Ce, Pr, Nd, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, Lu) отмечено на золото-редкометалльном проявлении Триада. На участках Кумтош тоже отмечены высокие содержания самария, европия, гадолиния, тербия, диспрозия и иттрия – 10-15 раз относительно кларков.

В свите Кизил-Нура Ангренских вулканитов содержание германия в 15-20 раз выше кларка.

Разработана технология извлечения индия из растворов сульфата цинка АГМК.

Висмут. В Чаткало-Кураминском регионе известны перспективные площади Кызылгутская, Кандаган-Куяндинская, Устарасай и др.

В республике имеются многочисленные объекты, которые требуют стадийных изучений (поиск, оценка) или разработок технологий извлечения с учетом комплексного освоения полезных компонентов. Отдельное МС, такое как хромовые руды, никель, кобальт и др., специально не изучено.

ВЫВОДЫ

Стратегическим МС для Республики Узбекистан являются золото, серебро, медь (с попутными металлами: молибден, рений, теллур, селен, МПГ), уран, углеводороды, фосфориты, калий, уголь, кварц и др., так как экономика в регионах тесно связана с этими видами МС.

Критическое МС в связи с энергетическим переходом – РЗЭ (Nd, Pr, Dy, Tb), In, Ga, Se, Te, Ge, Ag, Co, Ni, Li и графит из-за их уникальных свойств и отсутствия эффективной замены. Также критические для республики Ta, Nb, Be, МПГ, Mn, Sb, V, Cr, Ti, Sr, Sn, Zr, Bi, Hg, Th, As, Ba, Cd, Al, Fe, He, графит, флюорит, алмазы и др.

В стране ведутся масштабные работы для получения продукта с добавленной стоимостью, что позволит перейти от поставщика к производителю. Но по отдельным направлениям все еще остаемся поставщиком сырья, а не готовой продукции.

Для создания надежной сырьевой базы и на ее основе – промышленности критического сырья необходимо систематически вести научно-исследовательские и стадийные работы. Например, в России для расширения сырьевой базы МПГ принята программа «Платина России» (1992-2003 гг.), в которой участвовали более 160 специалистов почти от всех научно-исследовательских до производственных предприятий [24].

Почти все месторождения открыты как одно-металлные (золотые, вольфрамовые, урановые и др.). Но из-за уменьшения легкооткрываемых месторождений, факторами которых являются в основном хорошая изученность для одно-металлных полезных ископаемых, необходимо перейти на выявление (изучение) комплексных месторождений (например, золото-платиноидно-редкоземельные, бор-полиметаллические, олово-медь-вольфрамовые, золото-уран-молибденовые, апатит-титан-ильменитовые и мн. др.). Для реализации промышленного потенциала таких новых нетрадиционных рудных объектов необходимо усилить дальнейшие комплексные минералого-геохимические и технологические исследования. Однако отметим, что необходимо совершенствовать способы обнаружения новых комплексных месторождений в первую очередь повышением квалификации компетентных геологов и усовершенствованием комплектации аналитической базы отрасли.

Как опыт показал, во время пандемии Covid-19 больше всего пострадали те отрасли промышленности, которые зависимы от других государств. Республика должна принимать стратегию по снижению зависимости и укреплению разнообразия с учетом безопасности поставок. Перед геологами стоят задачи: усиление научных подходов, применение современной техники и технологий, а также методов выявления новых объектов на закрытых и перекрытых частях горных сооружений.

Для ускорения результативности предлагается развитие тесных партнерских отношений

НИИ в качестве источника инноваций с предприятиями отрасли. Почти все критическое МС для республики недоизучено или вообще не изучено, так как основное внимание уделялось созданию и расширению МСБ основных видов полезных ископаемых. Необходимо, начиная с региональных, поисковых и оценочных работ, по-проектно прикрепить НИИ для определения концентраций и промышленной значимости критического МС не менее чем 3-ей категории точности – 0,002 г/т с применением анализаторов типа масс-спектрометр.

Необходимо усилить технико-технологическое обеспечение, предлагается создать «Технологический центр» типа «Ингичкинская ОТЭ» (из числа высококвалифицированных специалистов и с оснащением передовым современным оборудованием), занимающийся разработкой лабораторных, полупромышленных и промышленных испытаний. Это усилит экстренность технологических решений на базе национальных специалистов.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Холиков А.Б.* Стратегический подход к геолого-разведочным работам по основным направлениям (золото, уран) // Геология и минеральные ресурсы. - 2014. - № 5. - С. 3-5.

2. *Холиков А.Б.* Состояние и дальнейшие перспективы изучения платиноидов // Мат-лы Республ. науч.-техн. конф. «Диверсификация сырьевой промышленности Республики Узбекистан: критерии поиска и оценки нетрадиционных типов полезных ископаемых». - Т.: ГП «ИМР», 2012. - С. 98-99.

3. *Туресебеков А.Х.* Медно-рудные формации Узбекистана // Металлогения золота и меди Узбекистана. - Т.: ИГиГ АН РУз, 2012. - С. 101-195.

4. *Хасанов А.С., Усмонкулов О.Н., Икрамова М.Э.* Способ очистки платинового порошка от примесей // Universum: технические науки. - 2021. - № 8 (89). - С. 23-30.

5. https://www.gazeta.uz/ru/2023/11/08/reserves

6. https://yuz.uz/ru/news/agmk-naraivaet-eksportny-potentsial

7. *Хасилов Х., Омонов Х., Очилдиев А. и др.* Перспективы угольной промышленности Узбекистана // Транспорт Шёлкового пути. - 2020. - № 1. - С. 10-16.

8. https://www.gazeta.uz/ru/2023/10/07/gas-oil/

9. https://ru.wikipedia.org/wiki Список_электростанций_Узбекистана.

10. *Бортников Н.С., Волков А.В., Галямов А.Л. и др.* Минеральные ресурсы высокотехнологичных металлов в России: состояние и перспективы развития // Геология рудных месторождений. - 2016. - Т. 58. - № 2. - С. 97-119.

11. Communication from the commission to the european parliament, the council, the european economic and social committee and the committee of the regions // Critical raw materials resilience: charting a path towards greater security and sustainability. COM/2020/474 final.

12. https://www.usgs.gov/news/national-news-release/us-geological-survey-releases-2022-list-critical-minerals

13. *Кондратьев В.Б.* Роль критически важных сырьевых материалов в условиях экономической неопределенности: опыт ЕС. DOI: https://doi.org/10.30686/1609-9192-2022-4-94-102. Национальный исследовательский институт мировой экономики и международных отношений им. Е.М.Примакова Российской академии наук, г. Москва, Российская Федерация // Горная промышленность. - 2022. - № 4. - С. 94-102.

14. https://renen.ru/elektroenergetika-kitaya-itogi-2021-goda/

15.https://energystats.enerdata.net/co2/emissions-co2-data-from-fuel-combustion. html

16. https://uz.sputniknews.ru/20211109/ges-uzbekistana-sokratili-vyrabotku--elektrichestva-pochti-na-chetvert-v-chem-prichina-21285048.html

17. https://spb.hse.ru/ixtati/news/465140772.html

18 *Дергачев А.Л., Шемякина Е.М.* Критическое минеральное сырье для малоуглеродной энерергетики // Вестник Московского университета. Сер.4. Геология. - 2023. - № 3. - С. 3-10.

19. World Nuclear Association (June 2021). IAEA 2019.

20. *Петушкова В.В.* Атомная энергетика КНР в свете глобальных экологических проблем // Экономические и социальные проблемы России. - 2021. - № 1. - С. 106-124. // https://ru.wikipedia.org/wiki/Список_АЭС_мира.

21. *Вольфсон Ф.И., Дружинин А.В.* Главнейшие типы рудных месторождений. - М.: Недра, 1975. - 392 с.

22. *Турамуратов И.Б.* Минерально-сырьевая база алюминия в мире и Узбекистане, состояние и перспективы расширения сырьевой базы будущей алюминиевой промышленности республики // Геология и минеральные ресурсы. - 2022. - № 6. - С. 37-46.

23. https://www.gazeta.uz/ru/2023/04/26/lithium.

24. *Додин Д.А., Чернышов Н.М.* Платина России. - С.-Пб: ВНИИОкеангеология, 2004. - 129 с.

Статья представлена членом редколлегии докт. г.-м. наук М.У.Исоковым.

© И.Б.Турамуратов, 2024

И.Б.Турамуратов

КРИТИЧЕСКИЕ СЫРЬЕВЫЕ МАТЕРИАЛЫ – ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ, ИХ ЗНАЧЕНИЕ ДЛЯ ЭКОНОМИКИ СТРАН И БУДУЩИЕ ОЖИДАНИЯ



Турамуратов Илхомбай Бекчанович –
директор ГУ «ИМР»,
докт. философии (PhD)
по г.-м. наукам.
E-mail: turamuratov@mail.ru

В последние годы в англоязычных и русскоязычных изданиях геолого-экономического характера все чаще стало упоминаться словосочетание *Critical Raw Materials – CRM (критические сырьевые материалы), Critical Minerals (критические полезные ископаемые), Strategic Raw Matrials – SRM (стратегические сырьевые материалы), «критически важное сырье», «критически важное минеральное сырье», «стратегические минералы», «приоритетные минералы», «дефицитное минеральное сырье»* и т. д. Каждое из этих словосочетаний имеет по несколько определений их сущности, тем самым создавая путаницу. В связи с тем, что горно-геологическая отрасль является непосредственным участником процесса создания минерально-сырьевой базы «критических» видов полезных ископаемых, представляется целесообразным рассмотреть и уточнить некоторые определения, понять сущность, определиться с применимостью этих понятий для экономики Узбекистана.

В 2008 г. вышла книга «Минералы, критически важные минералы и экономика США» (Minerals, Critical Minerals, and the U.S. economy» под редакцией Национальной академии наук США, где подробно рассмотрены так называемые «критически важные минералы» [10]. Эта книга значительно расширила ранние исследования, так как в эту работу вовлечено большое количество исследовательских компаний и институтов. Здесь впервые с научной и экономической точки зрения рассмотрены вопросы определения критичности минералов, влияние их на экономику США, их первичная и вторичная доступность и все виды рисков поставок критических металлов, резюме и рекомендации для государственного регулирования устойчивого обеспечения экономики критичными минералами.

С тех пор прошло более 15 лет, многое изменилось, некоторые страны с развитой экономикой начали определять свои списки «критических сырьевых материалов» и с определенными временными промежутками корректировали эти списки, исходя из реального состояния своей минерально-сырьевой базы, развития технологий и ситуации на мировых сырьевых рынках. Одновременно в мире начал определяться круг так называемых «критически важных» для экономики сырьевых материалов (минерального сырья).

Цель статьи и методы исследований – системный анализ подходов разных стран к проблематике критических для своей экономики сырьевых материалов, определению их списка и подходов к системному управлению глобальными цепочками производства и поставок сырья для высокотехнологических секторов национальных экономик.

Применяемый метод исследования – теоретический, качественный системный подход,

использованные источники – современная зарубежная литература (научные публикации и монографии), официальные источники, государственные и корпоративные научно-технологические стратегии, статьи по энергетической политике и статистические данные.

Результаты исследований

Для начала рассмотрим некоторые определения термина «критические сырьевые материалы:

• Еврокомиссия в 2011 г. составила список критических сырьевых материалов и дала определение им. Это *«сырьевые материалы, экономически и стратегически важные для европейской экономики, но характеризующиеся наличием рисков поставок»;*

• в Канаде: *«критический минерал должен иметь важное значение для экономической безопасности Канады, и его поставки находятся под угрозой; или необходим для нашего национального перехода к низкоуглеродной экономике; или устойчивый источник стратегически важных полезных ископаемых для наших партнеров и союзников»* [12];

• в США Национальная академия наук в 2008 г. дала такое определение: *«минеральное сырье может рассматриваться как критическое для экономики, если у него имеется ограниченное число удовлетворительных заменителей или последних вообще не существует. Кроме того, минеральное сырье можно рассматривать как критическое в случае, если геолого-экономическая оценка показывает высокую вероятность того, что его источник может стать ограниченным, что ведет к его физической недоступности или к значительно более высоким ценам на мировом рынке»* [10];

• в России к критическому относят то минеральное сырье, которое *«лежит в основе высоких технологий (зеленых), имеет важнейшее значение для поступательного развития многих отраслей промышленности»* [2].

По контексту этих документов выходит, что выражения *«сырье», «минерал», «сырьевые материалы»* употребляются как синонимы понятия «минеральное сырье».

Понятие критичности (минерального сырья) существует в трех формах: ***физической, экономической и геополитической.*** В физическом контексте существуют риски, связанные с недостаточными запасами. При этом более важным является процесс исчерпания запасов полезных ископаемых. Недостаток может быть, в какой-то мере, снижен вторичной переработкой, экономией сырья, используя его по замкнутому циклу, одновременно это вряд ли может в значительной мере удовлетворить будущий, кратно увеличивающийся спрос.

В контексте об экономической форме наиболее важно следующее: предложение о поставке (продаже) полезных ископаемых обычно медленно реагирует на краткосрочные изменения спроса из-за длительного времени, необходимого для установления цепочек поставок полезных ископаемых, в особенности, когда речь идет об освоении новых, резервных месторождений полезных ископаемых, что потребует минимум 3-5 лет, а если нужно проводить геолого-разведочные работы, то ждать придется 8-12 лет.

Геополитическая надежность поставок важнейших полезных ископаемых также слаба из-за концентрации производств основных критически важных сырьевых материалов в единичных странах. Например, Китаю и Конго принадлежит 60 и 70% текущего мирового производства редкоземельных минералов и кобальта соответственно (рис. 1).

Тоже самое с алюминием и никелем, производством которых занимаются единичные страны. Внутренние потрясения, включая

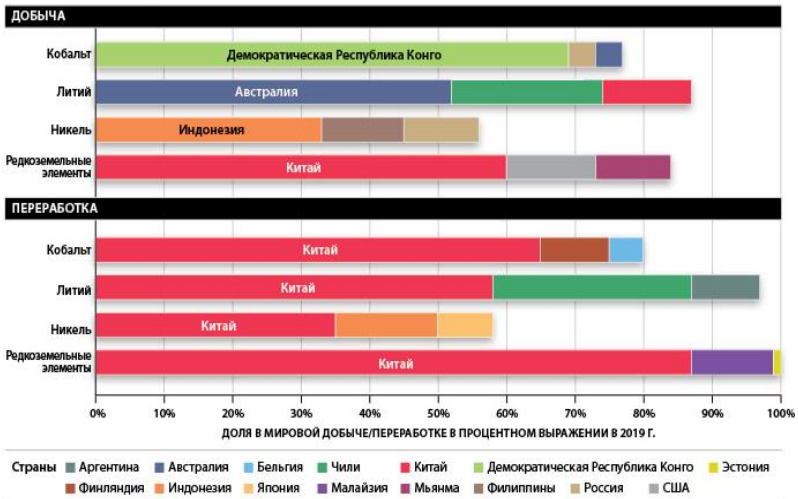


Рис. 1. Доля ведущих стран-производителей в добыче и переработке полезных ископаемых (материалы Международного энергетического агентства – IEA).

растущие климатические риски и политическую нестабильность, могут затруднить добычу и производство и вызвать ценовые потрясения по всей цепочке создания стоимости, влияющие на стоимость электромобильных, ветряных и солнечных технологий, строящихся электрических сетей в связи с появлением дефицита сырья и роста цен [15].

Некоторые страны вдобавок к критическим определяют также понятия *«стратегические полезные ископаемые», «дефицитные полезные ископаемые»,* но рассматривают их в одном случае отдельно от критических, иногда вместе, т. е. внутри списка критически важных видов полезных ископаемых. Вот некоторые примеры:

• в Австралии к критически важным видам минерального сырья отнесены 30 видов металлов в одном списке, а стратегические – 6 видов *(алюминий, медь, никель, фосфор, олово, цинк)* – в другом [7];

• перечень основных видов стратегического минерального сырья, утвержденный распоряжением Правительства РФ от 16.01.1996 г. № 50-р, включает 29 наименований: *нефть, природный газ, U, Mn, Cr, Ti, бокситы (Al), Cu, Ni, Pb, Mo, W, Sn, Zr, Ta, Nb, Co, Sc, Be, Sb, Li, Ge, Re, REEY, Au, Ag, PGE, алмазы (C), особо чистое кварцевое сырье (SiO_2)* [2, 4].

Из этого Российского перечня:

• добыча нефти, газа, Cu, Au, PGE, Ni, Mo и алмазов (*равно как и не входящих в этот перечень углей, Fe-руд, Na- и K-солей, Zn, V, B-руд, магнезита, хризотил-асбеста*) полностью обеспечивает их текущее внутреннее потребление и достигнутый уровень экспорта;

• дефицитными (*аналог критических*) являются: *U, Mn- и Cr-руды, Pb, Sn, особо чистое кварцевое сырье (SiO_2) и не входящие в указанный перечень барит, каолин, бентонит, кристаллический графит, флюорит, фосфориты,* так как их добыча лишь частично обеспечивает внутреннее потребление, во многом зависящее от импорта, ведется в недостаточных объемах при наличии значительных запасов, обладающих относительно низким качеством;

• наиболее дефицитными являются Ti, Ta, Nb, Zr, бокситы (Al), так как их отечественное потребление обеспечивается главным образом за счет импорта (преимущественно в изделиях) при весьма ограниченной добыче (несмотря на крупные запасы относительно низкокачественных руд).

В Южной Корее к критически важным видам минерального сырья отнесены 33 вида металлов в одном едином списке, из них 10 видов приоритетно-стратегические (литий, никель, кобальт, марганец, графит и пять видов редкоземельных металлов – лантан, церий, неодим, тербий, диспрозий) [3].

В некоторых случаях так называемые «критичные металлы» называются металлами для развития индустрии «чистой энергии», «зеленой энергии», включая «чистые» технологии в электронике.

Индия заявила о создании списка из тридцати таких металлов, в который входят литий, кобальт, никель, титан, графит, олово, ванадий и медь. Данные металлы важны для секторов телекоммуникации, транспорта и обороны. До этого власти Индии определили 12 стратегически важных металлов и минералов, включая литий [5].

Япония также сформировала список критически важных для своей экономики сырьевых материалов, состоящий из 26 металлов [6].

Изучение англоязычной литературы свидетельствует о том, что терминология рассматриваемого вопроса совершенствуется, и все больше в русскоязычной литературе употребляются выражения «критические сырьевые материалы» (CRM – Critical Raw Materials) или «критически важное минеральное сырье».

Здесь представляется уместным отметить, что «полезное ископаемое» и «минеральное сырье» – совершенно разные понятия: первое – это запасы полезного ископаемого, находящегося в недрах, а второе – это полезное ископаемое, добытое и складированное на поверхности земли, т. е. подготовленное для переработки. Перерабатывающим мощностям интересно «минеральное сырье», так как это поставки, на которые можно рассчитывать сегодня и в ближайшем будущем, а «полезное ископаемое» требует организацию добычи, что занимает многие годы.

К критически важным минералам относятся те виды, которые правительство, вооруженные силы и промышленность считают жизненно необходимыми для современных технологий, экономической деятельности, обороны и безопасности. Это ключевые компоненты смартфонов, компьютеров, волоконно-оптических кабелей, медицинского оборудования и военной техники, а также технологий с низким уровнем выбросов в атмосферу.

К критическим относятся такие широко известные элементы, как кобальт, графит и литий, которые имеют много сфер применения – от аккумуляторов для электромобилей до сплавов для реактивных двигателей. Первостепенное значение также имеют менее известные редкоземельные элементы (РЗЭ): лантан (используется в очках ночного видения и аккумуляторах для гибридных автомобилей) и самарий (применяется в лазерных технологиях и высокоточном оружии). По оценкам инициативы Всемирного банка Climate Smart Mining Initiative, глобальный переход к чистым источникам энергии менее чем за 30 лет приведет к увеличению спроса на отдельные минералы почти на 500% [13].

Очевидно, что спрос на минеральные ресурсы в перспективе будет расти вследствие глобальной конкуренции, индустриализации развивающихся стран, цифровизации экономики развитых стран и социально-экономических потрясений в процессе глубокой трансформации международного экономического порядка. Зависимость от критически важного сырья может вскоре заменить зависимость от нефти и газа. Надежные и устойчивые поставки как первичного, так и вторичного сырья, прежде всего критически важного для ключевых технологий и стратегических секторов, таких как возобновляемые источники энергии, электромобили, цифровые технологии, космос и оборона, являются одним из необходимых условий для достижения национальной безопасности и независимости стран [14].

Кратко рассмотрим историю формирования списка критически важного минерального сырья.

В 2008 г. вышла книга [10] под редакцией Национальной академии наук США, где подробно рассмотрены критические минералы, были значительно расширены ранние исследования, так как в эту работу вовлекли большое количество компаний и институтов. Здесь впервые с научной и экономической точки зрения изучены вопросы определения критичности минералов, влияние их на экономику США, их первичная и вторичная доступность и все виды рисков поставок критических металлов, резюме и рекомендации для государственного регулирования устойчивого обеспечения экономики критичными минералами.

С тех пор Министерство энергетики США, Министерство внутренних дел США в лице геологической службы США (USGS) регулярно дают сведения о критически важных минералах для экономики США. USGS в марте 2022 г. опубликовала новый список из 50 видов полезных ископаемых, имеющих решающее значение для экономики и национальной безопасности США. Новый список содержит на 15 сырьевых материалов больше по сравнению с ранним национальным списком критических минералов, созданным в 2018 г. Увеличение количества минералов в новом списке – результат разделения редкоземельных элементов и элементов платиновой группы на отдельные позиции. Кроме того, в список важнейших минералов на 2022 г. добавлены никель и цинк, но исключены гелий, калий, рений и стронций [11, 16].

В Европе Комиссия ЕС пересматривает список критически важного сырья для ЕС каждые три года. Первый был опубликован в 2011 г. (14 видов сырья), затем обновлялся в 2014, 2017, 2023 гг. (34 вида сырья). Оценка основана на данных из недавнего прошлого и показывает, как изменилась степень критичности с момента публикации первого списка. Полученный список критически важных видов сырья обеспечивает фактический инструмент для разработки соответствующей политики ЕС. Комиссия принимает этот список во внимание при заключении торговых сделок и соглашений или для устранения искажений в торговле. Список помогает определить потребности в инвестициях, а также направления исследований и инноваций в рамках общеевропейских и национальных программ, особенно по новым технологиям добычи полезных ископаемых, их замещению и рециклированию. Это также актуально для экономики замкнутого цикла, поиска внутренних источников сырья и разработки промышленной политики [14].

Подписание в 2016 г. Парижского соглашения по климату сделало актуальной задачу широкомасштабного перехода к «чистой» энергетике, построения декарбонизированной экономики, основанной на низкоуглеродных (безуглеродных) возобновляемых источниках энергии (ВИЭ) – солнце, ветер, вода, геотермальные источники и биотопливо, энергия которых считается неисчерпаемой. Однако не снижается острота дискуссии о путях достижения поставленных Парижским соглашением целей и, особенно, о выбранных темпах осуществления энергетического перехода. К обсуждению этих вопросов привлекаются специалисты разного профиля, но среди них геологов меньшинство.

Между тем, именно задачей геологов является оценить состояние МСБ критически важных сырьевых ресурсов, достаточны ли имеющиеся ресурсы, запасы и масштабы добычи минерального сырья для обеспечения быстро возрастающих потребностей новых энергетических технологий в ключевых для них видах металлов и индустриальных минералов, а также то, какие страны в настоящее время являются лидерами.

Для наглядной демонстрации этого обстоятельства приводим данные Шведской геологической службы (SGU-2023) о мировом производстве критических и стратегических материалов минерального сырья в 2023 г. (рис. 2).

В эпоху энергетического перехода статус критически важных минеральных материалов приобретают РЗЭ (Nd, Pr, Dy, Tb), In, Ga, Se, Te, Ge, Ag, Co, Ni, Li и графит. Они и (или) их производные обладают уникальными свойствами и не могут быть эффективно заменены субститутами.

Перечень критических металлов и минералов, играющих важную роль в «зеленой» энергетике, определяется технологиями, которые будут использоваться в электрогенерации, накоплении, хранении электроэнергии и электрическом транспорте.

Ниже приводим опубликованную таблицу из [11], демонстрирующую, какие критические материалы используются в новых «зеленых» технологиях. Здесь (табл. 1) технологии выбраны с учетом относительной важности применяемых критических материалов.

В различных сценариях перехода к преимущественному использованию возобновляемых источников энергии считается, что в «зеленой» энергетике и смежных областях в обозримом будущем и, вероятно, до 2050 г. будут использоваться те же технологии и субтехнологии, что и в 2020 г.

По мнению многих экспертов, в энергетике наступает эпоха энергетического перехода (к безуглеродной зеленой энергетике), а это ознаменует появление крупнейшего рынка критических материалов для технологий энергетического перехода.

Как показано выше, запасы некоторых видов из критически важного минерального сырья характеризуются высоким уровнем концентрации запасов в отдельных странах. Соответственно, мощности мирового производства многих видов критического минерального сырья могут ожидать высокий риск прекращения их поставок, в частности, по политическим причинам, что уже бывало не раз.

С другой стороны, переход к нулевым безуглеродным технологиям, требующих использование критически важных минералов, открывает новые возможности для экономического роста и усиления полити-

Рис. 2. Мировое производство критических и стратегических материалов (минерального сырья) в 2023 г. (Геологическая служба Швеции).

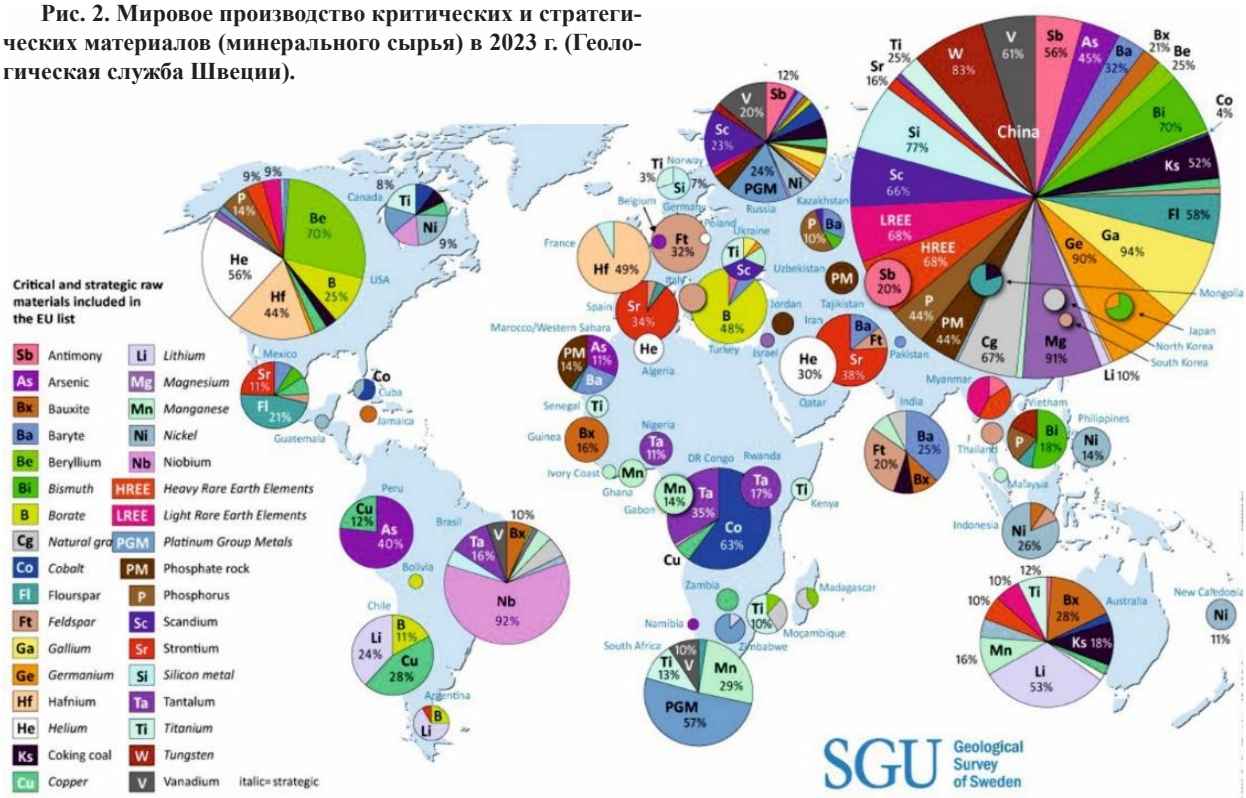


Таблица 1

Технологии и применяемые в них критически важные материалы

Категория применений в энергетической сфере	Технология	Компоненты и субтехнологии	Материалы
Передача и распространение энергии	**HVDC***	Преобразователи, трансформаторы, включатели и выключатели	**Cu, Ge, Ni,** электротехническая сталь, **SiC** (карбид кремния)
	HVAC**	Преобразователи	**Cu,** электротехническая сталь
Генерация энергии	**Ядерная**	Топливо, модераторы	**U, Zr,** натуральный **графит**, электротехническая сталь
	Солнечная	Фотовольтика	**Si, Te, Ga, In**
	Ветряная	Морское	**Cu, Nd, Pr, Dy, Tb, B, Ga,** электротехническая сталь
		На земле	**Cu,** электротехническая сталь
Хранилище энергии	**Топливные элементы**	Стационарное преобразование водорода в электричество	**Pt, графит, La, Sr, Co, Ni, Y, Zr, Mn**
	Батареи	Литий-ионные аккумуляторы, воздушно-Zn, воздушно-Fe, воздушно-Na батареи	**Li, Co, Ni, графит, V, Zn, Fe, Al, Na, S, P, F**
Конечное применение	**Осветительные**	LED***	**Ga**
	Бытовая электроника	Силовая электроника	**GaN, SiC**
	Электрические транспортные средства	Силовая электроника	**SiC**
		Облегчение веса	**Mn, Mg, Al, Ni, Si**
		Магниты	**Nd, Pr, Dy, Tb, B, Fe, Ga**
		Батареи	**Li, Ni, Mn, Co, графит, Al, Fe, P, LREEs****
		Моторы	Электротехническая сталь, **Cu**
		Электропроводка	**Cu**
	Оптоэлектроника	Микрочипы	**Ge**
	Транспортные средства	Облегчение веса	**Mn, Mg, Al, Ni, Si**
		Катализаторы	**Pt, Pd, Rh**
		Моторы	Электротехническая сталь,**Cu**
		Топливные элементы	**Pt, графит, La, Sr, Co, Ni, Y, Zr, Mn**
		Электропроводка	**Cu**
	Водород	Водородные электролизеры	**Pt, Ir, Ti, La, Sr, Co, Ni, Y, Zr, Mn**

Примечание. HVAC* – переменный ток высокого напряжения; HVDC** – постоянный ток высокого напряжения; LED*** – светодиод; LREE**** – легкие редкоземельные элементы.

ческого влияния ряда развивающихся стран, экономика которых ориентирована на добычу и экспорт критического минерального сырья.

Нетрудно догадаться, что среди них наибольшие преимущества получит Китай, обладающий большими запасами и лидирующий по рудничному и металлургическому производству многих видов критических минеральных материалов.

Изучение различных списков критически важных минералов разных стран показывает, что они составляются с учетом особенностей собственной экономики, состояния развития технологий, доступности, геополитической обстановки, состояния сырьевой базы и т. п. Тем не менее, из сравнительной таблицы видно, что списки критических минералов разных стран (табл. 2) не сильно отличаются друг от друга.

По количеству видов сырья, включаемых в список критического минерального сырья (от 24 до 34 видов), все рассматриваемые страны относительно близки, за исключением Великобритании (14 видов).

По количеству химических элементов, включаемых в список критического минерального сырья (от 33 до 50) рассматриваемые страны разнятся. Здесь разница более чувствительная, но она объясняется тем, что глубина проработки технологий, использование 15-ти редкоземельных элементов и 6-ти платиноидов по странам также различаются. Поэтому одни включают все 15 редкоземельных элементов, а другие выборочно.

Таблица 2

Сравнительная таблица списков критических минералов разных стран

Элемент	2022 г.	2023 г.	2021 г.	2022 г.	2022 г.	2023 г.	2023 г.
	США*	Евросоюз**	Британия***	Канада***	Австралия****	Южная Корея*****	Россия******
Алюминий	+	+		+	+	+	+
Барит	+	+					+
Бериллий	+	+	+		+		+
Бор/борат		+	+		+		
Ванадий	+	+	+	+	+	+	
Висмут	+	+		+	+	+	
Вольфрам	+	+		+	+	+	+
Гадолиний	+	+	+	+	+		+
Галлий	+	+	+		+	+	
Гафний	+	+					
Гелий		+		+	+		
Германий	+	+	+	+	+		+
Гольмий	+		+	+	+		+
Полевой шпат		+					
Графит	+	+	+	+	+	+	+
Диспрозий	+	+	+	+	+	+	+
Европий	+	+	+	+	+		
Индий	+		+	+	+	+	
Иридий	+		+	+	+		
Иттербий	+	+	+	+	+		+
Иттрий	+	+	+	+	+		+
Кобальт	+	+	+	+	+	+	+
Кокс. уголь		+					
Лантан	+	+	+	+	+	+	+
Литий	+	+		+	+	+	+
Лютеций	+	+	+	+	+		+
Магний	+	+	+	+	+	+	
Марганец	+	+		+	+	+	+
Медь		+		+		+	
Молибден				+		+	
Кремний		+			+	+	+
Мышьяк	+	+					
Неодим	+	+	+	+	+	+	
Никель	+	+		+		+	
Ниобий	+	+	+	+	+	+	+
Олово	+			+		+	+
Осмий		+	+	+	+		
Палладий	+	+	+	+	+	+	
Платина	+	+	+	+	+	+	
Празеодим	+	+	+	+	+		
Прометий		+	+	+	+		
Рений			+		+		+
Родий	+	+	+	+	+		
Рубидий	+						
Рутений	+	+	+	+	+		
Самарий	+	+	+	+	+		
Свинец						+	+
Селен						+	
Скандий	+	+	+	+	+		+
Стронций		+				+	
Сурьма	+	+		+	+	+	+
Тантал	+	+		+	+	+	+
Теллур	+			+			
Тербий	+	+	+	+	+	+	+
Титан	+	+		+	+	+	+
Тулий	+	+	+	+	+		+
Уран				+			+
Фосфор		+					
Фосфаты		+					+
Флюорит	+	+	+	+			+
Хром	+			+	+	+	+
Цезий	+			+			
Церий	+	+				+	
Цинк	+			+		+	
Цирконий	+				+	+	+
Эрбий	+	+	+	+	+		+
Итого по видам	**31**	**34**	**14**	**31**	**24**	**30**	**23**
Итого поэлементно	**50**	**51**	**34**	**52**	**42**	**33**	**33**

Примечание. * – [1], ** – [8], *** – [9], **** – [12], ***** – [7], ****** – [3], ******* – [4].

Основной вывод из этого сравнения – все технологически развитие страны нацелены на наращивание использования как можно большей части критически важных минералов для новых технологий и одновременно хотят наладить бесперебойное обеспечение ими своей экономики как за счет внутренних ресурсов, так и за счет импорта.

Обсуждение результатов. Анализируя табл. 2, имеющиеся материалы геолого-разведочных работ, текущее состояние дел по геологическому изучению территории республики и учитывая собственный опыт работ, необходимо отметить:

• Узбекистан по факту является производителем целого ряда критического минерального сырья, таких как медь, молибден, кремний, теллур, цинк, марганец, палладий, уран, фосфаты, а также в ближайшем будущем ожидается начало производства лития, графита, вольфрама, магния, рения и др.;

• имеются реальные перспективы развития добычи и переработки германия, алюминия, стронция, титана, висмута, флюорита и др.;

• по многим видам критического минерального сырья не проведены системные геологические исследования, которые позволили бы дать прогнозную оценку территорий на такие виды критического минерального сырья, как бериллий, скандий, никель и хром, кобальт, цирконий и платиноиды;

• по некоторым видам критического минерального сырья (редкие и редкоземельные элементы и др.) из-за отсутствия (неразработанности) технологии обогащения и извлечения ценных компонентов не получают дальнейшего развития тематические исследования и стадийные геолого-разведочные работы;

• неуверенными являются прогнозы по созданию минерально-сырьевой базы платиноидов, никеля, кобальта и хрома из-за отсутствия надежных методов их количественного определения.

Перспективы и проблемы, обозначенные выше, – отправные точки для планирования будущих геолого-разведочных работ на критическое минеральное сырье.

В условиях, когда ведущие мировые экономики с их технологически развитыми производственными силами бьют тревогу о возможных проблемах с критически важными сырьевыми материалами (минеральным сырьем), остается пока неясным, какое же минеральное сырье является критически важным для экономики Узбекистана?

По мнению автора, для стран, имеющих мощную минерально-сырьевую базу регионального и мирового значения, всегда нужно придерживаться принципа: *«имеющиеся производственные мощности по переработке определенного вида сырья стимулируют проведение геолого-разведочных работ с целью обеспечения этого производства местным сырьем, и наоборот: создание сырьевой базы новых видов минерального сырья стимулирует создание новых производственных мощностей по его добыче и переработке».*

Существовавший до недавних времен принцип: *«если по определенному виду полезного ископаемого нет производства, нет технологий и нет потребности, значит геологам его и не нужно искать»* – себя не оправдал и, более того, существенно навредил будущему. С момента выявления до готовности месторождения к освоению проходит (в идеале) от 6 до 12 лет и более, то становится очевидным, какое время было упущено и насколько мы не готовы разворачивать широкомасштабные работы по критически важному минеральному сырью из-за отсутствия и ограниченности геологической информации.

Учитывая важность проблемы, исходя из мировых тенденций в отношении критически важного минерального сырья и потребности в них экономики, необходимости создания высокотехнологических отраслей промышленности в Узбекистане, проведен краткий анализ состояния минерально-сырьевой базы (табл. 3). Здесь присутствуют все химические элементы (*используемые для производства, передачи, распределения и хранения «зеленой энергии», в транспорте, коммуникациях и др.),* которые приведены в табл. 1, а также учтены списки критических минералов разных стран.

В итоге табл. 3 представляет синтез из списков критических минералов разных стран и потребностей «зеленых» технологий в материалах.

В этой достаточно большой таблице, где приведены сведения об источниках (месторождения, рудопроявления и техногенные образования), можем увидеть, что разрабатываются всего 4 месторождения (меди – Кальмакыр, марганца – Дауташ, цинка – Хандиза и месторождение кварца), а остальные или не разрабатываются, или являются малоизученными рудопроявлениями.

Таблица 3

Список критического минерального сырья для экономики Узбекистана

Вид сырья	Краткая характеристика известных месторождений, рудопроявлений и других источников сырья
Алюминий	В республике имеются **2 месторождения** (*Гушсай, Аксаката*). Не разрабатываются. Алюминий импортируется. Требуется проведение технологических испытаний для внедрения более совершенных технологий извлечения алюминия из алунитовых руд. Выявлены рудопроявления (Ангрен, Апартак, Алтынтау, Кайрак, Кундажуаз, Санжар, Чоргул и др.), требующие проведения ГРР
Бор, бораты	**Месторождений не выявлено.** Имеются многочисленные проявления (метаморфогенные, скарновый тип). Изучены в 60-х годах 20 в. Требуется доизучение, проведение технологических испытаний и экономическая оценка
Ванадий	**Месторождений не выявлено**. Присутствует в виде попутного компонента на месторождениях железа Тебинбулак (планируется к разработке) и урана черносланцевого и песчаникового типов. На месторождении Тебинбулак извлечение ванадия технологическим регламентом не предусмотрено. На месторождении урана требуется проведение технологических исследований по извлечению ванадия
Висмут	В республике имеется **одно ранее разработанное месторождение** – *Устарасай.* Встречается попутно на месторождении золота Кочбулак. Выделены несколько перспективных площадей (Каракия, Кизилтут, Кандаган и др.) и рудопроявлений, требующих доизучения ГРР
Вольфрам	Выявлены **8 месторождений** (*Яхтон, Ингички, Саутбай, Гуссай, Сарытау, Коратепа, Сарыкул, Ходжадык*), которые не разрабатываются и предназначены для освоения с привлечением инвесторов. Выявлены несколько рудопроявлений, требующих проведение ГРР и технологических испытаний
Галлий	Присутствует в виде **попутного компонента** на месторождениях меди Кальмакыр и Сарычеку, полиметаллов Учкулач, угля (золошлаках) Ангрена в нижекларковых содержаниях. Требуется изучение действующего технологического цикла передела меди и полиметаллов, определение цикла, где концентрируется галлий и разработать технологию его извлечения
Германий	Встречается в виде **попутного компонента** на месторождениях угля (Ангрен) и меди (Кальмакыр и др.), полиметаллов (Учкулач, Кургашинкан), а также вольфрама (Куйтош). Требуется изучение действующего технологического цикла переработки меди и полиметаллов, определение цикла, где концентрируется германий и разработать технологию его извлечения. Также требуется изучить золошлаки на предмет извлечения из них германия
Графит	В республике **одно крупное месторождение** графита – Тасказган. Выявлены несколько проявлений графита (Захчахана, Калаата, Акташ, Шаркий Шайдараз и др.), требующие геологического изучения и технологических испытаний
Индий	**Месторождений не выявлено.** Обычно он присутствует в виде **попутного компонента** в месторождениях меди (Кальмакыр, Хандиза и др.). Технология извлечения разработана ГУ «ИМР» в 2023 г. Ожидается проведение этапа полупромышленных испытаний
Кремний	Имеются **несколько месторождений** (Заргар, Акбуйро, Тулакуль и др.) и множество проявлений (Ризак, Шуванак, Буюрлик и др.) в различных районах республики. Построены два завода по выпуску кремния: в г. Навои простаивает, а в г. Ангрене функционирует. Надо решить вопросы инвестирования в это производство импорта дешевого качественного сырья и ориентироваться на переход к выпуску продукции следующего передела
Кобальт	**Месторождений не выявлено.** Имеется одно крупное рудопроявление Султанбобо и несколько других рудопроявлений (Тасказган, Лянгар, Байсун, Джускудук, Оразали, Алисай и др.). Средние содержания в них никеля 0,12-0,3%, кобальта 0,01-1,0%. Проводятся стадийные ГРР и технологические испытания
Литий	В республике имеются **два месторождения** (Шавазсай и Наука), требующие разработки. Выявлены несколько рудопроявлений (Сулатсай, Минжир и др.), требующие доизучения ГРР
Магний	Имеются **несколько месторождений** солончакового типа (Захкудук и др.), серпентинита (Зиекор и др.), доломита (Туда) и несколько рудопроявлений (Тангисай, Кундажуаз и др.), требующие проведения ГРР и технологических испытаний
Марганец	В республике выявлены **три месторождения** – Дауташ (разрабатывается), Тахтакарача (резервное) и Алисай (разработано). Выявлены несколько рудопроявлений (Кизилбайрак, Алисай, Маргузар и др.), требующие доизучения ГРР
Медь	Выявлены **несколько месторождений** (Кальмакыр, Сарычеку, Ёшлик, Ёшлик 2 и др.). Месторождения осваиваются. Тем не менее, доизучению подлежит проблема извлечения дополнительных компонентов к имеющемуся комплексу извлекаемых элементов
Никель	Месторождений не выявлено. Имеется **одно** крупное **рудопроявление** Султанбобо и несколько других рудопроявлений (Тасказган, Лянгар, Байсун, Джускудук, Казгантау, Оразали, Алисай и др.). Средние содержания в них никеля 0,12-0,3%, кобальта 0,01-1,0%. Необходимо продолжить проведение специализированных, тематических, стадийных ГРР и технологических испытаний

Продолжение табл. 3

Ниобий Тантал	Имеются **рудопроявления** (Мангит, Баянкара, Аррабанд, Сулатсай, Сартакчи и др.), требующие геологического доизучения, технологических испытаний и экономической оценки
Рений	Содержится в виде **попутного компонента** в урановых рудах и медной руде. В настоящее время извлекается из урановых руд
Селен Теллур	Совместно содержатся в виде **попутных компонентов** в медных рудах Кальмакыра и др. месторождениях меди порфирового типа. Извлекаются попутно. Объем добычи зависит от объема добычи медных руд
Титан	Содержится в виде **попутного компонента** в титаномагнетитовой руде месторождения Тебинбулак. На этом разрабатываемом месторождении извлечение титана предусмотрено. Требует разработки технологии извлечения и проведение экономической оценки. Выявлены несколько рудопроявлений (Карамурун, Аксай, Мингбулак, Правомаджерум, Чак-чар, Урюкли и др.). Средние содержания в них колеблятся от 0,5 до 4,56%
Редкоземельные элементы (La, Ce, Pr, Nd, Sm, Eu, Gd, Tb, Dp, Ho, Eb, Tu, Yb, Lu, Y, Sc)	**Месторождения не выявлены.** Имеются многочисленные рудопроявления магматогенного типа (Чоркесар, Шаваз, Келинчек, Саргардон, Тозбулак, Кугитанг, Кокудук и др.), в урановых месторождениях черносланцевого типа (Рудное, Жантуар, Косчека, Устук, Фазильман и др.) и песчаникового типа (Мешетти, Дженгельды и др.), в горючесланцевой толще (Сангрунгтау, Актау, Байсун и др.) и др., требующие геологического доизучения, технологических испытаний и экономической оценки
Платиноиды (Pt, Pd, Os, Ir, Ro, Ru)	**Месторождения не выявлены.** Встречаются в виде **попутных компонентов** в рудах месторождений золота (Кокпатас, Мурунтау, Амантайтау, Тамдытау и др.), серебра (Косманачи, Окжетпес) и титаномагнетитовом месторождении Тебинбулак. Установленные содержания платиноидов в рудах этих месторождений от 0,00n г/т до 10,0 г/т, иногда более. Целенаправленные исследования на платиноиды не проведены. Все проведенные исследования носят точечный, фрагментарный характер. Требуется постановка широкого комплекса исследований тематического характера и стадийных ГРР
Флюорит	В республике имеются **9 разведанных месторождений** (Агата-Чибаргата, Наугискен, Аурахмат, Кызылбаур, Шабрез, Ойгаин, Суппаташ, Кугитанг), ранее частично разработаны, но в настоящее время не разрабатываются. Требуется проведение технологических исследований с целью их комплексной переработки

Это еще одно наглядное доказательство того, что предстоит большой фронт геологоразведочных работ, тематических исследований, технологических испытаний и геолого-экономических расчетов, если мы будем интегрироваться в мировую экономику в части критически важного минерального сырья.

Таким образом, список критического минерального сырья для Узбекистана может быть следующим: **алюминий, бор, ванадий, висмут, вольфрам, графит, редкоземельные элементы** *(La, Ce, Pr, Nd, Pm, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, Lu, Y, Sc),* **кобальт, кремний, магний, марганец, медь, никель, литий, ниобий, тантал, галлий, индий, германий, селен, теллур, рений, платиноиды** *(Ru, Rh, Pd, Os, Ir, Pt),* **титан, флюорит.** Итого: 44 элемента, представляющие 25 видов сырья.

Этот список можно считать предварительным, он подлежит обсуждению. Несомненно, что в ходе дальнейших исследований в этой области и по мере накопления информации, развития промышленности, ориентированной на высокотехнологическое производство, представления о критическом минеральном сырье для экономики Узбекистана будут уточняться.

Заключение

1. В мире после подписания в 2016 г. «Парижского соглашения по климату» стала актуальной задача широкомасштабного перехода к «чистой» («зеленой») энергетике и построение «декарбонизированной» экономики, основанной на низкоуглеродных (безуглеродных) возобновляемых источниках энергии, что в свою очередь требует создания энергетической индустрии, основанной на энергии солнца, ветра, воды, геотермальных источниках, биотопливе.

2. Критически важные материалы составляют основу энергетических устройств, генерирующих «зеленую энергию». Наступает эпоха «энергетического перехода» к безуглеродной зеленой энергетике, а это ознаменует появление крупнейшего рынка критически важных сырьевых материалов для технологий энергетического перехода.

3. Узбекистан по факту является производителем некоторых видов критического минерального сырья, таких как медь, молибден (попутно), селен (попутно), теллур (попутно), кремний, цинк, марганец, палладий (попутно), рений (попутно), а также в ближайшем будущем ожидается начало производства лития, графита, воль-

фрама, магния и др. Одновременно имеются реальные перспективы развития промышленности по добыче и переработке стронция, германия, алюминия, титана, висмута, флюорита и др.

4. По многим видам критического минерального сырья не проведены системные геологические исследования, которые позволили бы дать прогнозную оценку территорий на такие виды критического минерального сырья, как бериллий, цирконий, скандий, никель и хром, кобальт, платиноиды и на конъюнктурные виды редких и редкоземельных металлов. Для решения этой задачи требуется начать проведение тематических исследований для подготовки площадей под поисковые работы.

5. В отдельных случаях по некоторым видам критического минерального сырья (редкие и редкоземельные элементы и др.) развитие тематических исследований и стадийных геолого-разведочных работ тормозится также из-за отсутствия (не разработаны) собственных технологий обогащения и извлечения ценных компонентов. Для решения этой проблемы надо усилить собственные исследования с выделением необходимых финансовых средств и расширить сотрудничество с зарубежными технологическими центрами.

6. Неуверенными являются прогнозы по созданию минерально-сырьевой базы платиноидов, никеля, кобальта и хрома из-за отсутствия надежных методов их количественного определения, что требует принятия незамедлительных мер по внедрению в отрасль испытанных методов точного определения содержания указанных элементов.

7. По факту, из сырьевых источников критически важных материалов (месторождения, рудопроявления и техногенные образования) разрабатывается всего лишь 4 месторождения (меди – Кальмакыр, марганца – Дауташ, цинка – Хандиза и месторождение кварца), а остальные или не разрабатываются, или являются малоизученными рудопроявлениями.

8. Предстоит большой фронт геолого-разведочных работ, тематических исследований, технологических испытаний, геолого-экономических расчетов и инвестиционных усилий, если мы планируем активно интегрироваться в мировую экономику в части критически важного минерального сырья.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Бертон Дж.* Геологическая служба США опубликовала список критически важных минералов на 2022 год // Геологическая служба США (USGS), Министерство внутренних дел США, Федеральное правительство США, 2022.

2. *Волков А.В.* Минеральные ресурсы высокотехнологичных металлов России // Матлы Всеросс. конф., посвящ. 85-летию ИГЕМ РАН (презентация) «Месторождения стратегических металлов: закономерности размещения, источники вещества, условия и механизмы образования». - М., 25-27 ноября 2015.

3. Возможности в Корее для австралийских важнейших полезных ископаемых // Австралийская комиссия по торговле и инвестициям, 2023.

4. *Еремин Н.И.* Стратегическое, дефицитное и критическое минеральное сырье // Вестник Московского университета. Сер. 4. Геология. - 2023. - № 3. - С. 3-9. Интернет-ресурс: https://teach-in.ru/file/synopsis/pdf/strategic-scarce-and-critical-minerals-course-m.pdf

5. Критические полезные ископаемые для Индии // Министерство горно-добывающей промышленности, правительство Индии, 2023.

6. Международная стратегия ресурсов – национальная система накопления // Японская национальная корпорация нефти, газа и металлов (JOGMEC), Международное энергетическое агентство (МЭА), 2020.

7. Обзор важнейших минералов // Geoscience Australia, Правительство Австралии, 2023.

8. Пятый список критически важного сырья для ЕС 2023 г. // Европейская комиссия, 2023.

9. Устойчивость к будущему: стратегия Великобритании по важнейшим полезным ископаемым // Министерство бизнеса и торговли Соединенного Королевства и Министерство бизнеса, энергетики и промышленной стратегии, 2023.

10. Minerals, Critical Minerals, and the U.S. // National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine. 2008. Economy. Washington, DC: The National Academies Press. - P. 264. Интернет-ресурс: https://doi.org/10.17226/12034. https://nap.nationalacademies.org/read/12034

11. Critical Materials Assessment 2023 / U.S. Department of Energy, 2023. - P. 267. Интернет-ресурс: https://www.energy.gov/sites/default/files/2023-05/2023-critical-materials-assessment.pdf

12. Интернет-ресурс: https://www.canada.ca/en/campaign/critical-minerals-in-canada/ canadian-critical-minerals-strategy.html

13. Интернет-ресурс: https://ipdefenseforum.com/ru/2023/12

14. Интернет-ресурс: https://mining-media.ru/ru/article/newtech/17499-rol-kriticheski-vazhnykh-syrevykh-materialov-v-usloviyakh-ekonomicheskoj-neopredelennosti-opyt-es

15. Интернет-ресурс: https://www.nature.com/articles/s41467-023-41971-7

16. Интернет-ресурс: https://mining-media.ru/ru/article/newtech/17611-rol-kriticheski-vazhnykh-syrevykh-materialov-v-ekonomike-ssha

© Коллектив, 2024

Р.Х.Миркамалов, Ф.К.Диваев, Г.А.Ванесян, Р.Т.Узоков

К ПРОБЛЕМЕ ПОИСКОВ ПРОЯВЛЕНИЙ ПРИРОДНОГО ВОДОРОДА В УЗБЕКИСТАНЕ



Миркамалов Рустам Хамзаевич – главный советник по науке ГУ «ИМР», докт. г.-м. наук. E-mail: rmirkamalov@gmail.com



Диваев Фарид Карибович – заведующий отделом ГУ «ИМР», канд. г.-м. наук. E-mail: divaev2749@mail.ru



Ванесян Грачик Армаисович – старший научный сотрудник ГУ «ИМР». E-mail: vanesyan.grachik@gmail.com



Узоков Рустамжон Тошпулот угли – базовый докторант (PhD) ГУ «Институт геологии и геофизики им. Х.М.Абдуллаева». E-mail: rustam_

Водородная энергетика – энергетика ближайшего будущего. В настоящее время перед человечеством стоит угроза глобального потепления, в связи с чем все развитые страны пытаются перевести экономику на безуглеродные технологии, т. е. отказаться от угля, нефти, газа и даже атомной энергетики. Альтернатива этим энергоресурсам – возобновляемые источники, на основе которых строятся солнечные, ветровые, геотермические и гидроэлектростанции. Однако, как оказалось, водные ресурсы очень ограничены, а производство и утилизация солнечных батарей и ветровых станций сопровождается огромными выбросами CO_2 в атмосферу и загрязняет подземные воды. В геотермальной энергетике используется тепловая энергия недр Земли, но на практике на Земле не так много мест, где это тепло достаточно близко к поверхности планеты.

На сегодняшний день водородная энергетика – это одно из наиболее актуальных направлений развития альтернативной энергетики. Это происходит в связи с тем, что водород обладает существенными преимуществами по сравнению с традиционными видами топлива – природным газом, нефтью и углем. Водород – самое распространенное вещество во Вселенной, обладающее максимальной теплотой сгорания, продуктом чего по причине соединения водорода с кислородом выступает вода. Водород легко хранить и транспортировать, но самое важное – процесс его получения обещает обезуглероживание ряда отраслей экономики. А это очень важно в плане смягчения последствий изменения климата нашей планеты и экологической обстановки мегаполисов. В связи с этим природный водород можно смело вводить в список критических элементов, необходимых для развития безуглеродных технологий.

История изученности проблемы природного водорода. Необходимо отметить, что серьезный интерес к проблеме природного водорода стал проявляться в науке лишь в последнее десятилетие, в связи с открытием возможности его промышленного использования как альтернативного экологически чистого источника энергии. Связано это в первую очередь с тем, что, как пишет в обзорной статье В.Згонник [6], с геологической точки зрения водородом пренебрегали, так как в большинстве стран мира он не входил в реестр полезных ископаемых. Считалось, что свободный водород в природе встречается редко, а описания немногих известных открытий привлекали очень мало внимания. К тому же массовым замерам содержаний водорода в природной среде препятствовала трудоемкость отбора и анализа проб. Лишь в последнее время появились современные портативные газоанализаторы, которые включают в свою конструкцию датчик водорода, с помощью которых можно производить массовые замеры содержаний водорода как в атмосфере, так и в почвенном воздухе.

Еще одна проблема, мешающая обнаружению водорода, – его диффузионные и химические

свойства. Так как он самый легкий из всех газов, он быстро рассеивается в воздухе и в различных других материалах. Поэтому он быстро покидает место своего зарождения и не может удерживаться в геологических ловушках в течение длительного времени. К тому же водород в атомарном состоянии очень реакционно способен и при соединении с кислородом образует воду, не оставляя никаких следов. Кроме того, он быстро и активно потребляется микроорганизмами, представляя для них источник энергии. Именно эти свойства природного водорода – причина его редких проявлений в природе, хотя природные потоки водорода были известны с древних времен. Так, газовые сипы (воронки газового выброса) в Химере недалеко от Антальи в Турции известны уже более 2500 лет и считаются источником первого олимпийского огня. В составе непрерывно выделяющегося газа содержится 7,5-11,3% H_2. В аналогичном газовом сипе в одном из заливов Новой Зеландии содержание водорода составляет 75,8% [9].

Еще одно подобное явление обнаружено на Филиппинах более 200 лет назад, где постоянно наблюдалось пламя горящего газа, содержание H_2 в котором составляло 41,4-44,5%. Непрерывный мониторинг источника показал, что содержание H_2 в газе оставалось стабильным в течение 25-летнего периода [7, 8].

Наглядным примером возможности добычи и использования водорода для нужд энергетики является открытое в 2012 г. первое и до недавнего времени единственное, промышленное месторождение Буракебугу в Мали [1, 3, 5, 6].

По данным интернет-источников, французские и албанские исследователи обнаружили массивный источник водорода, бьющий из глубокой шахты хромового рудника в Албании [2]. Это подтверждает идею о том, что существуют источники экологически чистого топлива, которые необходимо научиться находить и использовать.

В настоящее время водород обычно получают из различных источников, включая природный газ, нефть, уголь и воду. В большинстве случаев это очень энергозатратные дорогостоящие технологии. На сегодняшний день самым перспективным решением этой проблемы является добыча природного водорода из недр Земли. В связи с этим в последние годы ведущие страны мира разрабатывают методы поисков и добычи природного водорода.

Во многих странах (США, Австралия, Россия и др.) природный водород включен в реестр полезных ископаемых. В свете современных глобальных энергетических проблем, первой отреагировала Австралия – в ноябре 2021 г. принято водородное законодательство, распространившее национальную систему регулирования добычи нефти и газа на водород: правила получения лицензий, предоставление государственных льгот и т. д. Австралия исключительно системная страна, ее экономика во многом держится на полезных ископаемых, а их у нее немало. Сегодня она сделала ставку на водород – буквально каждый австралийский штат имеет свою водородную программу! В июле 2023 г. водород был также внесен и в российский классификатор полезных ископаемых.

В последние годы поисками природного водорода занимаются во Франции, Испании, Германии, США и других странах. По-видимому, эти работы достаточно серьезно засекречены, так как в литературе практически отсутствует какая-либо информация, указывающая на методику и поисковые критерии водородного сырья.

Таким образом, все воспринимали водород как вторичный энергоресурс. А теперь доказано, что водород можно добывать из недр как любое другое полезное ископаемое. Если наладить этот процесс, то его хватит всем, потому что его достаточно много. Выходы водорода наблюдаются во многих странах, и в Австралии уже выдают лицензии на геологоразведку водорода.

Возможные источники водорода в природе. В настоящее время установлены несколько источников природного водорода в земной коре:

- над зонами офиолитов, где водород образуется за счет серпентинизации ультраосновных пород;
- в фумаролах извергающихся вулканов;
- в газах рудничных и угольных шахт;
- в сверхглубоких скважинах, вскрывающих глубоко метаморфизованные породы кристаллического основания платформ;
- в почвенных газах над зонами рифтогенеза и глубинных разломов, или зон интенсивной трещиноватости. Характерно, что во многих районах установлена высокая корреляция между повышенными содержаниями водорода и гелия над зонами разломов [6].

Так, при изучении территории Узбекистана в 70-х годах прошлого столетия на площади междуречья Амударьи и Сырдарьи проведена съемка по гелию, содержащемуся в подземных водах, в результате которой были выделены линейно вытянутые ореолы повышенных концентраций гелия. Установлено, что ореол повышенных концентраций водорода конформен ореолу поля гелия. На участках отсутствия аномалий гелия в

подземных водах концентраций водорода также не установлено; аномалии гелия сопровождаются ростом концентраций водорода. Эти аномальные значения, как правило, совпадают с разломами глубокого заложения, особенно в случае их сопряжения с офиолитовыми покровами [12]. Кроме того, при изучении газового месторождения Газли были составлены геохимические карты концентраций водорода и гелия в подземных водах и почвенном газе. Здесь также концентрации водорода и гелия хорошо коррелируют между собой на уровне 60%, что позволяет предположить наличие связи между ними. Концентрации водорода обычно на два порядка выше концентраций гелия. В местах, где не был обнаружен гелий, не был обнаружен и водород [12].

Не останавливаясь на большом объеме конкретных данных по каждому из перечисленных источников, можно констатировать, что концентрации водорода и гелия над зонами разломов намного превышают их концентрации из других источников, что позволяет с большой долей уверенности предполагать мантийный источник поступления водорода и гелия в эти разломные структуры, которые являются «газопроводами» этих газов из мантийных источников на поверхность Земли.

Вопросы о выделении водорода из недр Земли, предполагая ее гидридное строение, одними из первых начали обсуждать российские ученые – А.А.Маракушев, создавший свою концепцию эволюции планеты [11], В.Л.Сывороткин [14, 15], увязывающий разрушение озонового слоя с процессом дегазации Земли. Идея о непрерывном поступлении водорода из мантии за счет дегазации ядра Земли дополнена и детально обоснована советским ученым В.Н.Лариным еще в 1975 г. [10]. Основным положением этой гипотезы являлось предположение об изначально гидридном составе (высокоплотные соединения металлов с водородом) ядра Земли, при постепенном распаде которого на металл и водород непрерывно образуются большие объемы молекулярного водорода, который, благодаря своей чрезвычайной летучести, диффундирует через мантию и через системы глубоких разломов, сливаясь в газовые потоки различной мощности, проникает в земную кору и далее в атмосферу. Гипотеза изначально гидридной Земли не получила в свое время широкое признание, главным образом, из-за того, что она предполагала непрерывное расширение Земли. Это приводило к противоречию с набирающей тогда популярность теорией тектоники литосферных плит, одним из постулатов которой являлось положение о постоянстве объема Земли. Но за последние годы получено много новых данных, подтверждающих предположение о больших объемах водорода в недрах Земли и объясняющих многие противоречия и нерешенные вопросы в теории литосферных плит, и, не исключено, что на ее основе разовьется новая парадигма в современной геологической науке.

Геологические предпосылки поисков проявлений природного водорода. Из приведенного обзора возможных источников природного водорода с очевидностью следует, что наиболее перспективными объектами на территории Узбекистана в настоящее время являются, прежде всего, площади, где были установлены аномальные содержания водорода – это площади района Газлийского землетрясения, а также площади месторождений урана песчаникового типа.

Не меньший интерес представляют зоны интенсивной тектонической проработки вдоль сутурных, трансформных и рифтогенных зон. Особое внимание должно быть уделено кольцевым структурам небольшого диаметра, так как во многих случаях зафиксирован факт так называемого «водородного охрупчивания» (разрушения некоторых металлов и пород вследствие воздействия атомарного водорода) горных пород, при прохождении через них потоков водорода [6], что приводит к образованию отрицательных форм рельефа, т. е. потоки природного водорода могут быть одной из причин образования некоторых кольцевых структур. К подобной приурочено месторождение Буракебугу в Мали, находящееся в центре кольцевой структуры.

В качестве признаков дегазации Земли нельзя не отметить области развития трубчатых образований, напоминающих по форме древесные стволы высотой до 4 м, так называемый «каменный лес» мелового периода, который обнажается на отдельных возвышенностях Кызылкумов и окрестностей Султанувайса (Бестобе, Аязкала, Кокча, Джаракудук) и рассматривается в качестве палеонтологического памятника природы (рис. 1, 2).

Группа российских ученых провела ряд высокоточных минералого-петрографических исследований образцов трубчатых тел и вмещающих пород, отобранных под руководством профессора В.Н.Ларина (автора гипотезы изначально гидридной Земли), и пришла к выводу, что эти концентрически зональные тела различной степени выветрелости с жерловой полостью в осевой части имеют цемент, содержащий спутанноволокнистый агрегат многослойных углеродных

нанотрубок, фуллереноидов, многослойных углеродных фуллеренов, барелленов, микротрубок, углеродных микро- и нанохлопьев [13]. Природа этих уникальных образований не ясна, но, возможно, они были образованы вследствие водородной дегазации мантии.

Из различных источников следует, что в ходе поисковых исследований в Австралии, Бразилии, Мали и Канаде учёные пришли к интересным выводам относительно происхождения кольцевых структур или *циркуммментов* (называющихся часто в иностранной литературе «кругами фей» или «волшебными кругами») на поверхности земли, которые, как это доказали Владимир и Николай Ларины, формируются выходами водорода.

Актуальность и необходимость скорейшей постановки работ по поиску проявлений природного водорода в Узбекистане. Приведенный обзор данных по природному водороду отражает огромную важность проблемы природного водорода как нового возобновляемого источника чистой энергии. В большинстве западных стран, включая и Россию, уже несколько лет идут интенсивные работы, включая находку большого объема скважин по мониторингу содержаний водорода в почвенных породах и поиску природных залежей водорода. Особенно интенсивно эти работы проводятся в США и Австралии, где созданы специальные программы по поиску водорода.

Так, первый проект по бурению природного водорода в США компанией Natural Hydrogen Energu LLS успешно завершился в 2019 г. [6]. Другие малые и крупные компании начинают разведку природного водорода и тестируют свои газовые скважины на наличие водорода, т. е. работы по поиску природного водорода в других странах идут уже полным ходом, но в Узбекистане подобные работы в настоящее время еще даже и не проектируются. И, если наша республика не хочет остаться на обочине фронта передовых технологий, необходимо срочно принимать меры для исправления этого упущения.

Научно-методическая основа поисков проявлений природного водорода. Поиски природного водорода – это новое стратегическое направление геологической науки и, хотя работы в этом направлении ведутся уже несколько последних лет, информация о научной методике таких работ в открытой печати отсутствует и вряд ли появится в ближайшем будущем, так как это составляет «ноу хау» компаний, занимающихся этой проблемой. Так что придется

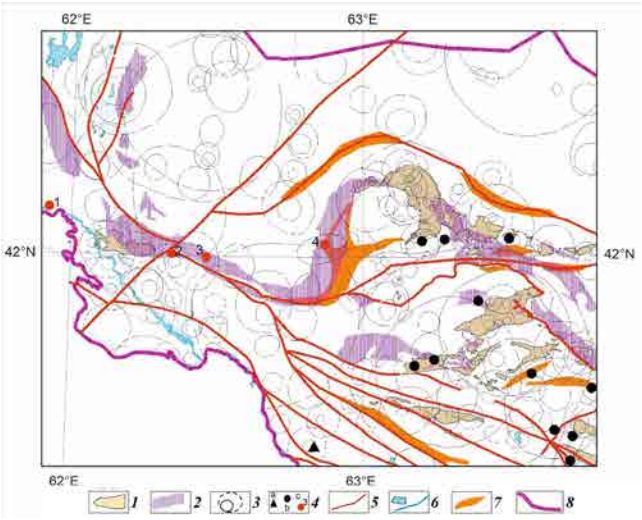


Рис. 1. Признаки участков возможного выявления потоков природного водорода на территории Кызылкумов (с использованием материалов дешифрирования А.Б.Гоипова): *1* – выходы пород фундамента на дневную поверхность; *2* – области развития офиолитов в породах фундамента; *3* – кольцевые структуры (циркументы); *4* – точечные объекты: *а* – месторождения углеводородов, *б* – месторождения урана, *с* – холмы с «каменным лесом»: 1 – Бестобе, 2 – Аязкала, 3 – Кокча, 4 – Джаракудук; *5* – разломы, разделяющие крупные блоки фундамента; *6* – озера, реки и каналы; *7* – поля максимальных концентраций гелия; *8* – государственная граница Республики Узбекистан.

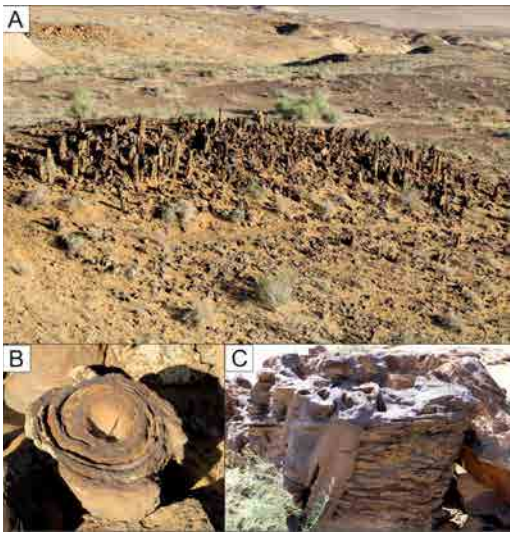


Рис. 2. Выходы трубчатых образований «каменного леса» в Джаракудуке (А и В) и в районе бугра Кокча (С). Фотографии из коллекции Г.А.Ванесяна.

рассчитывать на собственные силы и самим разрабатывать методические основы проведения поисковых работ водородного сырья.

Одним из первых шагов в этом направлении должно стать скорейшее включение водорода в реестр полезных ископаемых, как это сделано в большинстве западных стран и в России. Затем необходимо приобрести несколько современных компактных высокоточных газоанализато-

ров, таких, как, например, Drager X-am 5600 с набором необходимых датчиков. Необходимо составить проект проведения опытно-методических работ по разработке и апробации газометрических съемок разных масштабов на наиболее перспективных площадях.

Проведение предварительных опытно-методических работ представляется совершенно необходимым этапом, так как, судя по имеющимся данным [6], содержание природного водорода в почвенном воздухе зависит от многих факторов: от глубины замера, времени года, времени суток, температуры, степени влажности почвы, микробиохимической активности почвы и др.

Учитывая, что гелий и водород являются признанными индикаторами не только разломов, но и рудных скоплений и углеводородных залежей, поэтому результаты газометрической водородной съемки можно эффективно использовать также и для поисков углеводородов и рудных полезных ископаемых, в первую очередь, урана, золота и полиметаллов.

Заключение. Отметим, что в отличие от природного газа, природный водород представляет устойчивый безупречный ресурс, который постоянно генерируется под землей. Природные процессы производства были активны с первобытных времен и будут продолжаться миллионы лет в будущем. Благодаря этому природный водород можно отнести к возобновляемым и неисчерпаемым источникам энергии и поэтому его называют чистой энергией будущего. Но для того, чтобы овладеть этой энергией будущего, необходимо приложить максимум усилий в настоящем.

В статье рассмотрены основные предпосылки для нахождения потоков водорода (широкое распространение ультраосновных пород, кольцевых структур, рассекающих фундамент разломов, ореолов повышенных концентраций гелия в подземных водах, а также наличие месторождений газа и урана), которые в достаточном количестве присутствуют в Узбекистане, в частности, на территории Кызылкумов, который мы считаем одним из самых перспективных районов в мире.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Briere D., Jerzykiewicz T.* On generating a geological model for hydrogen gas in the southern Taoudeni Megabasin (Bourakebougou area, Mali) // Int. Conf. Exit. Barcelona, Spain, 3-6 April 2016. - 342 p. https://doi.org/10.1190/ice2016.

2. *Eric Hand* Gusher of gas deep in mine stokes interest in natural hydrogen // Электронный ресурс Gusher of gas deep in mine stokes interest in natural hydrogen | Science | AAAS, https.//www.science.org/content/article/gusher-gas-deep-mine-stokes-interest-natural-hydrogen от 10.02.2024.

3. *Guelard J., Beaumont V., Rouchon V., Guyot F., Pillot D., Jezequel D. et al.* Natural H_2 in Kansas: deep or shallow origin? Geochem. Geophys. Geosyst. – 2017. - № 18. - P. 1841-1865. https://doi.org/10.1002/2016GC006544. USGS, 2009. The Energy Geochemistry Data Base (EGDB).

4. *Prinzhofer A., Deville E.* L'hydrogene naturel, la prochaine revolution energetique? Belin, Paris. - 2015.

5. *Prinzhofer A., Tahara Cisse C.S., Diallo A.B.* Discovery of a large accumulation of natural hydrogen in Bourakebougou (Mali) // Int. J. Hydrog. Energy. - 2018. 43, 19315-19326. https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2018.08.193.

6. *Zgonnik V.* The occurrence and geoscience of natural hydrogen: A comprehensive review. - 2020. https://doi.org/10.1016/j.earscirev. 2020.103140.

7. *Vacquand C.* Genese et mobilite de l'hydrogene dans les roches sedimentaires: source d'energie naturelle ou vecteur energetique stockable? IFP Energies Nouvelles and Institut de Physique du Globe de Paris. - 2011.

8. *Vacquand C., Deville E., Beaumont V., Guyot F., Sissmann O., Pillot D. et al.* Reduced gas seepages in ophiolitic complexes: evidences for multiple origins of the H2-CH4-N2 gas mixtures. Geochim. Cosmochim. Acta. - 2018. 223, 437-461. https://doi.org/ 10.1016/j.gca.2017.12.018.

9. *Wood B.L.* Metamorphosed ultramafites and associated formations near Milford Sound, New Zealand. N. Z. J. Geol. Geophys. - 1972. 15, 88-128. https://doi.org/10.1080/ 00288306.1972.10423948.

10. *Ларин В.Н.* Гипотеза изначально гидридной Земли (новая глобальная концепция). - М.: Недра, 1975. - 100 с.

11. *Маракушев А.А.* Происхождение и эволюция Земли и других планет Солнечной системы. - М.: Наука, 1992. - 208 с.

12. *Перевозчиков Г.* Поле водорода на месторождении Газли по данным геохимических исследований в нефтегазоносном регионе Средней Азии // Нефтегазовая геология – теория и практика. - 2012. - № 7. - С. 1-13.

13. *Поваренных М.Ю., Матвиенко Е.Н., Кнотько А.В., Шаталова Т.Б.* К характеристике природных углеродных наноминералов и их агрегатов урочища Джаракудук (Узбекистан) // Минералогия. - 2018. - № 4 (1). - С. 85-97.

14. *Сывороткин В.Л.* Дегазация Земли и разрушение озонового слоя // Природа. - 1993. - № 9. - С. 35-45.

15. *Сывороткин В.Л.* Озонная методика изучения водородной дегазации Земли // Электронное научное издание. Альманах «Пространство и Время». Специальный выпуск «Система планета Земля». - 2013. - Т. 4. - № 1. - С. 1-19.

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

© Коллектив, 2024

Х.Д.Ишбаев, С.Х.Кадыров, А.Х.Шукуров, К.М.Косбергенов

РЕДКОЗЕМЕЛЬНАЯ СПЕЦИАЛИЗАЦИЯ ДАЕК СПЕССАРТИТОВ ЗАРКАЙНАРСКОГО ИНТРУЗИВА (Южный Нуратау)



Ишбаев Халбай Джангирович – профессор НУУз им. Мирзо Улугбека, докт. г.-м. наук. E-mail: halbay@mail.ru



Кадыров Сарвар Халтура угли – базовый докторант (PhD) ГУ «Институт геологии и геофизики им. Х.М.Абдуллаева». E-mail: s.qodirov0524@gmail.com



Шукуров Анвар Хамракулович – заведующий кафедрой НУУз им. Мирзо Улугбека, докт. философии (PhD) по г.-м. наукам. E-mail: a.shukurov@gmail.com



Косбергенов Куатбай Мауленберген угли – начальник отдела ГУ «Институт геологии и геофизики им. Х.М.Абдуллаева», докт. философии (PhD) по г.-м. наукам. E-mail: gosbergenov93@mail.ru

Введение. Нуратинский регион характеризуется бурным развитием гранитоидных проявлений коллизионного типа, так называемые «гранитоиды S»-типа [1, 2]. Гранитоиды этих интрузивных массивов объединены в кварцевый диорит-гранодиорит-гранитный ряд формаций (C_3-P_1; 260-290 млн. лет, K-Ar, биотит, амфибол) со свойственной им рудоносностью [3, 4]. Заркайнарский интрузив расположен в западной оконечности хребта Южный Нуратау (рис. 1) с площадью около 170 км^2 и прорывает силур-девонские известняки и сланцы. В геологическом строении района участвуют нижнепалеозойские осадочно-метаморфические, девон-карбоновые карбонатные отложения, мраморы и известняки карбона, карбонат-флишевые породы среднего карбона (Р.С.Хан и др., 2006 г.).

Дайки спессартитов образуют серии жил северо-восточного простирания в западной части Заркайнарского интрузива, на расстояние 100 м выделяются около 20 жильных тел, мощностью от 5 до 80 см, которые отчетливо секут жильные фации Заркайнарского интрузива – лейкократовые граниты, аплит-граниты и пегматиты, последние образуют систему жил мощностью до 30 см (рис. 2).

Петрография. Структура пород даек лампрофировая с мелкозернистой основной массой, в эндоконтактовой части тонко-, скрытокристаллическая. Порода сильно хлоритизирована и карбонатизирована. Порфировые вкрапленники представлены роговой обманкой, редко, плагиоклазом и пироксеном. Основная масса состоит из мелких призматических зерен роговой обманки (35-45%) и плагиоклаза (50-55%), реже, авгита, небольшого количества калий-натриевого полевого шпата, кварца и магнетита (5%). Плагиоклаз образует простые и полисинтетические сдвойникованные зональные зерна (рис. 3). Химический состав их колеблется от альбита до кислого андезина (табл. 1, ан. 1-4). Небольшое количество Fe^{+2}, видимо, свидетельствует о наличии пойкилитовых включений гематита. Роговая обманка образует длиннопризматические и мелкие зерна с ромбовидным сечением (см. рис. 3). Им характерно широкое развитие черно-бурых ступенчатых вторичных минералов, расположенных перпендикулярно к длине (см. рис. 3). Химический состав изменчивый (см. табл. 1, ан. 5-22), свидетельствующий о наличии вторичных изменений – хлоритизации и карбонатизации. Двуокись кремния от 36,98 до 51,45%, титана – 0,01 до 4,64%, последний приближается к низкотитанистому керсутиту. Встречаются зональные, например, (рис. 4, *б*) в центральной части зонального кристалла (точки 2 а, 3 а). Содержание двуокиси кремния 38,17-38,31%, а на краях – 45,68-43,52%, что соответствует гастингситовой

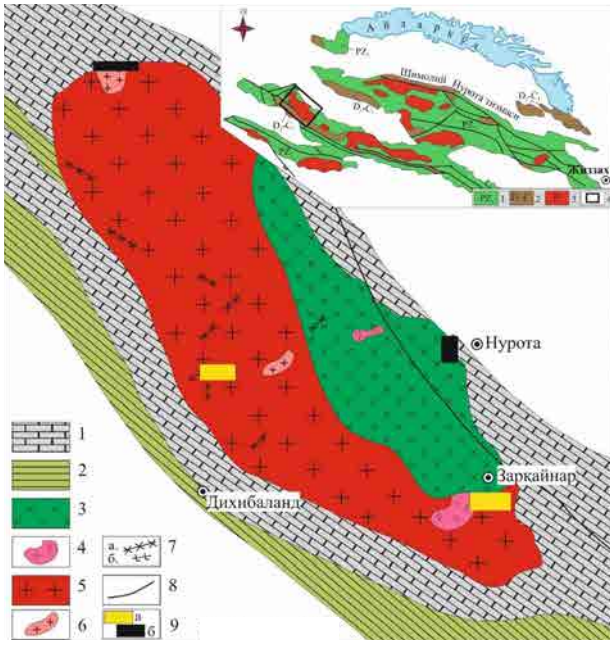


Рис. 1. Схема расположения Заркайнарского интрузива в Нуратинском регионе (по Исамухамедову, 1955). Отложения: *1* – нижнепалеозойские осадочно-метаморфические, *2* – девон-нижнекаменноугольные карбонатные; *3* – верхний карбон-пермские гранитоидные массивы; *4* – место Заркайнарского интрузива. Заркайнарский интрузив: 1 – мраморизованные известняки, кремнистые и брекчиевые породы дарасайской (C_2dr) и актауской свит (Д-C_2 ak); 2 – карбонатно-флишевые отложения кальсаринской (C_{2-3} kl) свиты, кварцевые песчаники, известняки, мергели, аргиллиты и углисто-кремнистые сланцы, алевролиты, песчаники накрутской свиты (C_1nkr); 3 – габбро-диориты и кварцевые диориты; 4 – тоналиты, адамеллиты. *5* – гранодиориты, граниты; *6* – лейкократовые граниты; *7* – гранит-порфиры, лейкограниты (*а*) и дайки лампрофиров (*б*); *8* – разломы; *9* – место проявления редкоземельных элементов (*а*) и скарноидов (*б*).

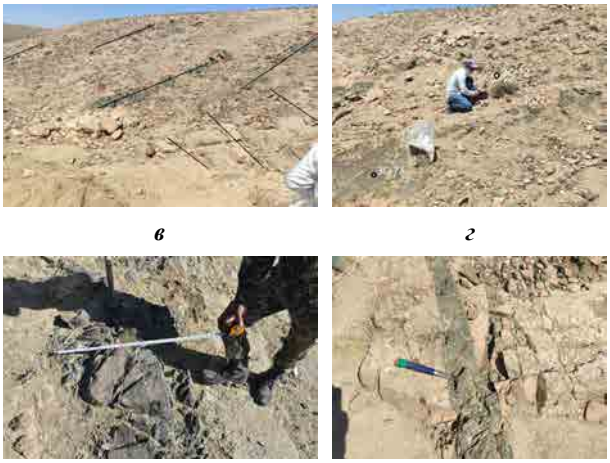


Рис. 2. Взаимоотношение даек спессартитов с гранитами и их жильными отщеплениями.

и чермакитовой молекулам соответственно. По остальным окислам наблюдается аналогичная картина, что свидетельствует о возможности неоднократного выделения обыкновенной роговой

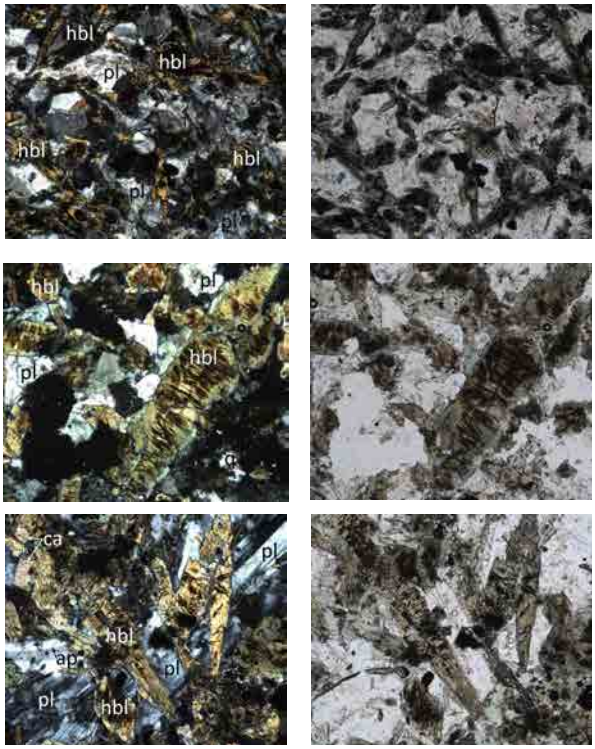


Рис. 3. Состав и структурные особенности даек спессартитов под микроскопом. Состав: роговая обманка, плагиоклаз, хлорит, карбонат, кварц. Структура лампрофировая, обусловленная идиоморфизмом зерен роговой обманки. Объяснение в тексте. Николи скрещенные и параллельные, увел. 100^x.

обманки, вероятно, при воздействии на породы постмагматических растворов.

Калий-натриевый полевой шпат образует неправильные зерна в интерстициях плагиоклаза и роговой обманки и представлен барий-содержащим ортоклазом (см. рис. 3, табл. 1, ан. 28-31). Хлорит развивается по роговой обманке и по химическому составу соответствует рипидолиту (см. рис. 3, табл. 1, ан. 23-27).

Акцессорные минералы, обнаруженные под микроанализатором, представлены апатитом, баритом, сфеном, алланитом, бадделеитом, цирконом, ильменитом, торитом, рутилом, галенитом, хлоридом серебра и др.; химический состав их приводится в табл. 2. Алланит образует зерна размером до 30 ммк (рис. 4, *и*) с характерными лантаноидами (до 18, 65%). Халькопирит – выделения размером до 3 мкм в плагиоклазе, совместно с баритом и цирконом (S = 48,75; Fe = 25,19, Cu – 25,93, Zn = 0,13). Магнетит представлен тремя анализами, в которых содержатся примеси кремния, алюминия, магния, титана, ванадия, хрома в общей сумме около 0,30%, Кальцит представлен 55,48% кальций оксидом с примесью магния, марганца, железа и стронция, В химическом составе кварца содержится трехвалентное же-

Таблица 1

Химический состав главных породообразующих минералов спессартитов Заркайнарского интрузива (результаты микрозондового анализа)

Оксисл	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
SiO_2	66,08	66,87	67,53	65,21	41,46	45,72	41,22	41,80	38,79	41,95	41,81	47,18	45,68	38,17	38,31	43,52	51,46	50,43	45,87	38,56	37,70	36,98	28,70	29,84	31,18	28,90	29,49	63,19	62,82	62,28	62,79
TiO_2					2,01	1,57	2,92	1,54	1,02	4,64	0,50	0,45	0,25	1,40	1,59	0,41	0,01	0,18	0,37	1,24	0,07	0,18	0,12	0,02		0,09						
Al_2O_3	21,80	20,99	20,06	22,30	11,53	10,00	11,46	11,33	13,20	11,72	10,51	8,58	10,07	13,94	13,73	10,36	5,61	5,93	9,53	13,54	19,48	16,54	16,75	18,46	18,44	16,97	17,18	18,54	18,50	18,50	18,54
Fe_2O_3		0,08	0,33	0,28																			20,22	21,07						0,38	0,25
FeO					13,83	11,95	7,90	16,22	17,82	8,87	15,93	13,86	14,50	18,16	17,81	15,82	11,34	11,40	14,48	17,92	15,05	18,13			19,55	19,29	19,59				
MnO					0,37	0,29	0,14	0,36	0,41	0,30	0,30	0,30	0,26	0,38	0,37	0,24	0,38	0,33	0,25	0,30	0,06	0,16	0,34	0,18	0,25	0,31	0,26				
MgO					11,65	14,37	15,14	10,22	9,03	14,63	10,78	13,79	12,01	8,90	9,11	11,49	15,44	14,94	12,45	8,79	0,77	0,52	19,22	20,19	21,16	19,58	19,74				
CaO	2,31	1,50	0,85	2,92	11,06	11,72	11,21	11,33	11,44	11,41	11,61	11,82	11,61	11,42	11,33	11,67	12,13	11,95	11,85	11,30	20,67	21,60		0,33	0,24	0,12	0,16	0,02			
Na_2O	9,75	9,80	10,76	9,11	1,79	1,27	1,60	1,50	1,88	1,66	1,34	1,40	1,28	1,85	2,02	1,46	0,62	0,80	1,42	1,82								0,11	0,11		
K_2O	0,02	0,07	0,08	0,02	1,19	0,82	1,25	1,14	1,20	1,49	0,82	0,66	0,59	1,41	1,36	0,68	0,20	0,33	0,53	1,36								16,59	17,08	16,61	16,29
BaO																												2,39	2,36	2,70	2,13
Cr_2O_3						0,18	0,16			0,26	0,16	0,08											0,71	0,07		0,09					
V_2O_3						0,16	0,18		0,07	0,08	0,01	0,08	0,16	0,08	0,03	0,09					0,24	0,25	0,07	0,05	0,05					0,08	
SO_3																															
∑	99,96	99,31	99,61	99,84	94,89	98,05	93,18	95,44	94,86	97,01	93,77	98,2	96,41	95,71	95,66	95,74	97,19	96,29	96,75	94,83	94,04	94,36	86,13	90,21	90,87	85,35	86,42	100,84	100,87	100,47	100,08

Примечание. 1-4 – плагиоклаз, 5-22 – роговая обманка (10 – близок к керсититу, 13-16, 17-22 – зональные роговые обманки), 23-27 – хлорит, 28-31 – ортоклаз.

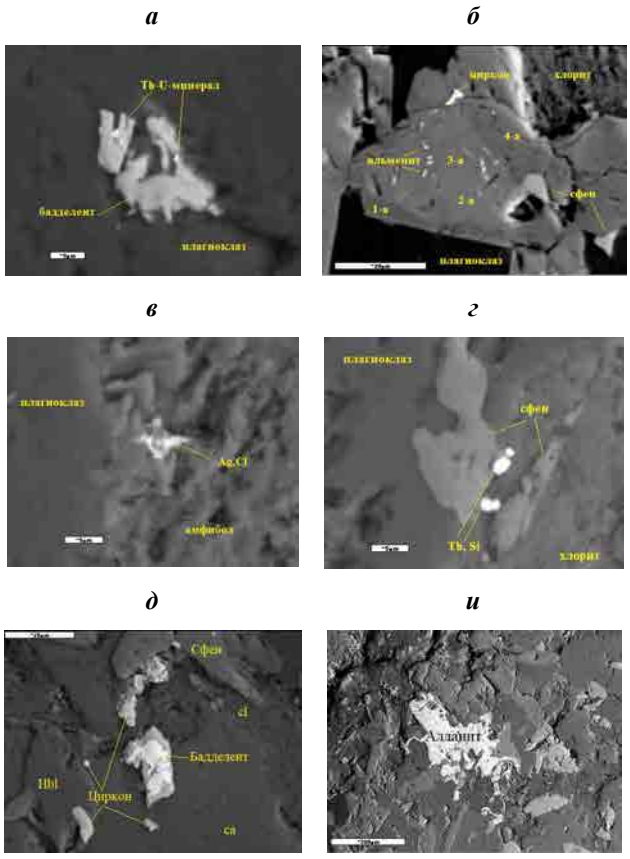


Рис. 4. Форма встречаемости акцессорных и породообразующих минералов даек спессартитов Заркайнарского интрузива. Объяснение в тексте. Микрофотографии сняты на электронном микроанализаторе Jeol-8800Rh (Япония) Института геологии и геофизики им. Х.М.Абдуллаева (оператор М.А.Ким).

лезо до 0,91%, видимо, из-за микровключений железосодержащих минералов. Характерно наличие белого творожного осадка хлорида-серебра в виде единчиных зерен размером до 8 ммк (см. рис. 4, *в*). Широко развиты бадделеиты в ассоциации с цирконом, урано-торитом, которые выделяются по амфиболу (см. рис. 4, *а, д*).

Отметим, что во многих акцессорных минералах присутствуют в том или ином количестве лантаноиды, редкие и рассеянные элементы. Микроанализатором также зафиксированы некие минералы Se и Sb с кремнием и силикат с примесью Se и In (табл. 3).

Обсуждение полученных результатов. Химический состав пород даек, аплитов и гранитов Заркайнарского интрузива приведен в табл. 4, анализ которой показывает, что по содержанию кремнезема резко отличаются спессартиты от гранитов и их жильных отщеплений, иллюстрирующиеся на диаграмме (рис. 5). Спессартиты натриевой серии (см. рис. 5) характеризуются высоким содержанием титана, железа, магния, кальция, натрия и фосфора, низким коэффициентом

Таблица 2

Химический состав акцессорных и рудных минералов спессартитов Заркайнарского интрузива (результаты микрозондового анализа)

Окисел	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
SiO_2					28,12	28,07	27,94	27,83	0,65	0,86	34,75	33,31	31,80	30,82	30,49	32,10	33,52	1,36	2, 63	2,04			
TiO_2					35,72	37,80	35,36	34,41			0,17	0,30	0,27	0,40	0,74	0,57	0,07	2,61	3,11	0,51	1,93		
Al_2O_3					0,12	0,06		0,99	0,07	0,14	19,45	18,02	17,23	15,68	14,46	14,27	19,78	0,10	0,30	0,32			
Fe_2O_3	0,44	0,59		0,30	1,45	1,12		2,11	0,31		13,49		12,83					2,26	2,47	1,12	1,66		
FeO			0,32				1,40			0,09		12,04		13,50	14,51	13,59	12,15						
MnO											0,29	0,23	0,19		0,18	0,37	0,12						
MgO											1,19	1,36	1,04	0,94	0,94	1,18	0,85						
CaO	1,80	1,35	4,88	2,13	27,62	27,89	27,64	27,66	53,34	53,42	15,17	13,44	14,88	14,05	14,13	12,30	18,70	0,40	0,54	0,26	0,39		
P_2O_5									39,34	39,51													
SrO	8,67	8,86	5,59	3,22																			
BaO	54,04	52,72	54,69	59,93																			
ZnO																							
PbO											0,05									0,57			
SO_3	35,05	36,63	35,46	34,38							0,20												
Cr_2O_3																							
V_2O_3					0,49	0,47	0,47	0,56				0,12				0,27		0,05	0,06				
ZrO_2					2,30	0,94	2,34	1,44										87,09	84,82	69,11	88,4		
Y_2O_3					2,74	2,13	2,76	2,16				0,10	0,70	0,73	0,90		0,64						
Nb_2O_5					1,32	1,08	1,48	1,45										2,79	2,57				
HfO_2																		1,00	0,59		0,38		
ThO_2													0,15	0,12	0,01	0,79		0,55	0,51	17,55	0,65		
UO_2																0,16		1,17	1,35	5,86	3,26		
La_2O_3									0,19	0,33	4,63	7,08	6,50	7,48	8,23	6,86	1,60						
Ce_2O_3						0,16	0,24	0,50	0,33	0,58	8,38	9,92	7,99	8,10	7,92	7,34	3,53						
Pr_2O_3											0,60	0,31	0,33			0,27							
Nd_2O_3											1,99	1,32	0,94	0,85	0,78	1,25	0,93						
Sm_2O_3											0,01	0, 02					0,09						
∑	100,00	100,15	100,94	99,96	99,88	99,72	99,63	99,11	94,23	94,93	100,37	97,55						99,38	96,32	97,34	99,61		

Примечание. 1-4 – барит, 5-8 – сфен, 9, 10 – апатит, 11-17 – алланит, выделения р-ром до 30 мкм, 18-20 – бадделеит, часто совместно с цирконом и выделением Th-U-минерала.

Продолжение табл. 2

Окисел	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
SiO_2	32,97	32,82	33,20	32,81		19,97	21,93					0,36	0,52
TiO_2					47,76	10,06	2,54	99,24	49,77	40,66	45,25		
Al_2O_3	0,46	0,58	0,63	0,75		6,05	8,42						0,15
Fe_2O_3	0,18	0,50		0,87	48,30	7,03	8,29						
FeO			0,50		2,77				42,27	55,24	51,28	0,40	0,64
MnO									7,69	3,82	3,29		
MgO						5,49	8,38						
CaO				0,23		10,87	4,45					55,96	54,72
Na_2O						0,32						0,40	0,42
K_2O						0,16	0,21						
P_2O_5												40,52	41,15
PbO						0,73	1,02						
V_2O_3					0,65	0,83	1,82	0,76	0,27	0,29	0,19		
ZrO_2	65,35	65,38	64,66	63,97									
Nb_2O_5	1,04	0,30		0,68	0,52								
HfO_2	0,90	0,75	1,01	0,69									
ThO_2						24,59	31,86						
La_2O_3													0,18
Ce_2O_3												0,14	0,07
Pr_2O_3												0,09	
∑	100,9	100,33	100,00	100,00	100,00	86,1	88,92	100,00	100,00	100,01	100,01	97,87	97,85

Примечание. 1-4 – циркон, 5 – ильменит, выделение в роговой обманке, размер до 4 ммк, 6, 7 – торит (см. рис. 4, *г*) (ярко-белое), 8 – рутил, 9-11 – выделения ильменита в амфиболе, 12, 13 – апатит.

Таблица 3

Химический состав сульфидных минералов даек спессартитов Заркайнарского интрузива

Элемент	1	2	3	Элемент	4	Элемент	5
S	2,30	47,07	46,22	Si	18,18	Al	6,84
Fe		0,66	0,94	Mn	0,17	Si	32,70
Ag	61,59	1,38	0,65	Fe	6,12	Cl	0,31
Br	4,12			Se	47,75	Ca	12,44
Cl	32,00			Sb	27,78	Ti	6,16
Pb		50,88	52,19			Fe	7,29
						Cu	2,15
						Ga	3,35
						Se	19,84
						In	8,98
∑	100,01	99,99	100,0		100,00		100,06

Примечание. (ЗС-47) 1 – Ag-Cl- минерал? 2, 3 – галенит, 8 ммк; 4, 5 – посторонние частицы, размером до 8 мкм, единичные зерна, белый творожистый осадок хлорида серебра.

глиноземистости, высокой фемичностью, диопсид-гиперстен нормативными свойствами (см. табл. 4).

Спессартиты по сравнению с гранитами обогащены литием, бериллием, скандием, элементами группы железа, медью, цинком, мышьяком, стронцием, иттербием, РЗЭ, гафнием, танталом, висмутом, торием и др. (рис. 6).

В табл. 5 приведены содержания РЗЭ в гранитах, аплитах, пегматитах и спессартитах, где четко видно, что в пегматитах суммарное их содержание достигает 635,61 г/т, в спессартитах – до 924,11 г/т, а в гранитах и аплитах – до 147,27 г/т. Это хорошо заметно на спайдер-диаграмме по кривым распределения (рис. 7).

ВЫВОДЫ

В заключение можно отметить, что повышенное содержание РЗЭ обусловлено наличием циркона, ортита и бадделеита, которые часто встречаются в аншлифах, и зафиксированы под микроанализатором. Такое содержание на других участках интрузива не зафиксировано. Это локальное проявление, т. е. под этой местностью развития спессартитов и пегматитовых жил имеется рудная зона, обогащенная РЗЭ.

Таблица 4

Химический состав пород Заркайнарского интрузива, мол.%

Окисел	1	2	3	4	5	6	7
	ЗС-46	ЗС-48	ЗС-50	ЗС-73	ЗС-33	ЗС-66	ЗС-70
SiO_2	46,75	46,13	45,37	49,24	69,95	70,63	73,49
TiO_2	2,10	2,79	2,80	1,45	0,33	0,33	0,04
Al_2O_3	14,55	14,09	13,62	22,34	14,56	14,39	15,29
Fe_2O_3	3,97	5,54	6,30	2,07	0,28	0,93	0,17
FeO	5,96	6,68	6,25	6,14	1,40	1,27	0,29
MnO	0,16	0,14	0,15	0,01	0,05	0,03	0,07
MgO	8,87	6,90	6,48	4,39	0,73	0,75	1,34
CaO	8,69	9,21	9,87	7,58	3,43	2,54	2,31
Na_2O	2,99	3,49	3,46	1,25	3,50	3,73	2,14
K_2O	0,97	0,85	0,83	0,86	3,84	3,62	2,67
P_2O_5	1,28	1,28	1,70	0,08	0,17	0,11	0,22
П.п.п.	2,98	2,04	2,27	2,23	0,79	0,68	1,40
H_2O	0,10	0,11	0,16	0,24	0,11	0,10	0,10
CO_2	0,69	0,69	0,55	0,20	0,10	0,10	0,20
∑	100,06	99,94	99,81	99,02	99,24	99,21	99,92
al’	0,77	0,74	0,72	-	6,04	4,88	-
f’	20,9	21,91	21,83	-	2,74	3,28	-
Кф	52,82	63,91	65,95	-	69,71	74,58	-
Na_2O+K_2O	3,96	4,34	4,29	-	7,34	7,35	-
Na_2O/K_2O	3,08	4,11	4,17	-	0,91	1,03	-
Кварц	-	-	-	-	27	28,59	-
Плагиоклаз	48,56	49,65	48,15	-	42,14	43,12	-
Ортоклаз	5,73	5,02	4,9	-	22,69	21,39	-
Нефелин	-	-	-	-	-	-	-
Корунд	-	-	-	-	-	0,04	-
Диопсид	8,85	13,37	14,42	-	2,53	-	-
Гиперстен	15,64	9,21	10,05	-	2,36	2,89	-
Оливин	4,6	3,37	0,69	-	-	-	-
Ильменит	3,39	5,3	5,32	-	0,63	0,63	-
Магнетит	5,76	8,03	9,14	-	0,4	1,35	-
Апатит	2,97	2,97	3,94	-	0,39	0,25	-
Li	40,0	32,0	22,0	31,78	5,50	15,0	1,83
Be	2,10	1,80	2,70	3,01	2,00	1,60	1,38
B	27,0	41,0	18,0	-	55,0	17,0	-
Sc	20,0	16,0	21,0	11,32	3,40	5,50	1,19
V	190	200	230	199,57	29,0	36,0	3,50
Cr	300	140	90,0	106,09	43,0	35,0	26,23
Co	41,0	44,0	42,0	35,11	3,50	4,00	1,30
Ni	170	66,0	50,0	73,27	65,0	5,20	5,62
Cu	73,0	61,0	65,0	61,16	33,0	29,0	19,21

Окисел	1	2	3	4	5	6	7
	ЗС-46	ЗС-48	ЗС-50	ЗС-73	ЗС-33	ЗС-66	ЗС-70
Zn	160	170	190	185,55	29,0	41,0	40,25
Ga	26,0	26,0	36,0	30,86	30,0	31,0	7,81
As	200	140	120	1,92	83,0	190	0,93
Se	3,10	2,90	2,80	0,51	3,10	3,20	0,39
Rb	25,0	13,0	14,0	29,14	52,0	62,0	100,35
Sr	1000	1600	1800	2 185,58	750	800	45,27
Y	30,0	25,0	32,0	27,03	13,0	11,0	2,39
Zr	240	230	270	265,17	42,0	30,0	44,78
Nb	80,0	65,0	99,0	90,95	23,0	9,60	12,29
Mo	1,70	2,20	2,40	4,10	3,70	1,40	40,82
Ag	0,520	0,500	0,550	0,72	0,160	0,120	0,50
Cd	0,160	0,120	0,180	0,70	0,039	0,030	0,67
In	0,099	0,100	0,100	0,34	0,049	0,020	0,26
Sn	2,20	2,60	3,00	3,38	2,00	1,00	1,46
Sb	0,280	0,250	0,230	-	0,270	0,120	-
Cs	0,450	0,150	0,170	0,93	1,10	2,00	1,31
Ba	1300	1300	2300	1 324,85	2000	2100	155,20
La	130	120	160	190,32	44,0	41,0	4,72
Ce	270	270	350	375,85	50,0	53,0	6,68
Pr	23,0	25,0	32,0	40,00	9,00	8,30	1,35
Nd	85,0	93,0	110	93,70	29,0	27,0	1,76
Sm	12,0	14,0	17,0	23,59	4,00	4,50	0,80
Eu	3,30	3,60	4,60	4,07	1,40	1,50	0,61
Gd	10,0	11,0	13,0	14,59	3,50	3,50	0,87
Tb	1,30	1,30	1,50	1,06	0,420	0,430	0,10
Dy	6,50	6,10	7,20	6,97	2,30	2,40	0,51
Ho	1,10	0,940	1,20	0,81	0,440	0,420	0,11
Er	2,90	2,40	2,90	2,64	1,40	1,20	0,30
Tm	0,370	0,280	0,350	0,24	0,190	0,160	0,06
Yb	2,40	1,70	2,10	1,71	1,40	1,10	0,40
Lu	0,330	0,220	0,290	0,22	0,220	0,160	0,10
$\sum_{РЗЭ}$	548,2	549,54	702,14	755,77	147,27	144,67	18,37
Hf	4,90	5,30	6,10	-	1,30	1,00	-
Ta	3,70	3,50	4,40	3,89	1,80	0,76	1,12
W	0,420	0,210	0,620	0,44	0,60	0,36	0,25
Tl	0,150	0,092	0,140	0,07	0,28	0,32	0,28
Pb	13,0	12,0	16,0	27,91	12,0	13,0	26,37
Bi	0,280	0,110	0,320	0,33	0,04	0,03	0,09
Th	10,0	4,30	7,40	15,17	11,0	8,90	4,65
U	3,20	2,00	2,40	4,39	0,200	0,200	2,31

Примечание. 1-4 – спессартиты, 5, 6 – биотитовые граниты главной фазы Заркайнарского интрузива, 7 – аплиты.

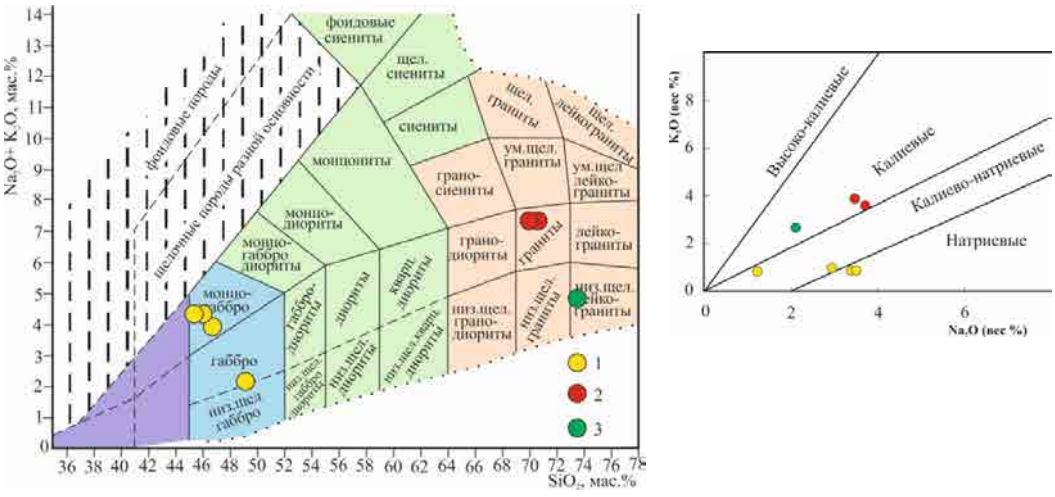


Рис. 5. TAS-диаграмма и Na_2O-K_2O для пород Заркайнарского интрузива. *1* – спессартиты; *2* – биотитовые граниты; *3* – аплиты.

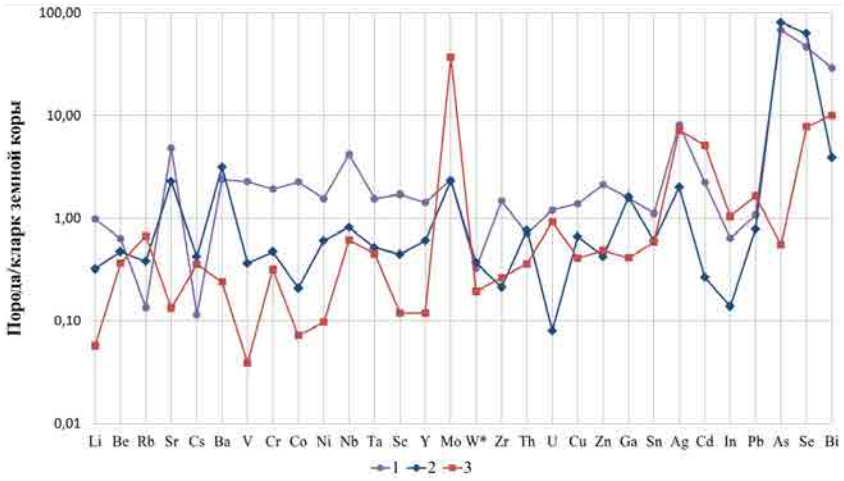


Рис. 6. Спайдер-диаграмма распределения содержаний элементов-примесей в породах Заркайнарского интрузива. *1* – дайки спессартитов; *2* – биотитовые граниты главной фазы; *3* – аплиты.

Таблица 5

Содержание РЗЭ в породах Заркайнарского интрузива

П/п	Номер пробы	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	∑РЗЭ
1	ЗС-33	44,0	50,0	9,00	29,0	4,00	1,40	3,50	0,420	2,30	0,440	1,40	0,190	1,40	0,220	147,27
2	ЗС-66	41,0	53,0	8,30	27,0	4,50	1,50	3,50	0,430	2,40	0,420	1,20	0,160	1,10	0,160	144,67
3	ЗС-70	4,72	6,68	1,35	1,76	0,80	0,61	0,87	0,10	0,51	0,11	0,30	0,06	0,40	0,10	18,37
4	ЗС-72	156,85	318,40	34,16	80,10	19,79	3,44	11,96	0,93	5,59	0,66	2,06	0,19	1,30	0,18	635,61
5	ЗС-73	190,32	375,85	40,00	93,70	23,59	4,07	14,59	1,06	6,97	0,81	2,64	0,24	1,71	0,22	755,77
6	ЭС- 46	130	270	23,0	85,0	12,0	3,30	10,0	1,30	6,50	1,10	2,90	0,370	2,40	0,330	548,2
7	ЭС- 47	190	400	37,0	130	20,0	4,60	15,0	1,70	7,40	1,10	2,90	0,320	1,90	0,250	812,17
8	ЭС- 48	120	270	25,0	93,0	14,0	3,60	11,0	1,30	6,10	0,940	2,40	0,280	1,70	0,220	549,54
9	ЭС- 49	210	460	43,0	150	22,0	5,40	17,0	1,80	8,00	1,20	3,00	0,340	2,10	0,270	924,11
10	ЭС- 50	160	350	32,0	110	17,0	4,60	13,0	1,50	7,20	1,20	2,90	0,350	2,10	0,290	702,14

Примечание. 1, 2 – биотитовые граниты главной фазы интрузива, 3 – аплит, 4 – пегматитовая жила, 5-10 – спессартиты.

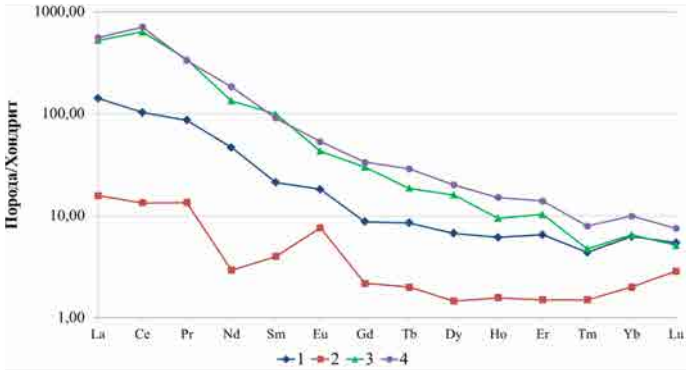


Рис. 7. Спайдер-диаграмма распределения содержаний РЗЭ в породах Заркайнарского интрузива. *1* – биотитовые граниты главной фазы интрузива; *2* – аплиты; *3* – пегматитовая жила; *4* – дайки спессартитов.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Далимов Т.Н., Ганиев И.Н.* Эволюция и типы магматизма Западного Тянь-Шаня. - Т.: Университет, 2010. - 226 с.

2. *Конопелько Д.Л.* Палеозойский гранитоидный магматизм Западного Тянь-Шаня: Автореферат дисс… докт. геол.-мин. наук. - Санкт-Петербург, 2020. - 46 с.

3. *Ахунджанов Р.* О рудоносности гранитоидного магматизма // Геология и минеральные ресурсы. - 2019. - № 1. - С. 32-36.

4. *Ахунджанов Р., Мамарозиков У.Д., Усманов А.И. и др.* Петрогенезис потенциально рудоносных интрузивов Узбекистана (на примере Чаткало-Кураминского и Нуратинского регионов). - Т.: Фан, 2014. - 352 с.

5. *Pearce J.A., Harris N.B.W., Tindle A.G.* Trace element discrimination diagrams for the tectonic interpretation of granitic rocks // J. of Petrology. - 1984. - Vol. 25. - P. 956-983.

6. *Maeda J.* Opening of the Kuril Basin deduced from the magmatic history of Central Hokkaido, North Japan // Tectonophysics. - 1990. - № 174. - P. 235-255.

© А.Е.Антонов, 2024

А.Е.Антонов

СОВРЕМЕННОЕ ПОНИМАНИЕ ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЫ МУРУНТАУСКОГО РУДНОГО ПОЛЯ, ВОЗМОЖНОСТИ УВЕЛИЧЕНИЯ ЗАПАСОВ



Антонов Александр Евгеньевич –
главный научный сотрудник ИГиГ им. Х.М.Абдуллаева, докт. г.-м. наук.
E-mail: alexander.e.antonov@gmail.com

Введение. Особенности геологического строения месторождения Мурунтау, как и всего Мурунтауского рудного поля (МРП), стали предметом пристального внимания исследователей со времени его открытия (1958 г.) и начала промышленной отработки в 1968 г. Месторождение детально изучалось силами ведущих научно-исследовательских учреждений, преимущественно Узбекистана и России.

До настоящего времени нет единства в отнесении тех или иных объектов к МРП, в определении его границ и возможностей увеличения запасов. Согласно определениям (В.М.Крейтер, В.И.Смирнов, В.И.Старостин), под рудным полем понимается небольшой участок земной коры, включающий серию пространственно сближенных, генетически родственных, структурно связанных и близких по времени образования месторождений полезных ископаемых. Считается, что площадь рудного поля составляет от 10 до 100 км^2, но, в зависимости от типа оруденения, может быть и больше. «Горная энциклопедия» дополняет это определение «общностью происхождения в границах общей рудолокализующей структуры и *единого геохимического ореола*».

Какие же месторождения, участки целесообразно включить в пределы МРП, исходя из этих определений?

Изучение месторождения и его рудного поля можно разделить на два этапа: 1) со времени открытия до середины 1990-х гг., 2) с середины 1990-х гг. до настоящего времени. Результаты первого этапа изучения изложены в капитальной монографии «Золоторудное месторождение Мурунтау» [4]. К тому времени была завершена разведка мегаштокверка Мурунтау, пробурены несколько глубоких и одна сверхглубокая (4294 м) скважины, завершены первые три очереди отработки месторождения. В монографии месторождение описывалось в качестве гигантского золотоносного мегаштокверка общей площадью 3 км^2, отнесенному к «малосульфидному золото-кварцевому кызылкумскому геолого-промышленному типу со свободным золотом».

В статье И.Х.Хамрабаева с соавторами [19] охарактеризованы дополнительные особенности месторождения Мурунтау и его рудного поля, уточняющие его структурную позицию и прогнозную оценку, в частности, размещение МРП в зоне Северо-Нуратинско-Кызылкумского разлома глубинного, верхнемантийного заложения, являющегося, наряду с Южно-Ферганским разломом, граничной зоной между Срединным и Южным Тянь-Шанем. Авторы отмечали, что в Центрально-Кызылкумском районе этот разлом образует виргации северо-западной и субширотной ориентировки, проявляющиеся в форме «парных разломов», с признаками интенсивных сколовых и сдвиговых деформаций.

Зоны парных разломов (Южный-Структурный; Бесапантау-Дайковый) охарактеризованы как главные рудоконтролирующие структуры МРП. По мнению авторов, благоприятность рудоконтролирующих факторов возрастает на глубоких горизонтах юго-восточного фланга МРП, где авторы указывали на возможность обнаружения значительных запасов руд, пригодных для подземной, шахтной отработки.

В период с конца 1990-х - начала 2000-х гг. продолжалось изучение месторождения Мурунтау и его рудного поля силами Навоийского комбината, Госкомгеологии РУз с участием видных зарубежных ученых. В частности, продолжалось изучение геодинамической эволюции магматизма и золотого оруденения с детальным определением абсолютного возраста пород и руд [7, 25]. Изучение условий локализации оруденения в рудном поле и в Тамдытауском районе в целом велось с использованием разных методических подходов – структурного, геофизического, минералого-геохимического, статистического [18]. Особое внимание уделялось обоснованию перспектив расширения минерально-сырьевой базы МРП и целесообразности перехода к комбинированной, подземной отработке месторождения Мурунтау [2, 8, 10, 17, 19].

Увеличению выпуска конечной продукции – золота – способствовали многолетние исследования по совершенствование технологических процессов переработки золотосодержащих руд под руководством генерального директора НГМК К.С.Санакулова.

Цель данного исследования – уточнение структурной позиции МРП в Центрально-Кызылкумском рудном районе, подведение итогов изучения факторов локализации оруденения, обоснование границ рудного поля и перспектив прироста запасов на флангах и на глубину.

Методика исследований. Методы исследований включали структурный анализ, изучение результатов анализов проб рудовмещающих пород и руд, отобранных на поверхности, а также керна скважин, с использованием сканирующего электронного микроскопа, в частности, для определения частиц наноразмерного золота и др.

Структурный анализ включал изучение взаимосвязей стратиграфических единиц, блоковой тектоники, с использованием данных сейсмо-, грави- магниторазведки. Корреляционный метод преломленных волн (КМПВ) – разновидность сейсморазведки, основанный на изучении первых и последующих вступлений преломленных волн, исследовании формы их колебаний и их фазовой корреляции, – подтвердил местоположение стержневого разлома Мурунтау-Даугызтауского золоторудного тренда.

Изучение региональной структуры базировалось на положениях тектоники плит, на реставрации истории формирования Туркестанского палеоокеана, включающей процессы субдукции, коллизии литосферных блоков. Методы дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ), дешифрирование космоснимков использованы в качестве дополнительных критериев при выделении рудоконтролирующих региональных структур.

Положение Мурунтауского рудного поля в Кызылкумском рудном районе

Мурунтауское рудное поле занимает юго-восточную оконечность гор Тамдытау на границе с мезо-кайнозойскими отложениями Сардаринской впадины (рис. 1). Показанный на схеме контур рудного поля включает как выходящие на поверхность палеозойские обнажения, так и минерализованные зоны, скрытые под чехлом мезо-кайнозоя.

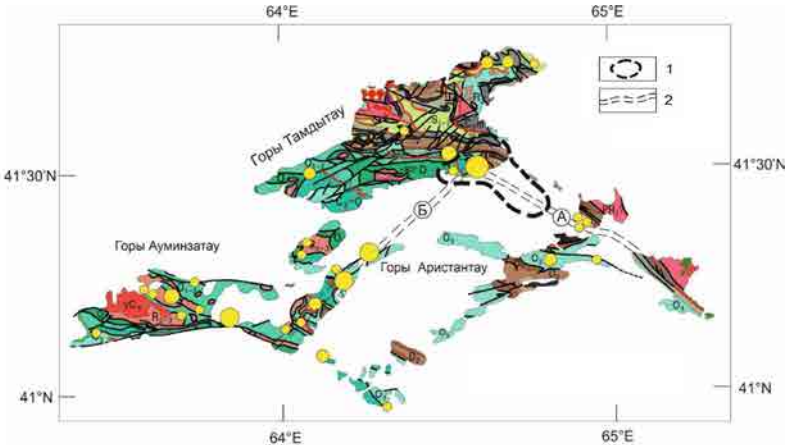


Рис. 1. Положение Мурунтауского рудного поля в Кызылкумском рудном районе. На основе Карты месторождений полезных ископаемых Республики Узбекистан. Авторы: В.В.Михайлов, В.В.Чирикин, Н.Г.Саидова, Б.И.Пинхасов, 2017 г. *1* – контур Мурунтауского рудного поля; *2* – золоторудные тренды: А – Мурунтау-Айракский, Б – Мурунтау – Даугызтауский. Прочие усл. обозн. см. Карту месторождений полезных ископаемых.

Глубины залегания палеозойского фундамента под мезо-кайнозойскими отложениями Сардаринской впадины отражены на рис. 2. Эта впадина, примыкающая с юга к МРП, играет важную роль в геологическом строении Центрально-Кызылкумского района [2]. Заполняющие ее мезо-кайнозойские отложения мощностью до 500 м перекрывают рудовмещающие породы палеозоя и ограничивают возможности рентабельной отработки перекрытого оруденения. Предполагается, что при глубинах залегания до 100-150 м выявленные бурением рудные тела могут быть объектом открытой отработки, а при более глубоком залегании (до 300 м, а где-то и более) возможна подземная отработка.

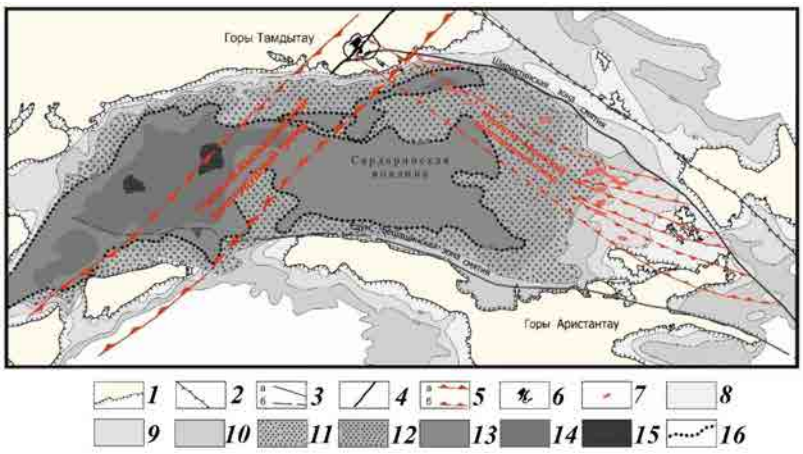


Рис. 2. Глубины залегания палеозойского фундамента под мезо-кайнозойскими отложениями Сардаринской впадины. Составили А.Е.Антонов, С.Орипов. *1* – границы выходов палеозойских пород; *2* – Бесапан-Северонуратинский разлом; *3* – региональные зоны смятия: *а* – установленные, *б* – предполагаемые; *4* – Южный разлом; *5* – золоторудные тренды: *а* – установленные, *б* – предполагаемые; *6* – штокверки МРП; *7* – ореолы золота с содержанием более 0,1 г/т. Глубина залегания палеозойских отложений под чехлом Mz-Kz, м: *8* – до 50, *9* – 50-100, *10* – 100-150, *11* – 150-200, *12* – 200-300, *13* – 300-400, *14* – 400-500, *15* – 500 и более; *16* – границы глубины залегания палеозойского фундамента менее 300 м.

На рис. 3 показана схема геологического строения МРП со скрытыми минерализованными зонами северо-восточного фланга. Так, вмещающими породами всех месторождений МРП (как и других месторождений Кызылкумского района) являются метатерригенные отложения бесапанской свиты, представленные тонкослоистыми углеродистыми песчаниками, алевролитами, сланцами. Возраст свиты, несогласно налегающей на вулканогенно-кремнисто-карбонатную тасказганскую свиту (PR_2?; $Є$-O_2?) и трансгрессивно перекрываемой карбонатными отложениями девона-карбона, большинством авторов датируется как O_2-S_1.

Kempe et al. [28] объяснили позицию месторождения Мурунтау расположением на пересечении двух сдвиговых зон: северо-восточного направления – Мурунтау-Даугызтау и субширотного – Тамдытау-Сангрунтау, идентифицированных по геофизическим данным без анализа деталей их геологического строения.

Нами на основе изучения геолого-геофизических данных по палеозойской части МРП и перекрытому мезо-кайнозойским чехлом фундаменту Сардаринской впадины выделен Мурунтау-Айракский золоторудный тренд [1]. Это один из десятка намеченных структурных трендов в Центрально-Кызылкумском рудном районе [23]. Термин «структурный», «золоторудный тренд» используется по аналогии с золоторудной провинцией Невады («Карлин-тренд») и по содержанию примерно соответствует «рудной зоне» в отечественной литературе. Мы проанализировали геологическую структуру отдельных трендов с учетом результатов аэромагнитной, наземной магнитной, гравиметрической и электроразведочной съемок. Пересечением двух из них определяется позиция МРП.

Мурунтау-Айракский золоторудный тренд включает рудные тела Мурунтау и Мютенбая в палеозойской части возвышенности Тамдытау, а далее в восток-юго-восточном направлении – вскрытые бурением под мезо-кайнозойским чехлом минерализованные зоны месторождения Триада (Чукуркудук) и вытянутые в этом же направлении геохимические ореолы золота и мышьяка, выявленные картировочным геохимическим бурением в фундаменте Сардаринской впадины (М.Т.Хон и др., 1994).

Сопровождающим этот тренд дизъюнктивным нарушением является изгибающаяся в восток-юго-восточном направлении ветвь субширотного Южного разлома (см. рис. 3).

Как отмечалось, пары субширотных разломов (Южный-Структурный; Бесапантау-Дайковый) рассматриваются в качестве виргаций Северо-Нуратинско-Кызылкумского глубинного разлома и играют основную рудоконтролирующую роль в районе Мурунтау [19].

Согласно И.Х.Хамрабаеву, а также П.Ф.Иванкину и др. (1984), Северо-Нуратинско-Кызылкумский разлом имеет глубинное,

верхнемантийное заложение и, наряду с Южно-Ферганским, принадлежит к граничной зоне между Срединным и Южным Тянь-Шанем, что соответствует сутурной зоне закрывшегося Туркестанского океана на границе с Казахским микроконтинентом. В районе Центральных Кызылкумов этот разлом образует виргации северо-западной и субширотной ориентировки, выражением которой являются вышеотмеченные парные разломы.

Такое расположение Мурунтау-Айракского тренда, его приуроченность к главной глубинной структуре региона позволяет считать его основным структурным трендом Центрально-Кызылкумского рудного района. Этот тренд прослеживается на 45-50 км от Мурунтау к восток-юго-востоку до сочленения с Шириктинской зоной смятия на севере возвышенности Аристантау, которую можно отнести к единому типу структур с «парными разломами» МРП.

Так, на рис. 4 видно, что в месте сочленения с Шириктинской зоной МАЗТ разделяется на три ветви, приобретая вид «конского хвоста». К каждой из ветвей приурочено рудопроявление (потенциальное месторождение) – Айрак Северный, Айрак Южный, Акказат, вместе образующие потенциальное рудное поле (Айрак-Акказатское) значительных размеров (рис. 5).

В период проведения геолого-разведочных работ в конце 1980-х гг. (А.Е.Сафрошкин, Ю.Н.Шашорин) суммарная оценка прогнозных ресурсов рудопроявлений Айрак Южный, Центральный, Северный и Акказат достигла 150 т золота при среднем содержании 3 г/т.

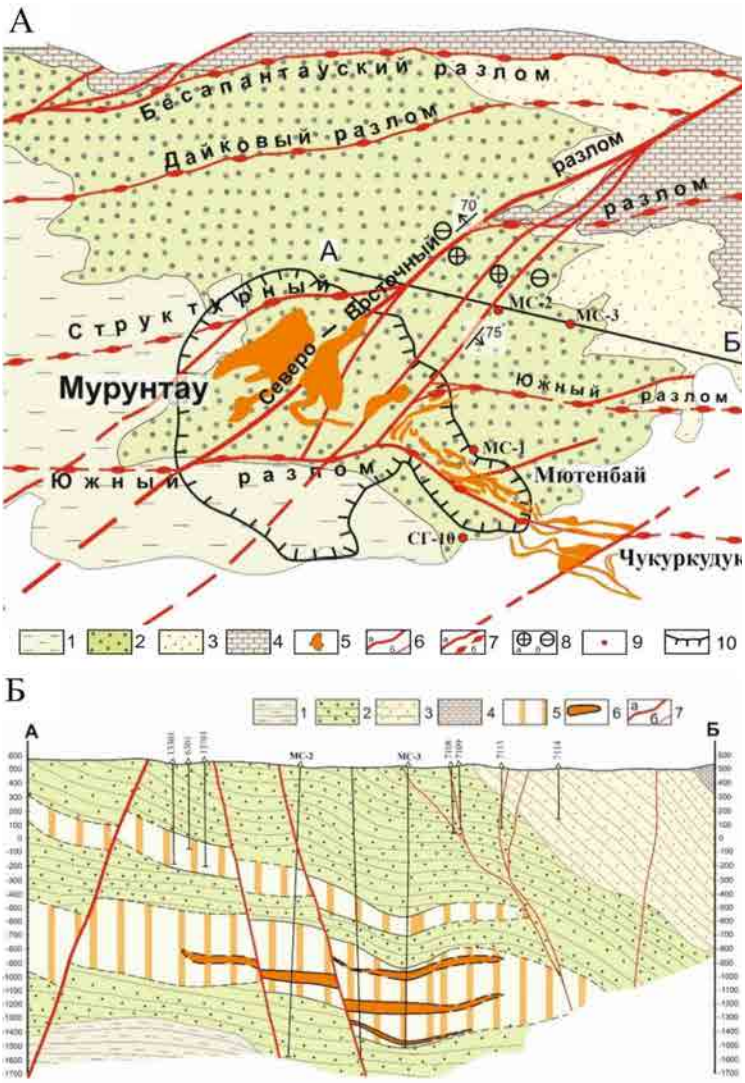


Рис. 3. Схема Мурунтауского рудного поля (А) со скрытыми минерализованными зонами северо-восточного фланга (Б). Составили А.Е.Антонов, С.Г.Орипов с использованием материалов Ю.Ф.Баскакова, А.Т.Бендика, А.К.Воронкова, Г.В.Касавченко, А.И.Образцова, М.Т.Хона и др. **А –** бесапанская свита (O_2-S_1). Подсвита: *1* – вторая bs_2, *2* – третья bs_3 («пёстрый бесапан»), *3* – четвертая bs_2; *4* – известняки, доломиты D_2-C_1; *5* – золоторудные тела; *6* – разломы: *а* – главные, *б* – второстепенные; *7* – блоки: *а* – поднятые, *б* – опущенные; *8* – глубокие скважины; *9* – контур карьера Мурунтау (2022 г.). **Б** – усл. обозн. *1-4, 7* – см. на рис. 3, А; *5* – минерализованные зоны; *6* – потенциальные рудные тела.

Какие же месторождения и участки целесообразно включить в пределы МРП? Опираясь на приведенные выше критерии, в него следует включить месторождения Мурунтау, Мютенбай, Чукуркудук, участок Чукур (Глубокий) на северо-восточном фланге с перспективой обнаружения здесь промышленного оруденения в новой позиции (**нового месторождения**).

Следует ли включить месторождение Бесапантау, расположенное в 5 км северо-западнее, в единое рудное поле с Мурунтау? Несмотря на пространственную близость, с этим не согласуются минералогические критерии.

По данным С.С.Сайитова и В.Д.Цоя [12], в отличие от Мурунтау, наиболее продуктивной здесь является ранняя пирит-арсенопиритовая с золотом парагенетическая минеральная ассоциация, в то время как на Мурунтау на долю этого парагенезиса приходится всего 10% золота. Другая особенность Бесапантау – вы-

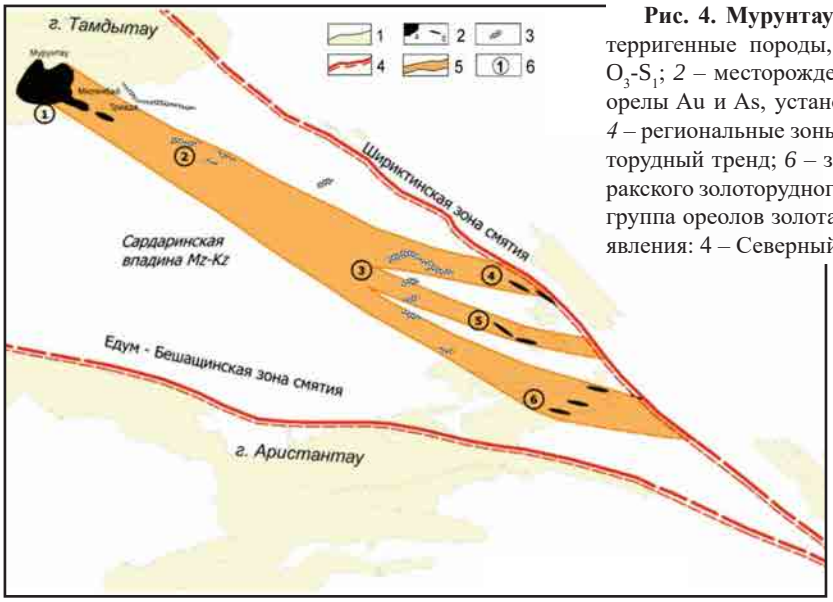


Рис. 4. Мурунтау-Айракский золоторудный тренд. *1* – терригенные породы, преимущественно бесапанской свиты O_3-S_1; *2* – месторождения (*а*), рудопроявления (*б*) золота; *3* – орелы Au и As, установленные бурением под чехлом Mz-Kz; *4* – региональные зоны смятия; *5* – Мурунтау-Айракский золоторудный тренд; *6* – золоторудные проявления Мурунтау-Айракского золоторудного тренда: 1 – Мурунтауское рудное поле; группа ореолов золота: 2 – Западная, 3 – Восточная; рудопроявления: 4 – Северный Айрак, 5 – Южный Айрак, 6 – Акказат.

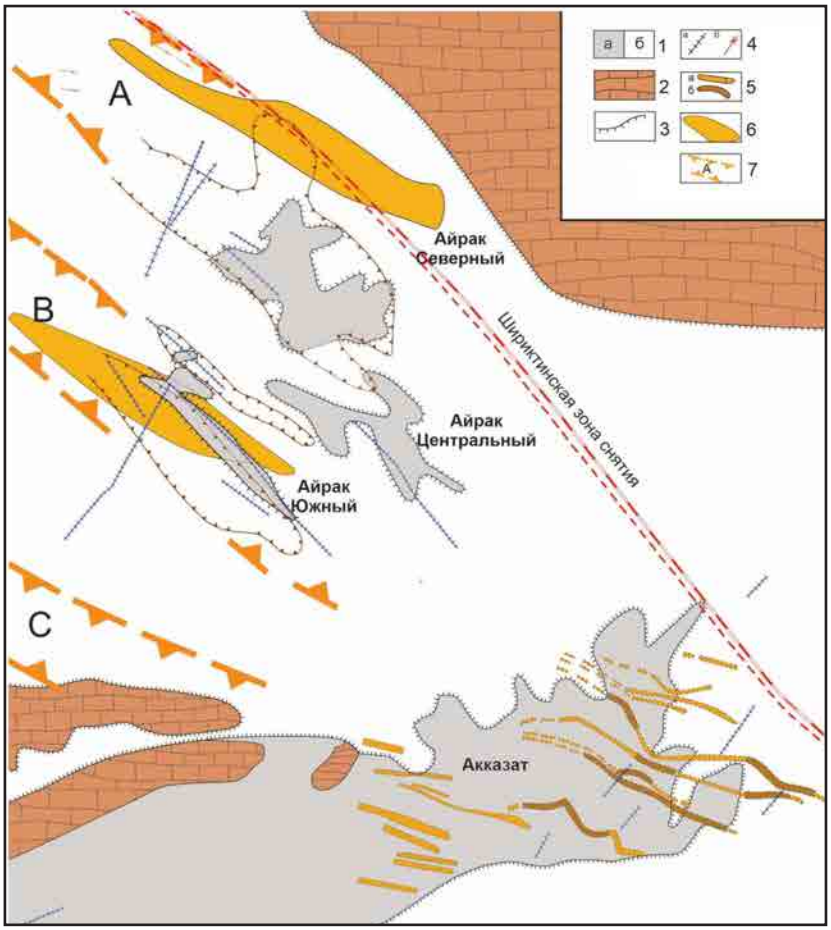


Рис. 5. Айрак-Акказатское рудное поле. Составил А.Е.Антонов с использованием материалов М.Т.Хона, А.Е.Сафрошкина, Э.Х.Яркулова и др. *1* – песчаники, алевролиты, сланцы бесапанской свиты (O_2-S_1) с прослоями кремней (*а* – выходящие на поверхность, *б* – под чехлом мезо-кайнозоя); *2* – известняки, доломиты D_1-C_1; *3* – границы выходов палеозойских пород; *4* – *а* – кварцевые жилы, *б* – дайки основных и кислых пород; *5* – *а* – золотоносные минерализованные зоны, *б* – с содержаниями золота 1 г/т и выше (по Э.Яркулову, 2017); *6* – тела золотоносных биотит-кварц-полевошпатовых метасоматитов (по М.Хону, 1995); *7* – контуры ветвей (A, B, C) Мурунтау-Айракского золоторудного тренда.

сокая сереброносность руд, распространение собственных минералов серебра, в то время как на Мурунтау основная продуктивная шеелит-золото-карбонат-хлорит-калишпат-кварцевая ассоциация характеризуется полным отсутствием в ее составе серебра.

Юго-восточную границу рудного поля, к юго-востоку от месторождения Чукуркудук, следует рассмотреть с учетом следующих обстоятельств.

В 5-15 км юго-восточнее от Чукуркудука картировочным бурением были вскрыты широкие ореолы золота, вольфрама и мышьяка, представляющие западную группу ореолов (М.Т.Хон, 1988), которые следует включить в контур МРП.

Далее в этом направлении палеозойский фундамент с минерализованными зонами погружается под мезо-кайнозойские отложения с мощностями более 250-300 м, с большой долей вероятности недоступными для горных работ. С учетом этих обстоятельств на прилагаемой схеме проведена юго-восточная граница МРП (см. рис. 1).

Далее по простиранию Мурунтау-Айракского тренда, в 40 км к юго-востоку от Мурунтау, на поверхность выходят палеозойские породы бесапанской свиты, вмещающие минерализованные зоны участков Айрак (Южный, Центральный и Северный) и Акказат. Минеральный состав этих участков существенно отличается от Мурунтау большей сульфид-

ностью. С учетом этого, а также значительной удаленностью от месторождения Мурунтау и отличиями рудоконтролирующих факторов эти участки не включаются в Мурунтауское рудное поле, а рассматриваются нами как самостоятельное потенциальное Айрак-Акказатское рудное поле. В это же рудное поле включается восточная группа ореолов золота, мышьяка, вольфрама (см. рис. 4). В указанных границах площадь МРП составляет порядка 80-90 км^2.

Основные особенности внутреннего строения МРП

В МРП отчетливо выражены структурные и литологические факторы контроля оруденения [4]. Рядом исследователей отмечалось развитие постколлизионных разрывных и складчатых структур, в частности, шарьяжей, разделяющих покровы. Большая роль отводилась рудоконтролирующим «парным разломам» [19], в частности, паре разломов Южный-Структурный.

Как отмечено выше, продольные зоны смятия отнесены к единому глубинному разлому, который соответствует области виргации зон пластического рассланцевания пород (И.Х.Хамрабаев, П.Ф.Иванкин). При этом обращается внимание на приуроченность рудных тел Мурунтау и Мютенбая к коленообразному перегибу Южного разлома, где он разделяется на две ветви.

По мнению авторов [4], северо-восточное звено Южного разлома в период рудоотложения было приоткрытым, в связи с чем к его лежачему боку приурочены многочисленные минерализованные трещины отрыва и золотоносные зоны прожилкового окварцевания.

Разломы северо-восточного простирания также играют важнейшую роль в формировании рудного поля и контроле рудоотложения. Основным из них является разлом, названный «Северо-Восточным». Мы относим его к системе стержневых разломов Мурунтау-Даугызтауского золоторудного тренда.

Мурунтау-Даугызтауский тренд северо-восточного простирания, поперечный к продольным структурам Северо-Нуратинско-Кызылкумского глубинного разлома и сутурной зоне Туркестанского полеоокеана, был выделен U.Kempe и др. [28], а ранее С.Н.Паком (1990 г.) в качестве «сквозной Даугызтау-Амантайтау-Мурунтауской региональной рудоконтролирующей структуры повышенной проницаемости шириной 4-8 км».

На площади МРП «Северо-Восточный разлом» отчетливо разделяет мегаштокверк Мурунтау на две части. В западном блоке преобладают субширотные трещины и зоны субширотного простирания, в восточном – северо-восточного. Разлом сопровождается калишпатизацией и окварцеванием пород, в его зоне присутствуют кварцевые жилы, содержащие золотую минерализацию.

В юго-западном направлении Северо-Восточный разлом прослеживается до границы с мезо-кайнозойскими отложениями Сардаринской депрессии и скрывается под их чехлом мощностью до 400 м.

Мы проанализировали, какие геофизические признаки могут свидетельствовать о продолжении этого разлома в фундаменте впадины и о региональной роли этого разлома.

Оказалось, что продолжение Северо-Восточного разлома в фундаменте впадины фиксируется по данным корреляционного метода преломленных волн (КМПВ), позволяющим установить форму и скорость распространения упругих волн на глубинах до десятков километров. Скорости ниже 4,5 км/с отождествляются с зонами дробления и повышенной трещиноватостью.

В 15 км к юго-западу от Мурунтау выявлен аномальный участок со скоростью волн менее 3,5 км/с, который может отожествляться с продолжением Северо-Восточного разлома в фундаменте Сардаринской впадины.

Далее в 10 км к юго-западу на продолжении тренда размещается месторождение Амантайтау. В центре Амантайтауской рудной зоны прослеживается стержневой разлом север-северо-восточного простирания, получивший название «Центрального», смещающий северный блок по отношению к южному.

Этот дизъюнктив представляет следующий к юго-западу фрагмент стержневого разлома этого тренда. Это правый взбросо-сдвиг с амплитудой горизонтального смещения северного блока на 600-700 м, играющий определяющую роль в геологическом строении месторождения.

Следующим к юго-западу фрагментом стержневого разлома тренда является Даугызтауский разлом, вмещающий основные рудные тела месторождения Даугызтау, отстоящего на расстояние около 40 км к юго-западу от Мурунтау.

Таким образом, Даугызтауский разлом, «Центральный» разлом на месторождении Амантайтау и «Северо-Восточный» разлом на

месторождении Мурунтау являются фрагментами стержневого разлома Мурунтау-Даугызтауского структурного тренда, служившего каналом поступления гидротермальных растворов. Этот стержневой разлом может быть отнесен к категории рудоподводящего, по классификации В.И.Смирнова.

Пересекающиеся с ним субширотные разломы и зоны трещиноватости следует отнести к категории рудораспределяющих и рудовмещающих. В результате в процессе рудообразования сформировался мегаштокверк Мурунтау с сочетанием пологозалегающих субсогласных и крутопадающих секущих рудных зон.

В настоящее время при оценке перспектив северо-восточного фланга рудного поля (участок Чукур) наибольшее значение следует придавать пологозалегающим минерализованным зонам, возможно, шарьяжной природы, с которыми связаны интервалы с высокими содержаниями золота значительной мощности.

В плане литологического контроля оруденения уже на первом этапе изучения рудного поля была установлена преимущественная приуроченность оруденения МРП и Центральных Кызылкумов в целом к нижней части разреза второй подсвиты бесапанской свиты («пестрый» бесапан), в которой наблюдается частое чередование песчаников, алевролитов и сланцев различного состава, с преобладанием алевролитов. Эта часть разреза отличается наибольшей контрастностью по крупности обломочного материала, что может объяснять благоприятность этой толщи для локализации оруденения.

Как показал J.Hronsky [27] на примере месторождения New Holland в Западной Австралии, даже относительно незначительные вариации в размере осадочных зерен могут быть локально не менее важными для контроля рудоотложения, чем гораздо большие контрасты физических свойств, например, между осадочными и изверженными породами.

К этой же группе факторов контроля оруденения следует отнести выявление линзовидного тела черных углеродисто-кварцевых алевролитов и песчаников, с линзами кремнистых пород, вмещающих практически все промышленные рудные залежи Мурунтау, Мютенбая и Чукуркудука, названного А.Т.Бендиком, Ю.С.Савчуком «Мурунтауской линзой». Характерно, что в «Мурунтауской линзе» прослои алевролитов резко преобладают над песчаниками и сланцами, составляя не менее 70% от общего объема пород.

В процессе предрудных изменений породы «Мурунтауской линзы» превращены в биотит-полевошпат-кварцевые метасоматиты, с которыми связана наиболее продуктивная золото-шеелит-кварцевая ассоциация рудного поля. Можно предположить, что трассирующиеся с юга крупные разломы (Северо-Восточный, Южный) при встрече с жесткой субстанцией «Мурунтауской линзы» подвергаются интерференции, разделяясь на несколько ветвей [2].

Как показано ниже, линзовидные тела таких же метасоматитов установлены и в прогнозируемом Айрак-Акказатском рудном поле.

Заслуживает внимания вопрос о правомочности отнесения карбонатных толщ района к горизонтам, экранирующим оруденение. Такая точка зрения, свидетельствующая о бесперспективности карбонатных формаций района на золотое оруденение, неоднократно выражалась в ряде публикаций, в т. ч. в основной монографии, посвященной Мурунтау [4], в которой, в частности, сказано: «...Ещё одним экраном на рудном поле, по данным С.Д.Шера, являлась подошва карбонатной формации, под которой, возможно, располагаются рудные тела».

На наш взгляд, эта точка зрения не подкреплена достаточными данными и противоречит как новым, так и ранее известным фактам. В известном рудном районе Карлин в Неваде с многочисленными месторождениями наноразмерного золота рудовмещающие толщи в качестве обязательного компонента содержат прослои известняков. В Узбекистане В.Д.Цоем также была обоснована первично карбонатная природа кремнистых горизонтов золоторудных полей Узбекистана, отнесенных им к «нетрадиционному апокарбонатному типу золотого оруденения» [21]. В процессе поисковых работ в разных рудных районах Западного Узбекистана отмечалось наличие повышенных содержаний золота в карбонатных толщах девона-карбона (А.Е.Сафрошкин и др., 1988, и др.).

Некоторые задачи изучения МРП и прилегающих территорий на современном этапе

Одна из актуальных задач заключается в вовлечении в процесс геолого-разведочных работ территорий, которые были выявлены в прошлом, но остались недоразведанными. К числу первоочередных таких объектов, на наш взгляд, в первую очередь следует отнести по-

тенциальное Айрак-Акказатское рудное поле (ААРП), включающее кластер золоторудных проявлений – Айрак Южный, Айрак Центральный, Айрак Северный, Акказат. Оно располагается к юго-востоку от Мурунтау, на удалении 45-50 км от рудника, на сопряжении Мурунтау-Айракского тренда с Шириктинской зоной смятия (см. рис. 4).

В месте сопряжения структурный тренд распадается на три ветви, обозначенные индексами А, В и С (см. рис. 4 и 5). Северная ветвь тренда («А») совпадает с Шириктинской зоной смятия, представленной системой сближенных субширотных сбросовых нарушений. К ней приурочены рудопроявления Айрак Северный и Айрак Центральный, локализованные на пересечении Шириктинской зоны смятия с северо-восточными и субмеридиональными разломами. Со средней ветвью («В») связано рудопроявление Айрак Южный. Южная ветвь, обозначенная индексом «С», трассируется в южную часть Акказатского участка. Северо-восточная часть Акказатского участка, с наибольшим количеством рудных пересечений, по результатам поисковых работ, находится в зоне влияния средней ветви тренда («В»).

В процессе предыдущих поисково-разведочных работ (А.Е.Сафрошкин и др., 1988) на площади около 40 км^2, частично перекрытой чехлом мезо-кайнозойских отложений мощностью от 1 до 70 м, геохимическим бурением выявлены два крупных сближенных ореолов золота, мышьяка, сурьмы. Размер Айракской перспективной площади составлял 17,5 км^2, Акказатской – 8 км^2.

На наш взгляд, Айрак-Акказатское рудное поле может явиться одной из перспективных площадей для расширения минерально-сырьевой базы комбината.

К наиболее актуальным задачам на современном этапе следует также отнести оценку глубоких горизонтов северо-восточного фланга МРП.

Как видно из рис. 3, Б, две глубокие скважины пересекли рудоносные зоны в опущенном блоке северо-восточного фланга рудного поля на глубинах 1000-1800 м от поверхности. На такой глубине возможна только подземная добыча. Далее будем обозначать этот участок названием «Чукур» («Глубокий»).

Бурением установлены интервалы большой мощности – до 40 м и более, с весьма высокими содержаниями золота – от 3,8 до 14,3 г/т [4]. Прогнозные ресурсы золота категории P_1 по двум выделенным рудным телам в блоке между северной и южной ветвями Южного разлома оценены около 30 млн. унций.

Каковы преимущества/недостатки подземной добычи по сравнению с открытой? Представление о том, что открытая добыча, как правило, предпочтительнее подземной в последнее время коренным образом меняется [30]. В частности, эксперты S&P Global [29] отмечают, что «подземные рудники имеют явное преимущество перед карьерами, а не наоборот, как считалось ранее».

Так, в процессе банковского финансирования от горно-рудных компаний теперь требуется соответствие повестке ESG (environment-social-governance – экологическое, социальное и корпоративное управление) и, в частности, по сокращению выбросов парниковых газов. По расчетам экспертов [29], подземные рудники генерируют больше свободного денежного потока на унцию произведенного золота, по сравнению с открытыми карьерами, при этом выбросы парниковых газов из подземных шахт несравненно меньше, чем из карьеров.

Каковы же перспективы подземной добычи на месторождении Мурунтау, где уже много лет ведется добыча золотой руды из открытого карьера, причем содержания золота по мере углубления постоянно снижаются?

Оценка возможности и целесообразности отработки части запасов подземным способом учитывалась с начальных стадий отработки месторождения. Так, в задачи, стоявшие перед шахтой «М» («Мурунтау») глубиной более 500 м, заложенной еще в 1971 г., помимо глубинной разведки, была также опытная попутная подземная добыча руды, оставшаяся за бортом карьера [10].

Отмечалось, что увеличение глубины карьера, сокращение рабочих площадок порождают типичные для глубоких карьеров проблемы, такие как обеспечение безопасности горных работ, усложнение поддержания транспортных коммуникаций, чрезмерные объемы взорванной горной массы и др. [22].

Г.М.Мирсаидов с соавторами [8] предложили вести отработку балансовых запасов Восточной зоны Мурунтау комбинированным способом, сочетая открытую добычу в карьере с подземной, с использованием капитальных штолен и уклонов, пройденных из отработанных уступов карьера.

В.Н.Сытенков с соавторами также оценили перспективы применения комбинированной

разработки месторождения Мурунтау с частичным совмещением во времени (последовательно-параллельное ведение) открытых и подземных работ [17].

Предусматривалась технологическая взаимосвязь открытых и подземных работ через совместное решение вопросов вскрытия, подготовки, осушения, вентиляции и других технологических процессов в целом по месторождению.

В то время предлагалось рудные тела под дном и бортом карьера до гор. -195 м отрабатывать с образованием открыто-подземного яруса, а остальную часть рудной зоны разрабатывать через штольню, пройденную из центральной части карьера с гор. -315 м.

В связи с тем, что эти предложения были сформулированы 15-18 лет назад, причем они не предусматривали детальную разведку и разработку участка Чукур, представляется целесообразным разработать комплексный проект дальнейшего освоения месторождения с учетом всех обстоятельств, существующих на сегодняшний день.

Отметим, что зарубежные золоторудные компании ведут добычу золота из шахт глубиной более 1-1,5 км [31], в частности:

• на руднике Кибали в Африке (ДРК) с 2017 г. добыча ведется из шахты глубиной 700 м при среднем содержании золота 4 г/т. В год добывается 25 т золота;

• на руднике South Deep в ЮАР из шахты глубиной 3 км ведется добыча руды со средним содержанием золота 5,6 г/т;

• на подземном руднике Kopanang в ЮАР, действующем с 1984 г., добыча ведется на глубинах 1350-2240 м от поверхности. Срок существования рудника предполагается до 2052 г.;

• из третьей в мире по глубине шахты Кюсасалету (ЮАР), глубиной 3,38 км, в 2018 г. добыто 4,4 т золота со средним содержанием 5,47 г/т.

Некоторые компании начинают открытую добычу из карьеров и потом переходят на подземную отработку: например, Cortez Gold Mine – совместное предприятие Barrick и Newmont в Неваде с запасами золота около 350 т со средним содержанием 7,8 г/т. Подземная добыча осуществляется при помощи наклонного съезда [30].

На крупнейшем в мире золото-медном месторождении Грасберг в Индонезии (в 2018 г. добыто 84 т золота) также осуществляется переход от открытой отработки к подземной [31].

ЛИТЕРАТУРА

1. *Антонов А.Е.* Сверхкрупные месторождения золота России и Узбекистана: перспективы новых открытий // Золото и технологии. 2020. - № 4. - С. 30-38.

2. *Антонов А.Е., Нуртаев Б.С., Орипов С.Г.* Сардаринская впадина – важный структурный элемент Мурунтауского рудного района // Геология и минеральные ресурсы. - 2022. - № 1. - С. 45-50.

3. *Ежков Ю.Б., Рахимов Р.Р., Василевский Б.Б., Хантемиров Р.М., Туресебеков А.Х.* Перспективы расширения Мурунтау-Косманачинского рудного узла (Центральные Кызылкумы, Узбекистан) // Руды и металлы. - 2009. - № 2. - С. 28-45.

4. Золоторудное месторождение Мурунтау / Гл. ред. *Т.Ш. Шаякубов*. - Т.: Фан, 1998. - 539 с.

5. *Йўлдошев У.У.* Развитие глубокого карьера Мурунтау в новых границах V очереди // Горный вестник Узбекистана. - 2016. - № 1 (64). - С. 22-25.

6. *Конеев Р.И., Халматов Р.А., Кривошеева А.Н.* Формы нахождения и микро-наноансамбли золота – индикаторы условий образования, размещения и типизации орогенных месторождений Узбекистана (Южный Тянь-Шань) // Записки Росс. Минералогического общества. - 2019. - № 4. - С. 30-46.

7. *Миркамалов Р.Х., Диваев Ф.К., Селтманн Р., Конопелько Д.Л.* Геодинамическая эволюция магматизма и связанного с ним оруденения Западного Тянь-Шаня на территории Узбекистана // Геология и минеральные ресурсы. - 2018. - № 1. - С. 3-15.

8. *Мирсаидов Г.М., Салямов Р.Д., Вдовин А.А.* Актуальные вопросы глубоких карьеров на примере месторождения Мурунтау // Горный вестник Узбекистана. - 2009. - № 4 (39). - С. 34-36.

9. *Мухин П.А., Савчук Ю.С., Колесников А.В.* Положение «Мурунтауской линзы» в структуре метаморфических толщ Южного Тамдытау (Центральные Кызылкумы) // Геотектоника. - 1988. - № 2. - С. 64-72.

10. *Назаров Т.А.* Геолого-разведочная шахта «Мурунтау» // Горный вестник Узбекистана. - 2014. - № 2 (57). - С. 24-27.

11. *Савчук Ю.С., Асадулин Эн.Э., Волков А.В., Аристов В.В.* Уникальное месторождение золота Мурунтау (Узбекистан): геодинамическая позиция и происхождение рудообразующей системы // Геология рудных месторождений. - 2018. - № 5. - С. 413-447.

12. *Сайитов С.С., Цой В.Д.* Минеральный состав руд месторождения Бесапантау // Вестник геонаук. - 2023. - № 6 (342). - С. 21-28. DOI: 10.19110/geov.2023.6.3

13. *Санакулов К.С., Адизов Л.А., Ткаченко Е.С.* Усовершенствование технологических процессов переработки золотосодержащих руд на гидрометал-

лургическом заводе № 2 // Горный вестник Узбекистана. - 2021. - № 4 (87). - С. 51-55.

14. *Санакулов К.С., Хван А.Б.* Нанозолото и возможности его извлечения (обзор) // Горный вестник Узбекистана. - 2019. - № 1 (76). - С. 96-102.

15. *Санакулов К.С.* Особенности вовлечения в переработку техногенных отходов горно-металлургических производств // Горный вестник Узбекистана. - 2016. - № 1 (64). - С. 3-7.

16. *Сидорова И.П., Кустарникова А.А., Ушаков С.А., Сидорова Е.А.* Новые данные по глубинному строению Центрально-Кызылкумского рудно-магматического концентра // Геология и минеральные ресурсы. - 2006. - № 6. - С. 16-24.

17. *Сытенков В.Н., Абдуллаев У.М., Силкин А.А.* Оценка перспектив применения комбинированной разработки месторождения Мурунтау // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). Семинар № 12. - 2005. - С. 164-166

18. *Турапов М.К., Жанибеков Б.О., Умматов Н.Ф., Туляганова Н.Ш.* Закономерности формирования и размещения золотого оруденения в Центральных Кызылкумах // Горный вестник Узбекистана. - 2017. - № 2. (69). - С. 56-59.

19. *Хамрабаев И.Х., Мансуров М.М., Джамалетдинов Н.К., Абдувахабов А.* Структурные особенности Мурунтауского рудного поля и прогноз скрытого золотого оруденения // Геология и минеральные ресурсы. - 2001. - № 3. - С. 23-33.

20. *Хантемиров Р.М.* Основные особенности геолого-структурного размещения золотого оруденения Косманачи Мурунтауского рудного узла // Геология и минеральные ресурсы. - 2009. - № 2. - С. 25-32.

21. *Цой В.Д., Королева И.В., Мундузова М.А., Захидов А.Р.* Нетрадиционный апокарбонатный тип золотого оруденения Узбекистана. - Т.: ГП «НИИМР», 2011. - 174 с.

22. *Шеметов П.А.* Проблемы отработки глубоких горизонтов карьера Мурунтау // Горный вестник Узбекистана. - 2000. - № 1. - С. 30-32.

23. *Antonov A.E., Nurtayev B.S.* Typical features of Carlin type gold deposits (CTGD), how consistent are they? KTGD (Kyzylkum type gold deposits), Uzbekistan, Southern Tien-Shan, vs CTGD // Proceedings of the 16th SGA Biennial Meeting, 28-31 March 2022, 1:5-8.

24. *Antonov A.E., Tsoy V.D.* Known and potential types of gold mineralization at the Muruntau gold district // Proceedings of the 17th SGA Biennial Meeting, 28 August - 1 September 2023, 2:87-90.

25. *Dolgopolova A., Seltmann R., Konopelko D., Biske Yu.S., Shatov V., Armstrong R., Belousova E., Pankhurst R., Koneev R., Divaev F.* Geodynamic evolution of the Western Tien Shan, Uzbekistan: insights from U-Pb SHRIMP geochronology and Sr-Nd-Pb-Hf isotope mapping of granitoids // Gondwana Research. - 2017. - Vol. 47. - P. 76-109.

26. *Hollingsworth E.R.* Age and depth of carlin-type gold deposits in the southern carlin trend: eocene mountain lakes, big volcanoes, and widespread, shallow hydrothermal circulation. published in: bedell, R.L., and Ressel, M.W., eds., Shallow expressions of carlin-type systems, alligator ridge and emigrant mines, Nevada: Geological society of Nevada field trip guidebook, SP-64, October 13-15, 2017. - P. 149-173.

27. *Hronsky J.M.A.* Deposit-scale structural controls on orogenic gold deposits: an integrated, physical process–based hypothesis and practical targeting implications // Mineralium deposita. - 2019. - Vol. 55. - № 2.

28. *Kempe U., Torsten Graupner T., Seltmann R. et al.* The Muruntau gold deposit (Uzbekistan). A unique ancient hydrothermal system in the Southern Tien Shan 2015 // Geoscience frontiers 7. - 2016. - P. 495-528.

29. S&P Global: Подземная добыча выгоднее, и безопаснее для природы // Вестник Золотопромышленника. - 2020. https://gold.1prime.ru/analytics/20200908/376048.html.

30. Tambah Komentar. Advantages Of Underground Mining / Visit Maldon, Victoria's grand and gorgeous gold town – Underground mines are the alternative to surface mines // DAJI-UTAS. - 2021. https://daji-utas.blogspot.com/2021/06/advantages-of-underground-mining-visit.html.

31. Underground mining breaks production record at Kibali // Mining Review Africa: электронный журнал о горно-добывающей промышленности Африки. - 2019. URL: https://www.miningreview.com/gold/underground-mining-breaks-production-record-at-kibali.

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

© E.M.Amirov, M.S.Karabayev, 2024

E.M.Amirov, M.S.Karabayev

MARKAZIY QIZILQUM OLTIN-NODIR METALLI MA'DANLASHUVINING BASHORAT-QIDIRUV MODELI



Amirov Elmurod Mansuriddin o'g'li – H.M.Abdullayev nomidagi Geologiya va geofizika instituti katta ilmiy xodimi, geologiya-mineralogiya fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD). E-mail: amirov.7992@gmail.com.



Karabayev Mamatxan Sadirovich – Geologiya fanlari universiteti professori, geologiya-mineralogiya fanlari doktori. E-mail: karabayev-61@mail.ru.

Barcha turdagi ma'dan konlari tarkibini zamonaviy instrumental usullar asosida kompleks o'rganish, ma'dan hosil bo'lish sharoitlari haqidagi yangi fundamental bilimlarning asosi hisoblanadi. So'ngi yillarda qimmatbaho metallarni qidirishda noan'anaviy manbalarga e'tibor qaratilmoqda. Bu birinchi navbatda ularni kompleks o'zlashtirish texnologiyasini takomillashtirish va ularga bo'lgan talab hamda narxlarning o'sishi sharoitida qazib olish istiqbollarini oshiradi. Bu boradagi tadqiqotlar natijasida Sibir, Mog'uliston, Qozog'iston va O'zbekiston hududlaridagi ko'plab nodir metalli konlarda oltin va boshqa qimmatbaho elemantlarning yuqori konsentratsiyalari aniqlandi [1].

Alohida hududlardagi oltin-nodir metalli konlar boshqa mintaqalarning shu turdagi konlaridan morfologik-genetik, mineralogik-geokimyoviy va boshqa xususiyatlari bilan farq qiladi. Bu esa ularning yagona geologik-genetik modellarini ishlab chiqishni talab qiladi. Oltin-nodir metalli konlarning modellari tizimi (bashorat-qidiruv, parametrik va genetik) ularning hosil bo'lish va joylashuv sharoitlari, ma'dan tanalarining xususiyatlarini (oddiy yoki murakkabligi, moddiy tarkibi, morfologiyasi) o'zaro bog'lagan holda ko'rib chiqish imkonini beradi [2, 3].

Konlarning modellarini ishlab chiqishdan maqsad mavjud imkoniyatlar va usullar yordamida aniqlangan ma'danlashuv xususiyatlarining umumlashtirilgan tasvirini yaratishdir. Mualliflar tomonidan dastlab Markaziy Qizilqum hududi uchun oltin-kumushli ma'danlashuvining bashorat-qidiruv modeli yaratildi [2]. Bu ma'dan konlarini modellashtirish geologiya-qidiruv ishlarini amalga oshirishning barcha bosqichlarida: izlash, bashoratlash, baholash, qidirish va razvedka qilish samaradorligini oshirish uchun ob'ektlar tasvirini namoyon qilish bilan belgilanadi. Model ko'pgina baholangan, o'rganilayotgan va o'zlashtirilayotgan konlar bo'yicha katta hajmdagi daliliy materialarni to'plash hamda ularni tahlil qilish orqali yaratiladi. Shu vaqtgacha ishlab chiqilgan modellarning ahamiyati va ulardan amaliy maqsadlarda foydalanish imkoniyati ma'danli moddalar to'planishining joylashuv qonuniyatlarini aniqlash va ularni alohida kon modellarini hisobga olgan holda bashoratlash jarayonlarida aniqlangan istiqbolli maydonlar bilan tasdiqlanadi [2].

Oltin-nodir metalli konlar makon jihatdan granitoid intruziyalar bilan bog'liqligi ko'pgina tadqiqotchilar, jumladan skarn-ma'danli konlarni batafsil o'rgangan, D.S.Korjinskiy, P.P.Pilipenko, N.A.Smolyaninov, G.A.Krutov, A.B.Batalov va boshqalarning tadqiqotlaridan keyin aniq tasdig'ini topdi. Bundan tashqari metallogenik tadqiqotchilar S.S.Smirnov, Yu.A.Bilibin,

O.D.Leviskiy va boshqalar ham ma'danlashuv va intruziyalar o'rtasida genetik bog'liqlik mavjudligini e'tirof etishgan [4, 5]. Oltin-nodirmetalli formatsiyaning mustaqil shakllanishi 1978 yilda N.A.Shilo tomonidan aniqlangan [6]. Keyinchalik ko'plab tadqiqotchilar tomonidan o'rganilgan: A.V.Volkov, A.A.Sidorov [6-8], A.P.Osipov, N.E.Savva [8], G.N.Gamyanin [10-12] va b. [13-16]. Barcha tad-qiqotchilar oltin-nodirmetalli ma'danlashuvlarning o'ziga xos xususiyati sifatida granitoid intruziyalar yoki ularning kontakt-o'zgargan jinslari zonalari bilan nazorat qilinganligini qayd etishgan[17-19].

G'arbiy O'zbekistondagi asosiy tog'-ma'danli hududlardan biri bo'lgan Markaziy Qizilqum mintaqasi (1-rasm) zamonaviy geodinamik va geologik-strukturaviy joylashuviga ko'ra Janubiy Tyan-Shan orogen zonasida joylashgan bo'lib, mintaqaviy siqilish, subkenglik-shimoliy-g'arbiy yo'nalishdagi slaneslashish va burdalanish zonasi hisoblanadi [20]. Mintaqada ma'danli konlarning hosil bo'lishi 310-220 mln. yillar avval sodir bo'lgan, ammo ma'danlashuvning maksimal vujudga kelish davri 280-290 mln. yilga, ya'ni S_3-P_1 chegarasiga to'g'ri keladi [21].

Markaziy Qizilqum turli yoshdagi va miqyosdagi intruziv massivlar, daykali hosilalar keng rivojlangan hudud bo'lib, asosan kechki paleozoyning kolliziondan keyingi magmatizmi hosilalari dioritlardan leykogranitlargacha bo'lgan tarkib ifodalanadi [22-24]. Ko'pchilik tadqiqotchilar u yoki bu darajada hududning endogen ma'danlashuvini ushbu hosilalar bilan bog'lashadi, bu batafsil geologik tadqiqotlar natijalari va geoxronologik ma'lumotlar bilan asoslanadi [25].

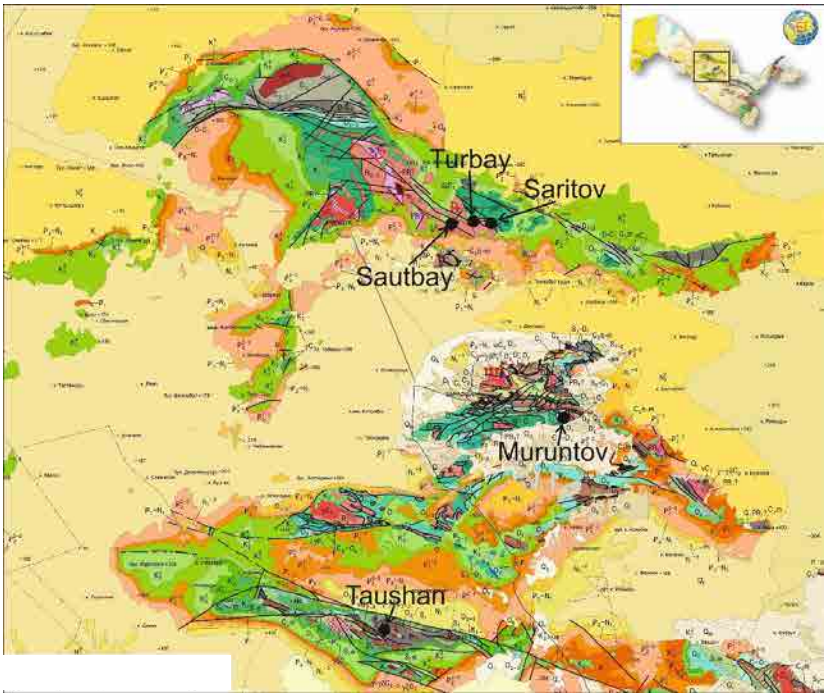
So'ngi yillarda olingan ma'lumotlar Markaziy Qizilqumdagi magmatik hosilalar va ma'dan paragenezislarining murakkab hamda ko'p bosqichliligini ko'rsatadi [26-29]. Hududdagi ko'pgina konlarda endogen ma'danlashuv ma'lum tarkibdagi magmatizmning plitaichi bosqichi daykalari bilan bog'liq [30, 31] va ular bir vaqtning o'zida shakllanganligini hisobga olgan holda, ularning ma'dan hosil bo'lishining kamida ikkita bosqichini ajratuvchi roli qayd etilgan [22, 32].

Markaziy Qizilqumning oltin-nodir metalli ma'danlashuvi modelini yaratishning tipik geologik-genetik va mineralogik-geokimyoviy asoslari va shart-sharoitlarini aniqlash bo'yicha o'tqazilgan tadqiqotlar natijalari quyidagilardan iborat:

• mintaqadagi oltin-nodirmetalli ma'danlashuvning hosil bo'lish genezisi granitoid magmatizm bilan fazoviy va paragenetik bog'liqlikda sodir bo'lgan. V.N.Ushakov (2001) oltin-volfram ma'danli maydonlarning umumiyligini granitoid intruziyalarining chuqur fokusli qobiq (yer po'sti) tizimlarining halqali (Saritov, Turbay) va boshqa (Sautbay) morfologiyada bo'lgan granitoiddan oldingi va keyingi daykali hosilalar bilan bog'lagan;

• asosiy oltin-nodir metalli ob'ektlar hududdagi granitoid komplekslar kechgi fazalarining katta bo'lmagan shtok shaklidagi tanalari bilan bog'liq bo'lib, ular qamrovchi jinslarda ko'plab apofizalar va burmalarni hosil qilib, ularning kontakt qismida ma'danlashuvlar shakllangan;

• har xil tarkibdagi va yoshdagi daykali hosilalarning keng tarqalganligi (kamarlar, to'dalar); daykalarning makonda tarqalishi keskin farqlanadi, bu ularning intruziv tanalarga nisbatan zonali joylashishi va hosil bo'lish chuqurligi bilan bog'liq, asosiy intruziv tananing morfologiyasi va daykalarning joylashish ketma-ketligi oldindan belgilangan. Ko'pchilik tadqiqotchilar [16] ma'danli o'choqdan volfram va oltinning



1-rasm. Markaziy Qizilqumdagi tadqiqot ob'ektlarining joylashuvi sxemasi.

ko‘chishi uchun granitoiddan oldingi daykalar kanal bo‘lib xizmat qilishini ta’kidlashgan;

• konlar yer po‘stining quyi qismigacha yetgan bo‘ylama uzoq masofali va yashirin ko‘ndalang fundament yer yoriqlarining kesishish tugunlari bilan chegaralangan. M.K.Turapov, M.M.Pirnazarov va boshqalar [16] bunday zonalarni o‘tkazuvchanligi yuqori bo‘lishini qayd etishgan;

• ma’danni nazorat qiluvchi asosiy strukturalar shimoliy-g‘arbiy, pastki kenglik yo‘nalishidagi yoriqlar va magma o‘tkazuvchanligi kuchaygan zonalar bo‘lib, ular mintaqaning metallogenik ko‘rinishini belgilaydigan uzoq muddatli ma’dan hosil qiluvchi strukturalardir;

• kontakt metamorfizm oreollarining mavjudligi – magnezial skarnlar, rogovoya obmankali va yirik donador kontaktli kvarsitlar (orqa zonalar – 200 m gacha) – nodir metallar; rogoviklashgan jinslar, mayda donador kontaktli kvarsitlar (tashqi zonalar – 500 m gacha);

• oltin-nodir metalli konlarda keng doiradagi metasomatik shakllanishlar (magnezial va ohakli skarnlar, greyzenlar, kvars-dala shpatili sheelit bilan va oltinli metasomatitlar, berezit-listvenitlar, eysitlar, argillizitlar) mavjud, bu ularning intruziv magmatizm va ular bilan kechadigan postmagmatik jarayonlarning o‘zaro shakllanishi bilan bog‘liq. Tadqiqot ob’ektlaridagi postmagmatik jarayonning makon va zamonda bog‘lanishlarini tahlil qilish, sanoat ma’danlashuvining shakllanishi postgranitoid metasomatizmining klassik rivojlanish sxemasiga [33] muvofiq sodir bo‘lganligidan darak beradi: erta ishqorli-nordon ishqorli-kechki ishqorli;

• ahamiyatga ega bo‘lgan mineral assotsiatsiyalar: kvars-gedenbergit, kvars-KDSh (ortoklaz)-muskovit-flyuorit, kvars-amfibol-flogopit, kvars-amfibol-biotit (so‘ngi), kvars-turmalin, kvars-albit (boshlang‘ich) assotsiatsiyalari;

• oltin-nodirmetalli konlarning xususiyati ularning ma’dan hosil bo‘lishining dastlabki bosqichlarida ham, oxirgi bosqichlarida ham vismut minerallari bilan yaqin aloqasi bo‘lib, bu ma’dan hosil bo‘lish jadalligini ko‘rsatadi (Saritov, Sautbay, kamroq Muruntov);

• vismut ma’dan hosil bo‘lishining boshlang‘ich bosqichlarida, intruziyalarning yaqin ekzokontaktida vismutinit, sof vismut, tellurovismutit, jozeit bilan ifodalanadi. Uzoqlashish nuqtai nazaridan u tellur, margimush, mis va qo‘rg‘oshinning turli sulfotuzlari – tetradimit, tennantin, galenovismutit bilan ifodalanadi. Ma’danlashuvning yuqori darajalarida surma, kumush – kobellit, matildit hamda mis – vittixenit va aykinitning vismut sulfotuzlari (Turbay, qisman Taushan) hosil bo‘ladi;

• sof oltin (905-922), sheelit, molibdenit ([33] bo‘yicha pirottin, vismutin, pirit, arsenopirit ham) bilan assotsiatsiyada, kam miqdorda sulfidlar (arsenopirit, xalkopirit) bilan birga uchraydi;

• granitoid intruziyalari yaqinida joylashgan oltin-nodir metall konlari oltin-volfram va oltin-vismut-tellurid geokimyoviy assotsiatsiyalari bilan tavsiflanadi. Ba’zida mis ham assotsiatsiyada keladi [34];

• oltin-nodir metalli ma’dan tanalari o‘rtasida (markazi) oltinning volfram va vismut bilan, yon tomonlarida - margimush bilan va nisbatan uzoqroqda kumush, surma elementlari bilan ijobiy bog‘liqligi qayd etilgan;

• asosiy elementlarning (Au, Bi, Te, As, W) tarqalishidagi munosabatlarning o‘zgarishi yagona ma’dan hosil qiluvchi tizimning turli mineralogik va geokimyoviy assotsiatsiyalarining muntazam zonal tarqalishi bilan belgilanadi. Au-W, Au-Bi-Te, Au-As qatorlarida markazdan chekkaga oltin bilan munosabatlari o‘zgaradi (jadval).

Yuqoridagi olingan natijalarga asoslangan holda, Markaziy Qizilqum hududidagi intruziyalar bilan bog‘liq bo‘lgan oltin-nodirmetalli konlarning shakllanish modelining mohiyatini (ishchi gipoteza) quyidagilar orqali aks ettirish mumkin:

• subkenglik yo‘nalishi bo‘yicha chuqur yer yoriqlarining hosil bo‘lishi;

• manbaasi yer po‘stining tag qismi bilan bog‘liq bo‘lgan asosiy magmatik tanalarning (shtok, botolit) joylashishi;

• oraliq qobiq o‘chog‘idan granitoid kompleksining turli fazalarining kirib kelishi: dioritlar; granodioritlar – batolit bosqichi → magmatik bosqichning magnezial skarnlari, shuningdek, skarnoidlar, rogoviklar; adamelitlar; granitlar;

• postmagmatik jarayonlarning dastlabki ishqoriy bosqichi → magnezial skarnlar, rogoviklar, maydonli-dala shpatili metasomatitlar bo‘yicha ohakli skarnlar;

• yoriqli zonalarining shakllanishi va shimoliy-g‘arbiy yo‘nalishning darzlanishi;

• kislotali erish bosqichi → sheelitli kvars-dalashpati, greyzen, aposkarn metasomatitlari (kvars-gedenbergit, kvars-amfibol, -dala shpati, -flogopit, -biotit);

• faol tektonik harakat, yer qobig‘ining pastki qismigacha bo‘lgan chuqur meridional yoriqlarining hosil bo‘lishi;

Markaziy Qizilqumdagi oltin-nodirmetalli ma'danlashuvi modelini yaratish tipik geologik-genetik va mineralogik-geokimyoviy asoslari va shartlari

Model turlari (asosiy)	Oltin-nodirmetalli ma'danlashuv
Geologik asoslar	
Magmatik	Granitoidlar shtoklari, granitoid komplekslarning kechgi fazalarining kichik intruziyalari
Litologik	Tarkibi karbonat bilan boyitilgan karbonatli va vulqonogen-cho'kindi jinslar
Strukturaviy-tektonik	Intruziyalarning ko'p sonli tanalari va apofizlari hosil qilgan kontaklari yuzalari
	Bo'ylamasiga chuqur va yashirin ko'ndalang yoriqlar; intruziyalar bilan kontaktda kuchaygan yoriqli zonalar
Metamorfik	Kontakt metamorfizmning oreollari – magnezial skarnlar, rogoviklar va yirik donador kontaktli kvarsitlar (orqa zonalar – OZ, 200 m gacha) – nodir metallar; rogovikli jinslar, mayda donador kontaktli kvarsitlar (tashqi zonalar – TZ, 500 m gacha) – oltin ma'danli
Metasomatik	Aposkarnli kvars-gedenbergit, greyzen; kvars-epidot (OZ); kvars-amfibol-flogopitli kvars-dala shpati, kvars-klinosozit-xlorit (TZ)
Mineralogik asoslar	
Mineral assosiasiyalar	Kvars-gedenbergit, kvars-DSh (ortoklaz)-muskovit-flyuoritli (OZ); Kvars-amfibol-flogopit, kvars-amfibol-biotitli (TZ) assosiasiya
Minerallar va ularning turlari	Sheelit, molibdenit, vismutin, xedleit, jozeit, sof vismut, tellurovismutit, gedenbergit, grossulyar,ortoklaz-mikroklin, flyuorit (OZ); tetradimit, tennantin galenovismutit, vittixenit, kobellit, matildit, aykinit, gersdorfit, Co-Ni-pirrotinning muqobili, sulfoarsenid, Co-As-pirit (TZ)
Mineral aralashmalar elementlari	W, Mo, Bi, Te, Pt, Pd, Sn
Ni/Co piritda	4
Geokimyoviy asoslar	
Oltinning zonalardagi barqaror korrelyasiyalari	Au-Bi-Te (OZ), Au-As (TZ)
Makondagi oltin korrelyasiyasining o'zgarishi (ichki zonadan tashqi zonalarga)	Bi-Te-W —» Bi-Te-Cu-Mo-As —» As-Te-Cu —» Te-Ag-Sb-As
Sanoat ma'danlarining belgilari	Kuchli oreollarning kombinasiyasi Au, Bi, W
Geokimyoviy oreollar	Oreollar Au, As, Bi, Cu, Mo, Te, Se
Se/Te	2:1
Ag/Au	6:1
Ahamiyatli elementlarning klark konsentrasiyasi	Bi – 1100, Te – 4500, Sb - 50
Au ning barqaror geokimyoviy paragenezislari	Te-Bi-W-As
Elementlar to'planish intensivligining geokimyoviy qatori	Te-Bi-Au-Se-W-As-Ag-Sb-Mo-Sn-Cu-Zn-Pb

Izox.* OZ – orqa zonalar, TZ – tashqi zonalar.

• lamprofirlar va diorit porfirit daykalarining joylashishi;

• uya-tomir ko'rinishidagi berezitlashuv va albitlashuvning namoyon bo'lishi → ular bilan birga oltin-margimush va oltin-karbonat-polisulfid ma'danlashuvi;

• qoldiq granitoid o'chog'idan kam qalinlikdagi sferolitli granit-porfir daykalarining hosil bo'lishi;

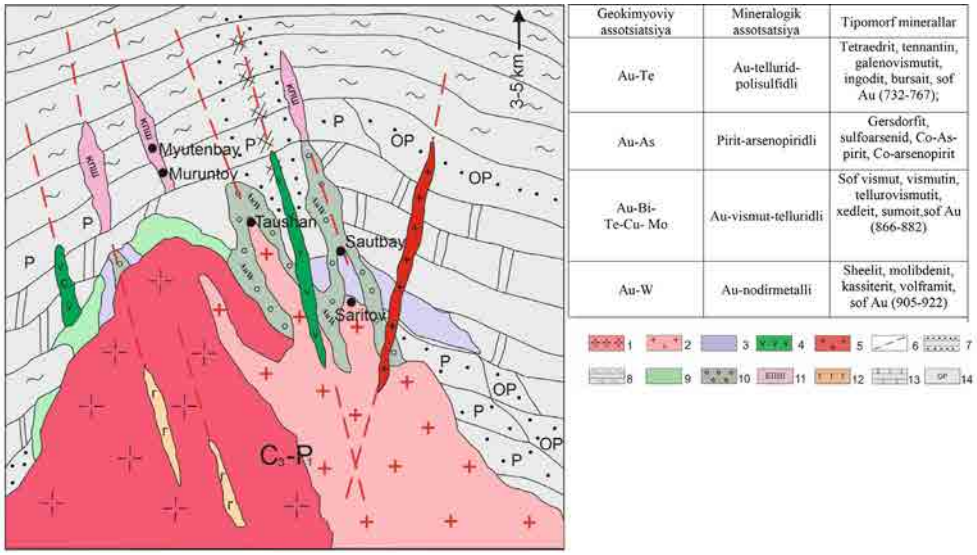
• kechgi ishqorli bosqich → argilizitlar → kumush ma'danlashuvi;

• ma'danlashuvdan keyingi karbonat, seolit va boshqa tomirlar.

Aniqlangan ma'danlashuvning shakllanish omillari asosida Markaziy Qizilqumdagi oltin-nodir metalli ma'danlashuvning bashorat-qidiruv modeli yaratildi (2-rasm).

XULOSA

Markaziy Qizilqumning oltin-nodir metalli ma'danlashuvi namoyon bo'lgan hududlari asosan magmatik tanalar tarqalgan maydonlardan iborat bo'lib, granoitoid intruziyalarning kontakt qismlarida metasomatik jinslar majmualari ma'dan-metasomatik tizimlari ketma-ketligining alohida qatoriga muvofiq shakllangan bo'lib, bo'ylamasiga chuqur va yashirin ko'ndalang yoriqlar, intruziya kontaktida kuchaygan yoriqli zonalar bilan nazorat qilinadi. Mintaqadagi oltin-nodir metalli ob'ektlar mineral assotsiatsiyalari majmualarining qiyosiy tahlili, turli xil mineral-geokimyoviy paragenezislarning namoyon bo'lish ketma-ketligi va tarkiblarining o'xshashligini ko'rsatdi, bu esa G'arbiy O'zbekistonning turli xil



2-rasm. Markaziy Qizilqumdagi oltin-nodirmetalli ma'danlashuvning bashorat-qidiruv modeli. *1* – granodiorit-adamellitlar; *2* – biotitli yoki leykokratli granitlar; *3* – ohakli-skarnlar tanasi; *4* – granitgacha bo'lgan lamprofir daykalari; *5* – granit-porfirlar; *6* – yer yoriqlari; *7* – qumtoshlar; *8* – slaneslar; *9* – kontaktli magnezial-skarnlar tanasi; *10* – volframma'danli (oltin bilan) tana; *11* – kvars-kaliyshpat-oltin-sheelitli tomir; *12* – volframli greyzenlar; *13* – karbonatlar; *14* – kontaktli rogoviklar va rogoviklashgan jinslar zonasi.

maydonlaridagi ma'dan-metasomatik jarayonlar o'zaro o'xshash bo'lgan qonuniyatlar natijasida shakllanishini tavsiflaydi. Olingan ma'lumotlar bashorat-qidiruv modeli asosi bo'lib xizmat qiladi va hududdagi oltin-nodir metalli ma'danlashuv uchun istiqbolli bo'lgan maydonlarni ajratish imkonini beradi.

ADABIYOTLAR

1. *Поцелуев А.А., Перегудов В.В., Бабкин Д.И., Ананьев Ю.С.* Золото в рудах редкометалльного месторождения Сырымбет (Северный Казахстан) // Известия Томского политехн. ун-та. - 2012. - Т. 321. - № 1.- С. 41-45.

2. *Амиров Э.М., Карабаев М.С.* Марказий Қизилқумдаги олтин-кумушли маъданлашувнинг башорат-қидирув модели // Геология и минеральные ресурсы - 2023. - № 2. - С. 40-44.

3. *Ушаков В.Н.* Геолого-генетическая модель вольфрамового оруденения Западного Узбекистана // Геология и минеральные ресурсы. - 1999. - № 2. - С. 25-30.

4. *Абдуллаев Х.М.* Гранитоидли интрузиялар билан маъданлашувнинг генетик боғлиқлиги. - Т.: «Leson Press», 2022. - 314 б.

5. *Печерский Н.В., Кряжев С.Г., Наумов Е.А., Десятова Д.Ю., Двуреченская С.С., Самойленко М.В.* Новые данные по золото-редкометалльному оруденению Центрально-Колымского золотоносного района: возраст, условия образования, состав, рудоконтролирующие факторы // Руды и металлы. - 2021. - № 2. - С. 68-89.

6. *Шило Н.А., Гончаров В.И., Альшевский А.В., Ворцеппев В.В.* Условия формирования золотого оруденения в структурах Северо-Востока СССР. - М.: Наука, 1988. - 181 с.

7. *Волков А.В., Сидоров А.А.* Прогнозно-поисковая модель месторождений золота, связанных с интрузивами гранитоидов Арктической зоны России // Арктика: экология и экономика. - 2018. - № 3 (31). - С. 84-99. DOI: 10.25283/2223-4594-2018-3-84-99.

8. *Волков А.В., Савва Н.Е., Сидоров А.А.* О плутоногенных месторождениях тонкодисперсного золота северо-востока России // Доклады Академии наук. - 2007. - Т. 412. - № 1. - С. 76-80.

9. *Сидоров А.А., Волков А.В.* О золоторудных месторождениях в гранитоидах // Доклады Академии наук. - 2000. - Т. 375. - № 6. - С. 807-811.

10. *Гамянин Г.Н., Гончаров В.И., Горячев Н.А.* Золоторедкометалльные месторождения Северо-Востока России // Тихоокеанская геология. - 1998. - Т. 17. - № 3. - С. 94-103.

11. *Гамянин Г.Н., Горячев Н.А., Бахарев А.Г. и др.* Условия зарождения и эволюции гранитоидных золоторудно-магматических систем в мезозоидах Северо-Востока Азии. - Магадан: Северо-Восточный комплексный науч.-исслед. ин-т им. Н.А.Шило Дальневосточного отделения РАН, 2003. - 187 с.

12. *Некрасов А.И.* Золоторудные месторождения северо-востока Якутии // Руды и металлы. - 2007. - № 5. - С. 26-48.

13. *Bushuev Ya.Yu., Leontev V.I., Machevariani M.M.* Geochemical features of Au-Te epithermal ores of the Samolazovskoye deposit (Central Aldan ore District, Yakutia) // Key engineering materials. - 2018. - Vol.

769. - P. 207-212. DOI: 10.4028/www.scientific.net/KEM.769.207.

14. *Леонтьев В.И., Бушуев Я.Ю., Черниговцев К.А.* Самолазовское золоторудное месторождение (Центрально-Алданский рудный район): геологическое строение и особенности оруденения глубоких горизонтов // Региональная геология и металлогения. - 2018. - № 75. - С. 90-103.

15. *Кисин А.Ю., Притчин М.Е., Озорнин Д.А.* Геолого-структурная позиция Светлинского месторождения золота (Южный Урал) // Записки Горного института. - 2022. - Т. 255. - С. 369-376. DOI: 10.31897/PMI.2022.46.

16. *Пирназаров М.М.* Золото Узбекистана: рудноформационные типы, прогнозно-поисковые модели и комплексы. - Т.: ГП «ИМР», 2017. - 248 с.

17. *Гузев В.Е., Терехов А.В., Крымский Р.Ш. и др.* Морозкинское золоторудное месторождение (Южная Якутия): возраст и источники рудного вещества // Записки Горного института. - 2021. - Т. 252. - С. 801-813. DOI: 10.31897/PMI.2021.6.3.

18. *Freeman C.J.* Geology and mineralization of the Shorty Creek project, Livengood – Tolovana mining district, Alaska: internal report to select resources, 2010. - 88 p.

19. *Hart C.J.R.* Reduced intrusion-related gold systems. Mineral deposits of Canada: a Synthesis of Major deposit Types, district metallogeny, the evolution of geological provinces, and exploration methods // Reduced intrusion-related gold systems. - 2007. - № 5. - P. 95-112.

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

21. *Seltmann R., Koneev R.I.* Southern Tien Shan orogenic belt (Uzbekistan): structure, magmatism and gold mineralization // European Geosciences Union General Assembly. - 2014. - P. 436-447.

22. Золоторудное месторождение Мурунтау / Под ред. *Т.Ш.Шаякубов*. - Т.: Фан, 1998. - 539 с.

23. *Хамрабаев И.Х.* Магматизм и постмагматические процессы в Западном Узбекистане. Избр. труды в 2-х томах. Т. 1. - Т.: ГУ «ИМР». 2021. - 424 с.

24. *Kempe U., Graupner T., Seltmann R., Boorder H., Dolgopolova A., Emmichoven M.Z.* The Muruntau gold deposit (Uzbekistan) – a unique ancient hydrothermal system in the southern Tien Shan // Geoscience Frontiers. - 2016. - Vol. 7. - № 3. - P. 495-528.

25. *Карабаев М.С., Амиров Э.М.* Центральные Кызылкумы: магматизм, рудообразование, их взаимоотношения // Геология и минеральные ресурсы. - 2023. - № 4. - С. 14-29.

26. *Карабаев М.С., Жаниев Х.Э., Садиров Р.М.* Минеральные парагенезисы вольфрамового и золотого оруденения Западного Узбекистана // Инновационное развитие. - Россия, Пермь, 2018. - № 7. - С. 21-22.

27. *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.

28. *Карабаев М.С.* Метасоматизм и оруденение Центральных Кызылкумов. - Т.: НУУз, 2019. - 176 с.

29. *Карабаев М.С.* Сравнительный анализ минеральных парагенезисов редкометалльного, золото-редкометалльного и золотого оруденений Узбекистана // Мат-лы науч.-техн. конф. «Актуальные проблемы геологии, геофизики и металлогении». - Т., 2017. - С. 170-172.

30. *Рахматуллаев Х.Р.* Дайки и оруденение позднеорогенного этапа развития герцинид Южного Тянь-Шаня // Металлогения. Проблемы в Средней Азии. - Т., 1988. - С. 82-87.

31. *Рахматуллаев Х.Р.* О разновозрастности золоторудных формаций рудного поля Мурунтау // Зап. Узб. отд. ВМО. - 1985. - Вып. 33. - С. 198-202.

32. *Юдалевич З.А., Левченко И.В.* Металлогенетическая роль даек Западного Узбекистана // Зап. Узб. отд. ВМО. - 1981. - № 34. - С. 201-207.

33. *Коржинский Д.С.* Режим кислотности и щелочно-металльности трансмагматических растворов // Проблемы кристаллохимии минералов и эндогенного минералообразования. - Л.: Наука, 1967. - С. 163-169.

34. *Пирназаров М.М., Мовлонов Ж.Ж., Абдуллаев Л.А., Амиров Э.М.* Геохимический прогноз перекрытого золото-редкометалльного оруденения Восточно-Букантауских гор (Западный Узбекистан) с учетом геолого-структурных данных // Мат-лы VII науч.-практ. конф. «Научно-методические основы прогноза, поисков и оценки месторождений благородных, цветных металлов и алмазов». - М.: ФГУП ЦНИГРИ, 2017. - 110 с.

© О.Ғ.Омонов, М.М.Пирназаров, Б.Ш.Файзиев, 2024

О.Ғ.Омонов, М.М.Пирназаров, Б.Ш.Файзиев

ОҚЖЕТПЕС ТОҒ КЎТАРИЛМАСИДАГИ МАЪДАН КОНЛАРИНИНГ ГЕОЛОГИК-СТРУКТУРАВИЙ ЎРНИ ВА МАЪДАН ТАНАЛАРИНИНГ МОРФОЛОГИЯСИ



Омонов Ориф Ғофур ўғли – Геология фанлари университети доценти в. б., г.-м. ф. ф. д. (PhD). E-mail: mot.geo@mail.ru



Пирназаров Мажид Махкамович – Геология фанлари университети профессори, г.-м. ф. д. E-mail: pmajid@bk.ru

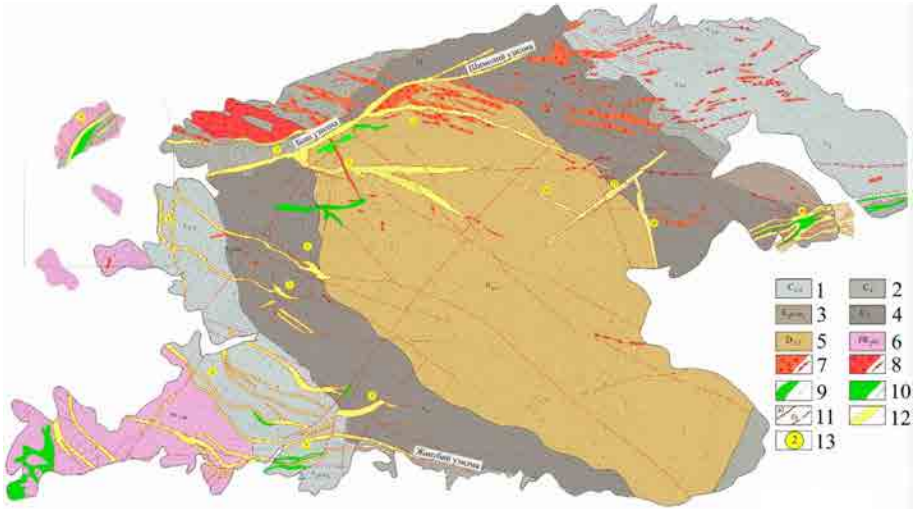


Файзиев Бобур Шамсиддин ўғли – «Минерал ресурслар институти» давлат муассасаси 2-тоифали геологи. E-mail: boburfayz1992@gmail.com

Ўзбекистон Республикаси минерал хомашъё базасини янада кенгайтириш, геология ва тоғ-кон саноатида инвестиция жозибадорлигини ошириш геология соҳасининг муҳим вазифаларидандир. Бунда берк жойлашган маълум бўлмаган маъдан намоёнларини аниқлаш ҳисобига саноатнинг олтин маъданларига бўлган талабини қондириш мумкин. Янги истиқболли майдонларни ажратишда маъдан конларининг геологик-структуравий жойлашувини ўрганиш долзарб ҳисобланади. Мазкур мақолада яхши ўрганилган, аммо янада чуқур изланишларни ўтказиш лозим бўлган ҳудуд Оқжетпес тоғ кўтарилмасида олтин конларининг геологик-структуравий жойлашуви ва маъдан морфологияси тўғрисида муаллифларнинг қарашлари акс этган.

Маъдан конлари геологик-структуравий жойлашувининг қиёсий таҳлили. Маъдан майдонида аниқланган олтин ва кумуш маъданлашувига эга бўлган деярли барча минераллашган зоналар ўрта девон-қуйи карбон карбонат ётқизиқларидан ташкил топган йирик Оқжетпес антиклиналининг қанотлари билан чегараланган. Минераллашган зоналар антиклинал ҳудудларда жойлашган бўлиб, улар маъдандан олдинги босқичнинг минтақавий сиқилиш кучлари остида қайта тикланган эллипсоид деформацияларнинг шимолий-шарқ–шимолий-ғарб динамопарасини ташкил этувчи бир қатор узлуксиз бузилмалар билан мураккаблашган (1-расм) [1-4].

Барханли ва 9-маъдан зонаси конлари динамопара (шимолий-шарқ йўналишли бузилмалари) нинг биринчи қисмида жойлашган бўлиб, «узилиш-ажралиш» ёриқлари деб таснифланади, уларнинг қалинлиги кескин букилишларда кенгайган. Иккинчи қисми (шимолий-ғарб йўналишли бузилмалари), умуман олганда, маъдан ётқизиқлари учун унчалик қулай эмас ва «ажралиш-ёпилиш» ёриғи сифатида таснифланади, аммо субкенглик йўналишидаги бузилмаларининг натижасида ҳосил бўлган букилишларда зонанинг кучли кенгайиши кузатилган. Шундай қилиб, кўриб чиқилаётган объектлар бир хил геологик-структуравий ўринларда шаклланган: Кўкпатас (9-маъдан зонаси), Кенглик (Барханли), Бош (2-маъдан зонаси) чуқур бузилмалар таъсири зонасида ва субкенглик букилишлар билан мураккаблашган «узилиш-ажралиш» ёриқларида жойлашган; қамровчи карбонат ҳосилалари антиклинал бурмаларининг қанотларини кесган. Шуни таъкидлаш керак, 9-зонадаги кўплаб карбонатли линзалар ва майда қатламчаларни ўз ичига олган қамровчи тоғ жинси терриген қатламлари бўлиб, кондицион олтин миқдорлари зонаси ҳосил бўлиши учун уларнинг йўналиши ва ётиши муҳимдир (асосан нордон флюидларнинг юқорига кўтарилиши ва тўпланиши учун геокимёвий тўсиқ).



1-расм. Оқжетпес тоғ кўтарилмасининг схематик геологик харитаси (В.Ф.Гвиздон, Ж.К.Шириновлар материаллари асосида Л.В.Седельников, Ж.Ж.Мовланов ва б. тузатишлари билан). *1* – карбон системаси бўлинмаган ўрта-юқори бўлими. Қумтош, конгломерат, гравелит, кремнийли жинслар қатламчалари, оҳактошлар; *2* – карбон системаси бўлинмаган ўрта бўлими. Қумтош, алевролит, аргиллит, оҳактош қатламчалари; *3* – бирлаштирилган бошқирд яруси қуйи москва кичик яруси. Кремний линзалари билан оҳактош; *4* – карбон системаси бўлинмаган қуйи бўлими. Массив ва ўрта қатламли, майда донали оҳактош; *5* – девон системаси бўлинмаган ўрта-юқори бўлими. Ўрта қатламли, майда кристалли оҳактошлар мармар ва доломитлашган оҳактошлар қатламчалари билан; *6* – юқори протерозой. Кўкпатас свитаси. Кремнийли жинслар ва микрокварцитлар, серицит-хлорит-кварцли сланецлар, доломитлар; *7* – сиеногранодиорит-порфир; *8* – гранодиорит-порфир; *9* – керсантит; *10* – диорит (сиенодиорит); *11* – узилмали бузилмалар: *а* – аниқ, *б* – таҳминий; *12* – минераллашган зоналар; *13* – минераллашган зонанинг рақамлари.

Кўриб чиқилаётган объектларда маъдан таналарининг морфологик турлари ҳам бир хил. Бу тик ётувчи чизиқли томирли ва ҳол ҳол томирчали кварц мадан таналари бўлиб, маъдан жойлашувчи бузилмалар йўналиши бўйича субкенглик букилиш юзаларида чизиқли штокверкга ўтган.

Объектларидаги маъдан таналарида, қоида тариқасида маъданларнинг 5-6 та минерал ассоциациялар тури ажратилган бўлиб, улар бирга ёки алмашиниб келади. Маъдан таналарининг умумий ўхшаш минерал таркиби бўйича сульфидлашган маъданлардан баъзи фарқларни кузатишиз мумкин. Агар 9-маъдан зонасида кварц-пирит-марказит-арсенопирит таркибли темирли маъданлар ривожланган бўлса, 2-маъдан зонасида кварц-гидрогётит-гётитли брекчияларни (темир билан кам тўйинган) шартли таққослаш мумкин. Кўриб чиқилаётган объектларда аниқланган ва фақат маъдан таналарида у ёки бу минералнинг устунлиги ўзгариши билан фарқ қиладиган маъдан ва номаъдан минераллар тўплами ҳам ўхшаш.

Шунга ўхшаш маъдан назорат қилувчи омиллар (структуравий ўрни, қамровчи муҳит, маъдан жойлашувчи структуралар, дайкали таналарнинг эндо- ва экзоконтактлари) билан маъдан шаклланишининг мутаносиблиги белгилайди. Объектларнинг яқин тахмин қилинган параметрлари ҳам аниқланган:

- йўналиш бўйича узунлиги 800-1200 м;
- маъданлашув тарқалиш чуқурлиги 100-140 м;
- маъдан таналарининг қалинлиги 1-2 м дан 4-6 м гача ва кенгайган жойларда 30 м гача.

Шуни таъкидлаш керакки, маъдан таналарида ва минераллашган зоналарда нураш жараёнлари ушбу объектларда бир хил даражада намоён бўлган. Улар тупроқ массаси каби бутунлай емирилган, қизил-жигарранг-жигарранг рангдаги тоғ жинслари, баъзида лимонитнинг ёркин лимонсимон сариқ, диорит дайкалари бўйлаб яшил-кулранг сочилувчан ҳолда учрайди. Тарқалиш чуқурлиги бир биридан фарқ қилади: 35-45 м (9- ва 2- зоналар) дан 60-90 м гача (Барханли кони).

Объектлардаги маъданларнинг минерал турлари тўплами ёки уларнинг у ёки бу ривожланишининг устунлиги, структуравий-текстуравий хусусиятларида баъзи фарқлар мавжуд – буларнинг барчаси оксидланиш зонасида деярли бир хиллашган, бу ерда нураш жараёнлари подзонасининг пастки чегараси цементлашуви ва иккиламчи бойитиш шаклланиши билан маъдан моддаси ва эркин олтинни қайта тақсимлашнинг умумий схемасини яратади. Буларнинг барчаси маъданларнинг технологик хусусиятларининг ўхшашлиги, айниқса оксидланиш зонасида ва уларни бойитиш учун ягона

технологик схемадан фойдаланишга олиб келади (Л.В.Седельников, 2010):

- гравитацион-флотация;
- флотацион қолдиқларни цианлаш.

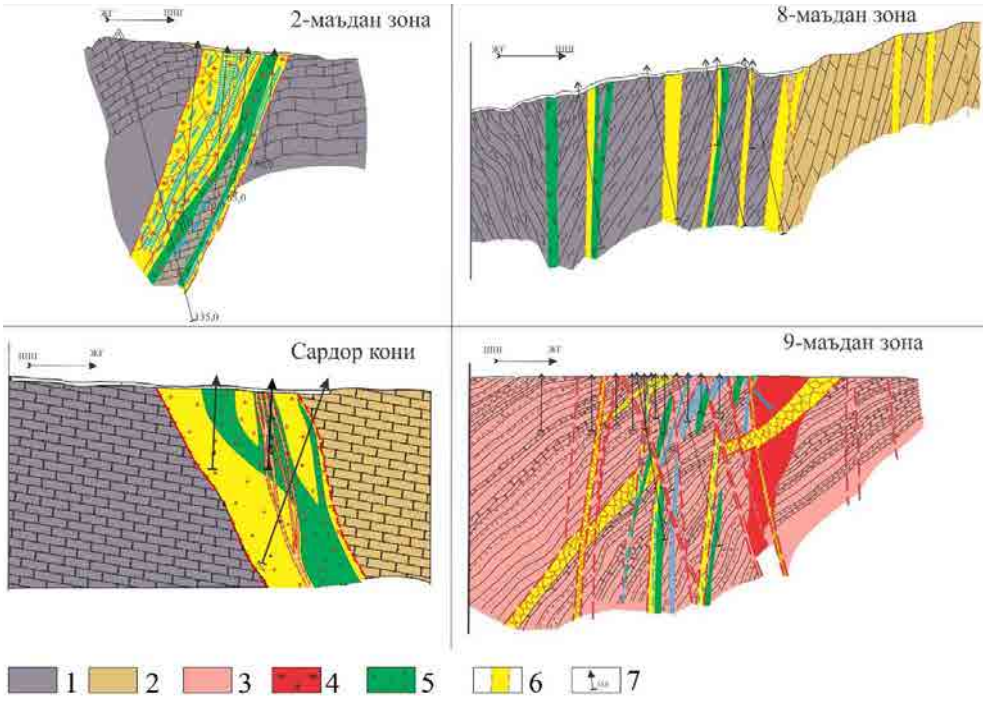
Бу олтинни етарлича юқори бойитишни таъминлайди: 82,38% ва 92,43% (Барханли 2 та намунада).

Шунга ўхшаш кўрсаткичлар, 9-маъданли зонанинг технологик намуналаридан, Кўкпатас маъдан майдонидаги Бахтли участкасидан (75,0-83,33%) ва б. фойдали йўлдош компонентларнинг юқори концентрациялари–кумуш (ўртача 6 г/т), нодир ер элементлари церий-лантан-неодим гуруҳи (0,061%) ва платиноидлар (0,291 г/т), шунингдек, зарарли аралашмалар-маргимуш (0,6% гача) ва сурьма (0,05%) аниқланган [3].

Маъдан таналарининг морфологияси. Маъданлашув дайкалар билан яқин фазовий-генетик боғлиқлиги билан тавсифланади (Барханли кони, 12- ва 14-минераллашган зонаси ва баъзан 2-, 9-маъданли зоналар). Унинг контакт зоналари маъданли гидротермаллар учун геокимёвий барьерни ифодалайди, шу билан бирга, зона ва маъданлашувлар полифацияли гидротермал-метасоматик таъсирга учраган бир нечта жараёнлар билан заифлашган. Маъданлашувнинг дайкалар билан бундай чамбарчас боғлиқлиги маъдан таналарининг ётиш хусусиятини белгилаб беради [2].

Кўпинча, Оқжетпес тоғ кўтарилмаси объектларида маъданлашув тик ётувчи, субвертикал ётқизиқларда аниқ кўринмайди. Улар 0,5-0,8 г/т (олтин қазиб олишнинг геологик-иқтисодий мақсадга мувофиқ миқдори) олтиннинг чегаравий миқдори бўйича контурланади. Уларнинг қалинлиги 1-2 м дан 10-17 м гача, баъзан кўпроқ фарқ қилади. Энг бой кўп босқичли маъданлашув кесишиш тугунларида, букилган йўналишларда, геокимёвий барьер мавжуд бўлганда ҳар хил йўналишли бузилмаларда, айнан оҳактошнинг сланец билан контактлари яқинида, ётиқ дайка бортларида, дайка таналарининг бурилиш ва бошқа структуравий тузоқларида қалинликлар кенгайиб шаклланган (2-расм).

Бундай жойларда, маъдан назорат қилувчи структураларнинг субвертикал ётиши баъзида қия ётишга алмашади, флексурага ўхшаш бурмалар ва ётиш бўйлаб сиқилишлар қайд этилади. Ушбу структуралардаги маъдан танасининг узунлиги шу сингари структуралар йўналиши бўйлаб 400 м ва ундан ортиқга, маъдан назорат қилувчи структураларнинг минераллашган қамровчи зоналарининг узунлиги эса 600-800-1000 м гача етади. Колонкали бурғулаш қудуқлари томонидан кузатилган маъданлашувнинг максимал чуқурлиги 136 м (Л.М.Комарова, 2002).



2-расм. Оқжетпес тоғ кўтарилмаси маъданли зоналаридаги маъдан таналарининг жойлашуви (Л.В.Седельников ва А.А.Тусметов маълумотлари асосида тузилган). *1* – карбон даври ётқизиқлари; *2* – девон даври ётқизиқлари; *3* – протерозой даври кўкпатас свитаси ётқизиқлари; *4* – гранит; *5* – диорит; *6* – минераллашган зона; *7* – бурғи қудуғи.

Чуқур горизонтларда олтин-сульфид маъданлашуви ривожланган бўлиб, кам ҳолларда бундай чуқурликларга бурғиланган туфайли, ушбу тур амалда маъданлар деярли ўрганилмаган. Бирламчи маъданларда литологик ва тектоник жиҳатдан қулай вазиятларда гидротермал-метасоматик ривожланишнинг максимал даражаси намоён бўлган ерларда кўп босқичли маъданлашув кўринишида учрайдилар.

Охирида эса маъдандан кейинги тектоник дарзланиш ва брекчияланиш билан ривожланган, оксидланиш зонасида маъдан моддаларининг қайта тўпланишига олиб келган. Оксидланиш зонаси бўшашган зоналарнинг дарзланган жинсларига чуқур 60 м ва ундан ортиқ кириб боради. Кучсиз ўзгарган оҳактошлар, баъзи жойларда кварцлашган бўлиб, нурашга анча чидамли бўлиб, улар маъдан таналаридан узоқроқ масофада жойлашган.

Ер юзидаги зоналар, маъдан таналарига улашган, дайкалар билан контактлар яқинида, қоида тариқасида, сочилган жинслар билан ифодаланади, эркин гипслашган массаси айланади, жадал темирлашган. Аксарият ҳолларда бундай зоналар очилмаган бўлиб, жуда чуқур бўшлиқлар билан ифодаланади.

Оксидланиш зонасидаги пирит ва бошқа сульфидларнинг ўзгариши даражасига кўра учта подзонага ажратиш мумкин (юқоридан пастга): тўлиқ оксидланган маъданларнинг подзонаси; занжирсимон аралаш маъданли подзона; цементлашган подзона (иккиламчи бойитилган).

Оксидланиш зонасида ўзгарган тоғ жинсларининг асосий диагностик белгилари уларнинг оқариши ва лимонитлашганлигидир. Бирламчи минераллар гиперген қатламли силикатлар билан алмаштирилганда, сульфатли нураш оқариши билан боғлиқ. Кучсиз ўзгарган жинсларда янги ҳосил бўлган гидрослюда ва каолин 40% гача, жадал равишда ўзгарган жинсларда эса – 60% гача.

Маъдан майдони ҳудудларида оксидланиш зонаси кенглиги ва чуқурлиги бўйича нотекис равишда намоён бўлади, бу маъданлар ва қамровчи тоғ жинслари таркибининг ўзига хос хусусиятлари, уларнинг кварцлашиши ва дарзланиш даражаси ва ер ости табиий сувлари сатҳининг баландлигига боғлиқ.

Колонкали бурғилашнинг асосий маълумотларига кўра оксидланган маъданларнинг чегараси баъзан 80-100 м ва ундан чуқурроқгача (ёриқлар бўйлаб) тушади. Кўринишидан, ушбу чегара яқинида цементлашган подзона чегараси ўтган бўлиши мумкин.

Шундай қилиб, маъдан таналари аниқ макроскопик белгиланган чегараларга эга эмас. Шу муносабат билан, уларни ажратиш ҳар бир участка учун техник-иқтисодий асосларда келтирилган кондицияларга мувофиқ, 0,5-0,8 г/т чегаравий миқдор бўйича контурлаш амалга оширилади.

Маъдан таналарининг шакли мураккаб, линзасимон, кенгайган ва ғижимланган. Маъдан танаси чегарасига киритилган бўшоқ қатламларнинг максимал қалинлиги 5 м. Кенгайган қалинликлар ҳар хил йўналишли бузилишларнинг туташган жойларида аниқланиб, асосан экранловчи юзалар бўлганда, масалан оҳактош-сланец ёки оҳактош-дайка чегараларида кузатиш (ётган томонда) жуда қулай.

ХУЛОСА

Маъдан таналарининг шакли алоҳида зоналарнинг структуравий-тектоник ҳолатига боғлиқ ҳолда мураккаб, линзасимон, қалинликлари фазовий ўзгарувчан. Уларнинг кенгайган қисмлари ҳар хил йўналишли бузилишларнинг туташган жойларига хос бўлиб, асосан экранловчи юзалар билан мужассамлашган жойларда, масалан, оҳактош-сланец ёки оҳактош-дайка чегараларида (ётиқ томонида) аниқ намоён бўлади. Маъдан таналарининг асосий тури бу мураккаб тузилишга эга бўлган линзасимон, чўзинчоқ уступсимон томирли шакллардан иборат.

АДАБИЁТЛАР

1. *Омонов О.Ғ., Махмудов А.А., Мўминов М.Б.* Марказий Букантов майдонларида маъданлашувнинг структуравий-тектоник жойлашув хусусиятлари // «Амалий ва инновацион илмий тадқиқотлар: долзарб муаммолар, ютуқлар ва янгиликлар (профессор А.А.Юсупходжаевнинг хотирасига бағишланган)» мавзусидаги халқаро миқёсдаги илмий ва илмий-техник анжуман. - Т.: ТДТУ, 2021. - 109 бет.

2. *Пирназаров М.М., Омонов О.Ғ., Абдуллаев Л.А., Саидходжаева М.М.* Рудоконтролирующие факторы и значимые признаки оруденения Окжетпесского рудного поля (Центральный Кызылкум) // Geologiya va mineral resurslar. - 2022. - № 1. - С. 51-58.

3. *Пирназаров М.М., Седельников Л.В., Мукимова Д.С., Мовланов Ж.Ж., Пирназаров Маъмур.* Условия образования и размещения золото-редкометалльного оруденения Саутбай-Сарытауского рудного узла (Западный Узбекистан) // Geologiya va mineral resurslar. - 2013. - № 6. - С. 31-40.

4. *Шихин Ю.С.* Геологическое картирование и оценка рудоносности разрывных нарушений. - М.: Недра, 1992. - 229 с.

© Ш.Т.Тошпулатов, В.Д.Цой, З.И.Раимов, 2024

Ш.Т.Тошпулатов, В.Д.Цой, З.И.Раимов

МИНЕРАЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ КОМПЛЕКСНЫХ ТИТАНО-МАГНЕТИТОВО-СКАНДИЕВЫХ РУД МЕСТОРОЖДЕНИЯ ТЕБИНБУЛАК



Тошпулатов Шерали Толлибоевич – главный геолог ГУП «Регионалгеология». E-mail: tshierali@mail.ru



Цой Владимир Деньевич – главный научный сотрудник ГУ «ИМР», профессор, докт. г.-м. наук. E-mail: vtsoi@inbox.ru



Раимов Зухриддин Илхомдин угли – главный геолог ГУП «Регионалгеология», «Каракалпакская ПГСЭ». E-mail: zraimov@mail.ru

Введение. Исследования по изучению минералого-геохимических особенностей руд, выявлению попутных компонентов, установлению формы нахождения ценных компонентов, продуктивных парагенетических минеральных ассоциаций и составлению схемы гипогенного минералообразования являются актуальными научными и практическими задачами геологической отрасли.

В настоящей статье приводятся результаты минералого-геохимических исследований, проведенных сектором минералогии и геохимии ГП «ИМР» под руководством В.Д.Цоя на участке Тебинбулак за период 2011-2015 гг. Эти работы – составная часть производственных проектов (поисковые работы, предварительная и детальная оценка титаномагнетитовых руд в пределах Восточной зоны, опережающие специализированные поисковые работы на северном фланге Тебинбулакского месторождения, разведочные работы по Западной зоне с генеральным подсчётом запасов в целом по месторождению Тебинбулак по категориям $B+C_1$), которые проводились под руководством и при непосредственном участии Ш.Т.Ташпулатова.

Тебинбулакский габбро-пироксенитовый массив с его титаномагнетитовым оруденением уникален среди габброидов Южного Тянь-Шаня. Расположен в зоне Урусайского глубинного разлома, в мульде синклинальной складки, сложенной нижне-среднедевонскими кремнистыми породами, песчаниками, алевролитами и зеленокаменными сланцами с прослоями известняков джамансайской свиты и среднедевонскими туфами андезитов, туфопесчаниками, туфоконгломератами и известняками бешмазарской свиты, которые полукольцом окружают массив с запада, юга и востока.

С породами интрузива связана титаномагнетитовая и платино-золото-сульфидная минерализация [8, 9].

Первые специальные тематические работы по изучению вещественного состава рудовмещающих пород, слагающих Тебинбулакский интрузив, выполнялись Я.С.Висьневским, В.В.Барановым, К.М.Кромской и др. [2, 3, 8, 9].

Было установлено, что по своим петрологическим и минералого-геохимическим особенностям, типу, характеру и масштабности оруденения Тебинбулакское месторождение весьма сходно с Качканарским, Гусевогорским и другими подобными месторождениями Урала [2, 3], которые успешно разрабатываются в настоящее время.

Минералого-геохимическая характеристика рудовмещающих пород

Минералого-геохимические исследования проведены с использованием традиционных и современных методов анализов. В лаборатории ГП «ИМР» выполнены следующие анализы: полуколичественный спектральный методом

просыпки; атомно-абсорбционный на золото на приборе Perkin – Ermler; полный силикатный; химические анализы на содержание FeO, Fe_2O_3, TiO_2, V в продуктах гравиообогащения; фазовые анализы на определение железа магнетитового, гематитового, силикатного; содержание элементов-примесей в концентратах проведено ИСП-масс-спектрометрическим методом в Центральной лаборатории (аналитик В.А.Баннов). Минералогическое и петрографическое изучение проводилось по шлифам и аншлифам. Пересчет полных силикатных анализов на минеральные компоненты также корректировался микроскопическими данными.

На месторождении Тебинбулак наиболее широко развиты пироксениты, а амфиболсодержащие породы – тебиниты и горнблендиты – менее широко. Главными носителями оруденения являются пироксениты.

Это темно-зеленые, почти черные плотные массивные мелко-, среднезернистые породы. Основной минерал – моноклинный пироксен, а амфибол и полевой шпат находятся в подчиненном количестве. Пироксен короткостолбчатый, по оптическим характеристикам относится к группе моноклинных пироксенов ряда диопсид-геденбергит (рис. 1). Роговая обманка обычно более ксеноморфная по отношению к пироксену, замещает его и, в свою очередь, замещается хлоритом.

Среди массы пироксена присутствуют вкрапленность и гнездовые скопления магнетита (рис. 2, 3), пирита, единичные зерна халькопирита, серицитизированного полевого шпата. Наличие плагиоклаза, амфибола позволяет отнести пироксениты к категории полевошпат- и амфиболсодержащих. В пироксенитах повсеместно присутствуют амфиболы, часто межзерновые промежутки выполнены магнетитом.

Амфибол хлоритизирован, отмечаются замещения зерен пироксена амфиболом и более поздним хлоритом, часто в виде каймы. Именно к амфиболизированным, хлоритизированным участкам приурочен магнетит (рис. 4, 5).

Обилие включений магнетита отмечается в хлорите, заместившим пироксен, амфибол (см. рис. 5). Нередко и в пироксене, и в амфиболе зерна магнетита ориентируются по трещинам спайности, образуя решетчатую текстуру.

Для рудных пироксенитов характерно пониженное количество, %: Al_2O_3 – 4,61-8,5 и суммы щелочей K_2O+Na_2O – 0,7-1. Содержания MgO и CaO несколько выше по сравнению с другими разновидностями и колеблются в интервале 15,68-19,74 (CaO) и 7,8-16% (MgO). Содержание, %: FeO – 2,74-6,08; Fe_2O_3 – 7,67-16,2; TiO_2 – 0,65-1,97; P_2O_5 – 0,05-0,06 (табл. 1).

Минеральный состав, полученный путем пересчета химических анализов с корректировкой по шлифам, %: альбит – 3-12; серицит – 2,4-1,0; хлорит – 0,6-4; диопсид – 50-69; роговая обман-

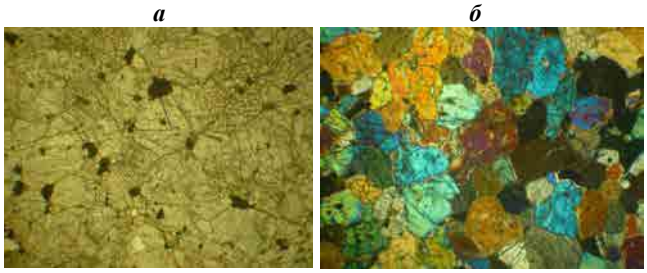


Рис. 1. Пироксенит мелкокристаллический с вкрапленностью магнетита. Увел. 63^x. 1 – пироксен, 2 – магнетит. *а* – ник. II, *б* – ник. X.



Рис. 2. Пироксенит с включениями магнетита. Увел. 63^x; ник. II. 1 – пироксен, 2 – магнетит.

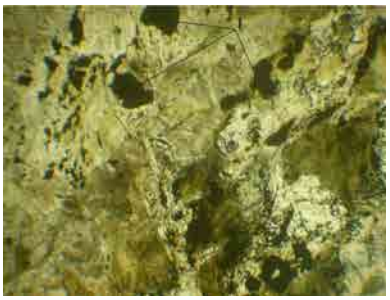


Рис. 3. Разнозернистая вкрапленность магнетита в амфибол-хлоритовом пироксените. Увел. 63^x; ник. II. 1 – магнетит.

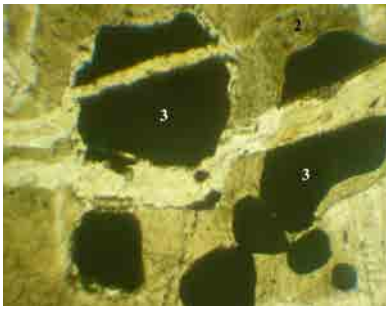


Рис. 4. Магнетит в амфиболизированном пироксене. Увел. 120^x; ник. II. 1 – пироксен, 2 – амфибол, 3 – магнетит.

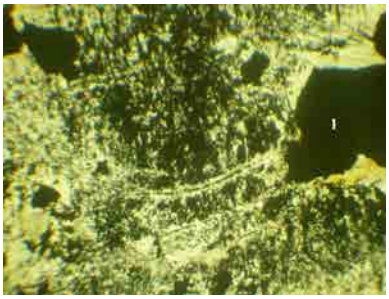


Рис. 5. Магнетит в скоплениях хлорита.
Увел. 120[x]; ник. II. 1 – магнетит.

ка – 10-15,2; эпидот, цоизит – до 0,5-2; кальцит – до 0,5-3; кварц – до 2,0; апатит – 0,1-1,0; магнетит – 9-18; ильменит – 1,8-3,9; пирит – единичные зерна (табл. 2). По данным фазового анализа на железо, содержание магнетитового железа в пироксенитах 2,18-23,33%, железа гематитового – 1,12 до 3,18%, железа гидрооксидного – от 0,11 до 0,41%, железа карбонатного легко растворимых силикатов – 3,78÷4,46%, трудно растворимых силикатов – 3,57-4,46% (табл. 3).

Таблица 1

Химический состав пород, %

Окисел	Пироксениты (9 ан.)		Тебиниты (7 ан.)		Горнблендиты (4 ан.)	
	среднее	от - до	среднее	от - до	среднее	от - до
SiO_2	41,95	35,3-44,26	38,42	36,3-40,4	44,25	41,1-55,72
Fe_2O_3	13,77	7,67-24,84	14,51	12,2-17,2	9,05	3,61-18,8
FeO	5,11	2,74-6,16	7,55	5,6-9,36	6,04	4,82-7,42
TiO_2	1,21	0,127-2,28	2,19	1,94-2,4	1,43	0,85-2,38
MnO	0,17	0,09-0,25	0,15	0,15-0,18	0,18	0,104-0,3
Al_2O_3	5,75	4,61-8,5	10,92	10,6-11,34	15,8	10,39-18,14
CaO	14,32	5,14-19,74	13,39	12,88-15,4	9,99	5,46-14,0
MgO	13,36	7,8-16	7,5	6,2-9	6,99	5,6-9,83
Na_2O	0,94	0,43-1,73	1,65	1,3-2,25	1,71	0,66-2,46
K_2O	0,77	0,29-2,87	0,73	0,6-1,3	1,20	0,40-1,73
P_2O_5	0,09	0,05-0,25	0,41	0,05-0,89	0,24	0,12-0,6
$S_{общ.}$	0,05	<0,04-0,09	0,04	<0,04-0,31	0,09	0,07-0,12
ППП	1,98	0,8-6,68	1,88	0,8-4,84	2,2	0,96-3,8
Σ	100	99,08-100,97				99,43-98,95
CO_2	<0,1	<0,1	<0,5	<0,5	0,4	<0,1-1,32
SO_3	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1-0,31
H_2O	0,3	<0,1-0,68	<0,1	<0,1	0,2	0-0,54
$Fe_{вал}$	13,64		15,4		10,5	

Таблица 2

Минеральный состав природных типов руд месторождения Тебинбулак, %

Минерал	Среднее содержание минералов		
	в пироксенитах (по 9-ти пробам)	в тебинитах (по 7-ми пробам)	в горнблендитах (по 4-м пробам)
Альбит	9	14	11,7
Серицит	6	6,2	10,2
Биотит	0,5	-	-
Хлорит	2,2	2,4	3,3
Пироксен моноклинный	51,2	26	9,1
Роговая обманка	13	24,3	49,2
Эпидот	0,3	0,2	0,5
Цоизит	0,3	0,2	
Кальцит	0,4		
Кварц	-		
Апатит	0,3	0,9	0,6
Магнетит	14	21,1	12,4
Ильменит	3	4,1	3
Пирит	Ед. зн.	Ед. зн.	Ед. зн.

Тебинит. Термин «тебиниты» предложен Я.С.Висьневским (1972) для промежуточного ряда между пироксенитами и горнблендитами, в которых содержания пироксена и амфибола практически равны. Макроскопически эти породы неотличимы от роговообманковых пироксенитов, но микроскопически отличаются идиоморфизмом пироксена по отношению к совершенно ксеноморфной роговой обманке, как бы цементирующей зерна пироксена (рис. 6, 7). Роговая обманка, в свою очередь, часто замещена хлоритом, голубоватым амфиболом (см. рис. 7). Магнетит чаще всего приурочен к участкам, сложенным амфиболом, и, в меньшей степени, пироксеном. Полевой шпат серицитизирован и виде отдельных останцов размещен в пироксене. Химический состав представлен в табл. 1. Минеральный состав, полученный пересчетом химических анализов и скорректированный по шлифам, %: альбит – 11-19; серицит – 5-11; пироксен – 24-28; роговая обманка – 18-27; хлорит – 1-3; апатит – 0,1-1,9; магнетит – 19-26; ильменит – 3,6-4,5; пирит – ед. зн. (см. табл. 2).

Горнблендиты. Широко распространены среди ультраосновных пород массива. Макроскопически почти неотличимы от пироксенитов, тебинитов; это среднезернистые породы, состоящие преимущественно из роговой обманки (рис. 8). Породы темно-зеленые почти черные; размер кристаллов до 2×5 мм. Микроскопически в массе окрашенного амфибола встречаются

Таблица 3

Результаты фазового анализа железа, %

Окисел	Пироксенит (5 ан.)		Пироксенит с вкрапленностью магнетита (1 ан.)	Массивная магнетитовая руда (1 ан.)	Горнблендит хлоритизированный с вкраплениями магнетита (1 ан.)
	среднее	от - до			
Fe магнетита	12,12	6,22-23,33	2,18	49,1	2,14
Fe гематита	2,16	1,12- 3,18	2,15	<0,1	6,3
Fe гидрооксидов	0,12	0,11- 0,14	0,41	0,24	0,25
Fe карбонатов и легкорастворимых силикатов	0,31	0,24- 0,38	0,24	0,28	1,25
Fe труднорастворимых силикатов	4,04	3,57- 4,46	3,78	1,42	3,99
∑ фаз	18,78	8,76- 28,54	8,76	51,04	13,9/3

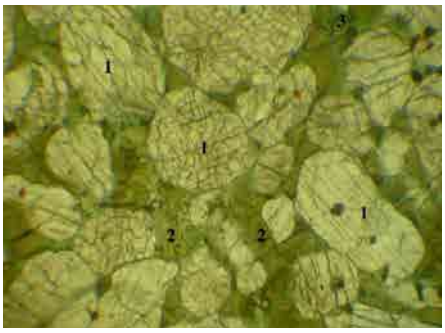


Рис. 6. Тебинит. Увел. 120^{x}; ник. II. 1 – пироксен, 2 – амфибол, 3 – хлорит.

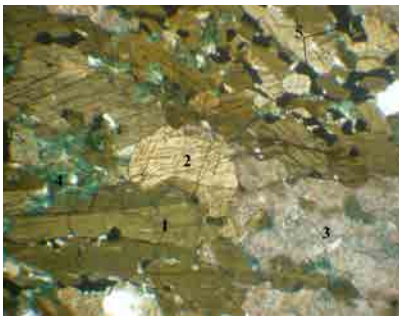


Рис. 8. Горнблендит с магнетитовой вкрапленностью. Увел. 120^{x}; ник. II. 1 – амфибол, 2 – пироксен, 3 – полевой шпат, 4 – хлорит, 5 – магнетит.

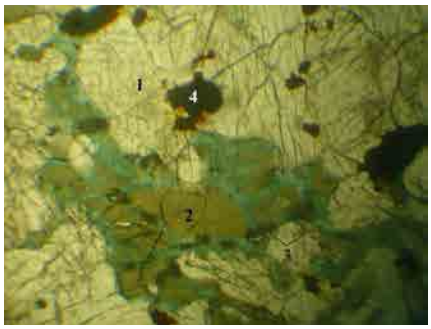


Рис. 7. Амфиболизация пироксена в тебините. Увел. 120^{x}; ник. II. 1 – пироксен, 2 – роговая обманка, 3 – амфибол, 4 – магнетит.

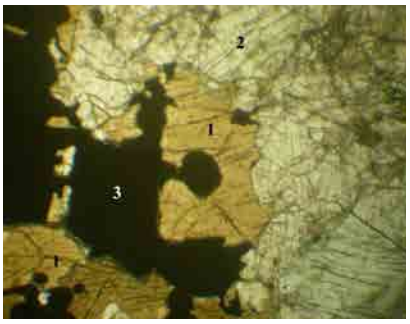


Рис. 9. Скопление магнетита на контакте амфибола и пироксена. Увел. 63^{x}; ник. II. 1 – амфибол, 2 – пироксен, 3 – магнетит.

бесцветные зерна пироксена; пироксен обычно подвержен вторичным изменениям – он эпидотизирован, хлоритизирован. Обычно на контакте зерен пироксена и амфибола отмечаются скопления магнетита. Характерно, что локализация магнетита наблюдается в массе амфибола, тогда как зерна пироксена почти не содержат рудную минерализацию (рис. 9). В амфиболе скопления магнетита отмечаются по трещинам спайности; среди амфибола встречаются зерна измененного плагиоклаза.

Фазовый анализ на железо показал, что на железо магнетитовое приходится, %: Fe_2O_3 – 2,14; гематитовое Fe – 6,3; гидроокисное Fe – 0,28; карбонатное Fe, легкорастворимых силикатов – 1,25; труднорастворимых силикатов Fe – 3,89. Содержание магнетита 2,9%, гематита – 9%, окислов – 0,28 (см. табл. 3). Из элементов-примесей по сравнению с другими разностями в горнблендитах отмечается повышенное содержание Ba, Co, Mn (табл. 4).

Массивные магнетитовые руды характерны для измененных участков пород. Они содержат массивные скопления магнетита, нередко с хорошо проявленными пластинчатыми выделениями ильменита в нем (см. далее рис. 16, 17). По данным фазового анализа массивных магнетитовых руд, содержание Fe магнетитового 49,1%, гематитового – <0,1%, окисленного – 0,28, Fe труднорастворимых силикатов – 1,42%. В таких

Таблица 4

Результаты полуколичественного спектрального анализа с просыпкой (сод. n•10-3%, в скобках – процентное соотношение анализов)

Элемент	Пироксениты (31 проба)			Тебиниты (18 проб)		Горнблендиты (13 проб)	
Ba	<2-5 (19)	7 (3)	10-50 (75)	5-7 (11)	10-70 (86)	< 2 (5)	15-70 (78)
	100 (3)			100 (3)		100-300 (17)	
Be	<0,05-0,07 (22)	0,1-0,3 (78)		0,07 (3)	0,13-0,15 (97)	0,1-0,2	
V	3-7 (21)	10-20 (28)	>1100(69)	70-100 (28)	>1100 (72)	20-70 (28)	>110 (72)
Bi	<0,2					< 0,2	
W	<0,3-0,7 (88)	1-2<10 (12)		<0,3 (89)	0,5-0,7 (11)	<0,3-0,5	
Ga	<0,5 (16)	0,7 (6)	1-5 (78)	<0,5 (3)	1-5 (97)	<0,5-5	
Ge	<0,1 (3)	0,15-0,7 (97)		0,3-0,7		<0,1-0,7	
Cd	<0,1			<0,1			
Co	7 (3)	10-20 (93)		10-20		1-7 (28)	10-50 (72)
Mn	70 (6)	100-300 (94)		180-300		50 (5)	150-700 (95)
Cu	<0,8 (50)	1-7 (12)	1-7 (12)	<0,8 (7)	15-70 (58)	<0,8 (11)	7 (5)
	100-200 (9)	>1100 (3)		100-300 (35)		15-70 (67)	100-500 (17)
Mo	<0,1 (6)	0,1-0,5 (94)		<0,1-0,3		0,1-0,7	
As	<2			<2		< 0,2	
Ni	<0,6 (16)	1-7 (53)	10-20 (31)	<0,6 (72)	1-10 (28)	<0,1 (50)	1,5-7 (45)
						20 (5)	
Sn	<0,6			<0,6		<0,6	
Pb	<1 (47)	1-7 (22)	70 (31)	<1 (97)	1,5 (3)	<1-1,5 (95)	1,0 (5)
Ag	<0,005 (28)	0,01-0,07 (66)		0,01-0,07 (97)	0,1-1 (3)	<0,005 (11)	0,01-0,05 (78)
						0,1-0,5 (11)	
Sb	<2 (56)	2-5 (44)		<2 (89)	2-3 (11)	<2-5	
Ti	50 (3)	100-700 (78)	1000 (19)	300-700 (86)	1000 (14)	200-300 (89)	1000 (11)
Cr	<1 (19)	2-7 (37)	10-70 (44)	<1 (75)	3-7 (11)	<1 (34)	1-7 (44)
				10-50 (14)		15-50 (22)	
Zn	7 (6)	10-50 (9)	150 (3)	15 (50)		10-50	
Au	<0,03 (94)	0,03 (6)		<0,03		<0,03	
Nb	<0,4			<0,4		<0,4	
Ta	<10			<10		<10	
Li	<3			<3		<3-7	

участках преобладает титаномагнетит (67,8%), а гематит встречается в единичных зернах. Из примесей в массивных рудах отмечены: Ba, As, Sb; Be; V; Bi и др. (см. табл. 4).

Габброиды представлены роговообманковыми мелкозернистыми габбро, состоящими из густоокрашенной роговой обманки (C:Ng = 18° 2V = 71°) и соссюритизированного плагиоклаза (рис. 10). Широко развит мелкозернистый эпидот в ассоциации с цоизитом (рис. 11), карбонатом. Часто остаются лишь реликты полевого шпата в массе мелкозернистого эпидота, цоизита.

Как отмечено выше (см. табл. 1), химический состав ультраосновных пород отличается не резко. Средние содержания окислов в ряду пироксенит – тебинит – горнблендит тоже не отличаются контрастностью. В этом ряду – рост



Рис. 10. Соссюритизация полевого шпата в габброиде. Увел. 120ˣ; ник. II. 1 – полевой шпат; 2 – амфибол; 3 – эпидот, цоизит.

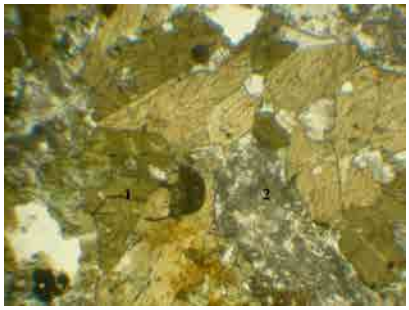


Рис. 11. Скопление эпидота, цоизита в габброиде. Увел. 120ˣ; ник. II. 1 – амфибол, 2 – эпидот, цоизит.

содержаний Al_2O_3, Na_2O, K_2O и уменьшение CaO и MgO.

По содержанию SiO_2 почти все породы попадают в группу ультраосновных и основных пород. Повышенные содержания SiO_2 отмечаются в группе пироксенитов, по-видимому, эти разности являются переходными к габброидам. По сумме окислов породы относятся к нормально щелочным, а по отношению Na_2O/K_2O попадают преимущественно в категорию натриевых и калиево-натриевых разностей (Петрографичский кодекс Республики Узбекистан, 2002).

Тебиниты по параметру Al_2O_3/Fe_2O_3 +FeO+MgO попадают в низкоглиноземистые разности, а горнблендиты – в умеренно и высокоглиноземистые. Как показано, выделенные разновидности пород макроскопически и по химическому составу близки, а различаются по вариациям слагающих их минералов и структурным особенностям.

Акцессорная и рудная минерализация

Акцессорная и рудная минерализация изучена в пробах-протолочках (более 50-ти проб весом от 1 до 5 кг), включая хвосты керновых проб скважин. Пробы разделялись в процессе гравиообогащения на концентрат, пром. продукт, легкую фракцию, шлам.

В продуктах обогащения, особенно детально в концентратах, определялся минеральный состав, количество минералов.

Основными минералами, установленными в концентратах, являются магнетит, с резко подчиненным количеством пирита, халькопирита, оксидов железа. В легкой фракции установлены: пироксен, амфибол, в подчиненном количестве полевой шпат, кварц, апатит, рутил, хлорит, биотит, эпидот. Во всех продуктах обогащения отмечается наличие вкрапленности магнетита.

Продукты гравиообогащения проанализированы на содержание в них Fe_2O_3, FeO, $Fe_{вал}$; избирательно – TiO_2 и ванадий (в 4-х пробах). В концентратах установлены содержания, %: FeO – от 12,87 до 26,73; Fe_2O_3 – от 48,42 до 69,9; $Fe_{вал}$ – от 52,84 до 59,85; TiO_2 – 1,69-3,91. В пром. продуктах содержания FeO – от 6,84 до 16,63; Fe_2O_3 – от 1,75до 61,48; $Fe_{вал}$ от 2,42 до 19,95. В легкой фракции содержания FeO – от 0,99 до 9,72; Fe_2O_3 – от 1,1 до 32,73; $Fe_{вал}$ – 1,54-14,7. В шламах содержания FeO – 2,4-11,97; Fe_2O_3 – 7,16-32,73; $Fe_{общ.}$ – 12,08-21,53. Содержание V в концентратах 0,12-0,2; в пром. продуктах 0,1-0,12; в легкой фракции 0,07; в шламе 0,1-0,09. В сульфидной составляющей концентратов из пирита с единичными включениями халькопирита установлено содержание Au <0,1-0,19 г/т. Магнитные концентраты проанализированы ИСП-масс-спектрометрическим анализом. Содержания основных элементов (%, г/т переведены в %): железо – 6,4-7,3; титан – 0,82-3,6; ванадий – 0,07-0,33; фосфор – 0,011-1,8; марганец – 0,12-0,29.

По продуктам гравиообогащения хвостов керновых проб произведен расчет баланса распределения железа: в концентрат, при выходе 3% и содержании в нем железа 58,9% извлекается 7,4% железа; все остальное остается в пром. продукте, легкой фракции и шламе, так как при размере зерен 0,5 мм, идущем на концентрационный стол, основная часть магнетита остается в сростках с породообразующими минералами.

По наличию попутных элементов, связанных с примесью сульфидов в магнитном концентрате, можно выделить микровключения галенита, сфалерита, халькопирита, арсенопирита в пирите.

Детальная диагностика рудных минералов проведена минераграфическими методами на западном фланге месторождения Тебинбулак.

Главными *рудными минералами*, составляющими практическую значимость, являются титаномагнетит, ильменит, гематит.

Магнетит распределен неравномерно в разновидностях ультраосновных, основных пород. Приуроченность магнетита к пироксенам и амфиболам показана ранее в шлифах (см. рис. 2-5, 9). В аншлифах эти картины более наглядны и информативны. Встречается в виде ксеноморфной вкрапленности в скоплениях пироксена (рис. 12), мелкой равномерной вкрапленности в габброиде (рис. 13); отмечаются коленчатые двойники и округлые, овальные зерна в тебините (рис. 14). Кроме того, магнетит образует гнездообразные скопления и прожилковые формы (рис. 15). Отмечаются массивные, «сливные» агрегаты магнетита. Магнетит содержит примеси титана. При распаде твердых растворов избыток титана выделяется в виде ильменита, образующего решетку, выраженную пересечением тонких (<0,002 мм) пластин ильменита (рис. 16). Наиболее характерны пластинчатые выделения (рис. 17). Содержание ильменита в магнетите 3,3-7,1%.

В зернах магнетита встречаются включения пирита, халькопирита. Содержание магнетита,

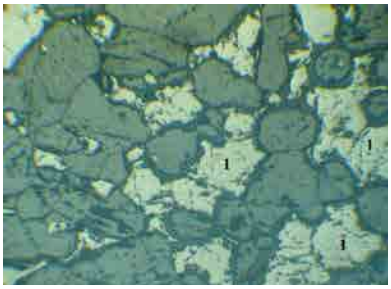


Рис. 12. Вкрапленность магнетита среди пироксена. Увел. 120^{x}. 1 – магнетит.

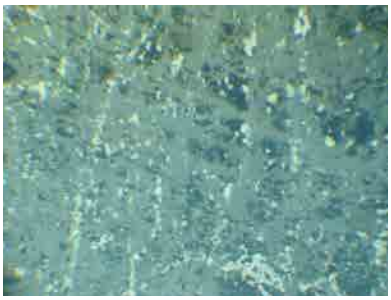


Рис. 13. Вкрапленность магнетита в полевошпат-амфиболовом габбро. Увел. 120^{x}.

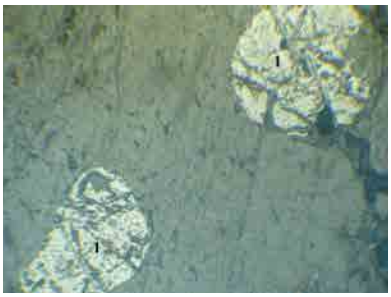


Рис. 14. Округлые выделения магнетита в тебините. Увел. 120^{x}. 1 – магнетит.



Рис. 15. Прожилки магнетита. Увел. 120^{x}.

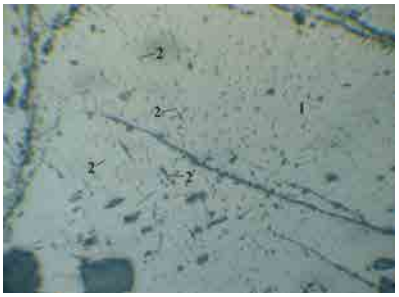


Рис. 16. Магнетит с решеткой ильменита. Аншлиф. Увел. 120^{x}. 1 – магнетит, 2 – ильменит.

%: в пироксенитах – 9-25; тебинитах – 19-26; гернблендитах – 4,5-23; полевошпатовых породах – 1,5; силикатах – 0,7 (см. табл. 4). Содержание магнетита в концентратах гравиообогащения 73-82,4% (после пересчета Fe валового на магнетит). В магнетитах постоянно присутствует примесь TiO_2 – 1,69-3,91%. По результатам масс-спектрометрического анализа, в магнетитах отмечаются примеси V – 0,01-1,8%; Mn – 0,17-0,29%; P – 0,035-1,8%.

Гематит является постоянным спутником магнетита; встречается в небольших количествах в виде включений, каемок в магнетите, реже отмечаются полные метаморфозы гематита по магнетиту – магнетит замещается гематитом, срастается с гётитом (рис. 18, 19).

Пирит встречается постоянно во всех литологических разностях. Количество пирита не превышает 0,5-0,6%. Отмечается как в свободном виде, так и в срастаниях с магнетитом.

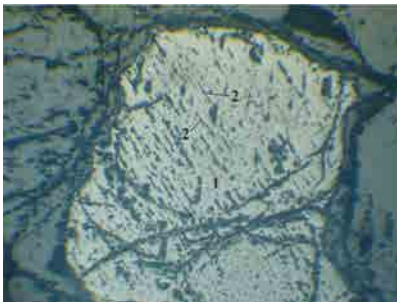


Рис. 17. Пластинчатые выделения ильменита в магнетите. Аншлиф. Увел. 120^{x}. 1 – магнетит, 2 – ильменит.

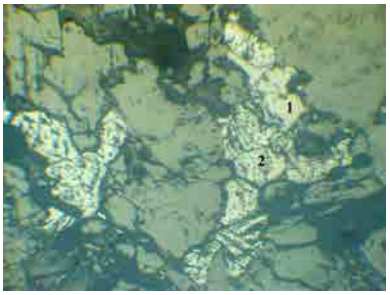


Рис. 18. Магнетит-гематитовые срастания. Увел. 120^{x}. 1 – магнетит, 2 – гематит.



Рис. 19. Магнетит-гётитовое срастание. Увел. 120^{x}. 1 – магнетит, 2 – гётит.

Размер зерен 0,3-0,6 мм; кристаллы кубической формы, реже, пентагон-додекаэдрической. В пирите отмечаются микровключения (<0,01 мм) пирротина, халькопирита, арсенопирита, нерудных минералов. Содержание Au в пирите 0,1-0,19 г/т.

Халькопирит встречается в виде редкой микровкрапленности в нерудных минералах, пирите, магнетите; размер зерен <0,01÷0,03 мм. Содержание халькопирита в магнетите до 0,1%; в сульфидах (пирите) содержание меди достигает $>1100 \cdot 10^{-3}$%. Установлен халькопирит и в пенном продукте (тонкая пленка на поверхности пульпы).

Пирротин отмечается микроскопически в виде каплевидных включений в пирите (размер <0,01 мм).

Сфалерит и галенит встречены в единичных зернах в одной пробе из скважины.

Гипергенные минералы, установленные в участках окисленных руд, – *гётит, халькозин, каолинит*.

Как отмечалось выше, основными минералами вмещающих пород являются моноклинный пироксен ряда диопсид-геденбергит и роговая обманка. Среднее содержание минералов в пироксените 51,2 и 13%; тебините 26,0 и 24,3%; горнблендите 11,0 и 48%.

В подчиненном количестве присутствуют хлорит, серицит, измененный полевой шпат Ca-Na ряда, эпидот, цоизит. Из акцессорных – апатит, рутил, монацит, циркон.

Из *благородных элементов* установлены в концентратах гравиообогащения, г/т: Au – до 0,18; Pt – 0,001-0,006; Ag – 0,05-0,76; Re – 0,0001-0,0082.

Характеристика основных типов руд

В последние годы в рудах Тебинбулакского месторождения установлен и изучен наиболее ценный попутный компонент – редкий металл скандий [1, 5, 10]. Скандий при обогащении титаномагнетитовых руд в основном скапливается в силикатных хвостах обогащения руд, представленных пироксеном (диопсид) и роговой обманкой, в которых его содержание до 110 г/т.

На месторождении титаново-магнетитовая минерализация представлена прожилково-вкрапленными, густовкрапленными и массивными типами руд. Прожилково-вкрапленный тип оруденения с содержанием титаномагнетита 10-20% и с примесью пирита, пирротина и халькопирита до 1% составляет до 97% выделенной рудной массы. Густовкрапленные и массивные разности руд, состоящие на 50-95% из рудных минералов, образуют отдельные обособления во вкрапленных рудах, а также встречаются среди секущих жил. Состав основных типов руд приведен в табл. 5.

Среди рудных минералов титаномагнетитовых руд преобладает магнетит (80-95%) с тонкими пластинчатыми сростками ильменита (3-15%) и гематита. Текстура руд в основном вкрапленная, реже, шлировая и массивная. Структура – гипидиоморфно-аллотриоморфнозернистая и сидеронитовая.

Руды месторождения относятся к малотитанистым ванадийсодержащим с постоянной примесью серы и фосфора, аналогично рудам месторождения Качканар (Пироксениты Качканара, 1967). Несколько повышено содержание двуокиси титана (5,5% против 4,9%) и пятиокиси ванадия (0,65% против 0,44%). Из вредных примесей установлены: сера, фосфор, мышьяк, цинк, свинец. Содержания большинства из них не превышают норму.

В рудах Тебинбулакского интрузива, кроме железа, титана и ванадия, в повышенных содержаниях присутствуют медь, платина, хром, никель, кобальт, цирконий, скандий, марганец и стронций. Реже встречаются свинец, цинк, золото, серебро, галлий, палладий и совсем редко – радий, бериллий, иттрий, иттербий, молибден и олово. В отдельную группу выделены рассеянные элементы: Li, Be, Sc, Se, Rb, Sb, Th, U, Cs.

Таблица 5

Состав основных типов руд

Типы руд	Компоненты, %				
	основные		второстепенные	вредные	
	Fe общее	V_2O_5	TiO_2	P_2O_5	S
А. Вкрапленные	13-19/15,2	0,12-0,22/0,15	1,5-2,7/1,96	0,02-1,5/0,23	<0,1
Б. Густовкрапленные	22-38/28	0,15-0,27/0,2	2,5-3,0/2,7	0,05-0,2/0,10	<0,1
В. Массивные	60-63/60,7	0,25-0,3/0,28	4,5-5,0/4,75	0,08-0,12/0,1	<0,1

Примечание. В числителе – пределы содержаний, знаменателе – среднее содержание.

По результатам изученных особенностей руд и рудовмещающих пород установлена стадийность гипогенного минералообразования на месторождении Тебинбулак. Показано, что магнетит-гематитовая с ильменитом и рутилом минерализация, являющаяся основной продуктивной, связана с ранней окисной стадией гидротермального этапа. В эту стадию были сформированы основные титаномагнетитовые руды месторождения Тебинбулак.

Заключение

В результате минералого-геохимических исследований комплексных титаномагнетитово-скандиевых руд месторождения Тебинбулак детально охарактеризованы рудовмещающие породы, среди которых выделены главные – рудные пироксениты.

Установлены главные рудные минералы, составляющие практическую значимость, – титаномагнетит, ильменит, гематит.

Основные типы руд охарактеризованы как прожилково-вкрапленные, густовкрапленные и массивные.

Аналогично рудам месторождения Качканар, руды месторождения Тебинбулак относятся к малотитанистым ванадийсодержащим с постоянной примесью серы и фосфора. В повышенных содержаниях присутствуют медь, платина, хром, никель, кобальт, цирконий, скандий, марганец и стронций.

Установлено, что магнетит-гематитовая с ильменитом и рутилом минерализация, являющаяся основной продуктивной, связана с ранней окисной стадией гидротермального этапа, в которую были сформированы основные титаномагнетитовые руды месторождения Тебинбулак.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Алимов Р.С., Содиков Ф.С.* Извлечение скандия из хвостов обогащения титаномагнетитовых руд месторождения Тебинбулак // Мат-лы Междунар. науч.-практ. конф. «Актуальные вопросы геологии, инновационные методы прогнозирования, добычи и технологии обогащения полезных ископаемых». - Т.: ГУ «ИМР», 2022. - С. 288-290.

2. *Баранов В.В., Кромская К.М., Висьневский Я.С.* Габброидные комплексы западной части Южного Тянь-Шаня и их минерагения. - Т.: Фан, 1978. - 167 с.

3. *Баранов В.В., Кромская К.М.* Новые данные о Тебинбулакском титаномагнетитовом месторождении (качканарского типа) в Султануиздаге // Тез. докл. VIII Всесоюз. металлогенического совещ. «Доорогенная металлогения эвгеосинклиналей». - Свердловск, 1976. - С. 30-32.

4. *Висьневский Я.С.* Петрография основных и ультраосновных пород Султануиздага. - Т.: Изд-во Фан АН УзССР, 1940.

5. *Исламов Б.Ф., Рустамов А.И., Цой В.Д., Сайитов С.С.* Перспективы скандиеносности титаномагнетитового месторождения Тебинбулак // Вестник геонаук. - 2021. - № 3. - С. 21-26.

6. *Кромская К.М., Баранов В.В.* Новые данные о рудоносности гипербазитов Узбекистана // Сб. науч. трудов (к XXII сессии МГК). - Т., 1964. - Вып. 4. - С. 72-82.

7. *Кромская К.М., Баранов В.В.* Акцессорная и рудная минерализация Тебинбулакского перидотит-пироксенит-габбрового массива // Зап. Узб. отд. ВМО. - Т.: Фан, 1969. - Вып. 27. - С. 12-15.

8. Рудные месторождения Узбекистана / Отв. ред. *И.М.Голованов*. - Т.: ГИДРОИНГЕО, 2001. - 660 с.

9. *Тошпулатов Ш.Т., Боёнов Д.Т., Шакасимов Ш.Ш. и др.* Черные металлы (железо, хром, титан) – основной рудный потенциал гор Султанувайс // Совершенствование поисков, оценки и разведки месторождений полезных ископаемых. - Т.: ГП «НИИМР», 2016. - С. 336-338.

10. *Тошпулатов Ш.Т.* Основные и попутные рудные компоненты месторождения Тебинбулак // Актуальные проблемы геологии, геофизики, петрологии и рудообразования. - Т.: «Lesson Press», 2022. - С. 287-290.

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

© Коллектив, 2024

Р.Р.Тухтаев, Н.К.Эйдельнант, Д.И.Эйдельнант, Д.Х.Таирова

ВЛИЯНИЕ СТРУКТУРНО-ТЕКСТУРНОЙ НЕОДНОРОДНОСТИ ПОРОД КАРБОНАТНОЙ ФОРМАЦИИ И ИХ ПОСТСЕДИМЕНТАЦИОННЫХ ПРЕОБРАЗОВАНИЙ НА ФИЛЬТРАЦИОННО-ЕМКОСТНЫЕ СВОЙСТВА В ПРЕДЕЛАХ СЕВЕРО-ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ БУХАРО-ХИВИНСКОГО РЕГИОНА



Тухтаев Расулжон Рустамбоевич – старший научный сотрудник ГУ «ИГИРНИГМ». E-mail: rasuljon11031981@gmail.com



Эйдельнант Неля Кузьминична – старший научный сотрудник ГУ «ИГИРНИГМ». E-mail: nelyaeid@mail.ru



Эйдельнант Дмитрий Ильич – инженер I категории ГУ «ИГИРНИГМ». E-mail: dimol2004@list.ru



Таирова Дилорам Холматжоновна – инженер I категории ГУ «ИГИРНИГМ».

Карбонатная формация юрского возраста в пределах Бухаро-Хивинского нефтегазоносного региона является основным комплексом пород, в котором открыты многочисленные залежи углеводородных скоплений, начиная с 60-х годов прошлого столетия до настоящего времени.

Исследования литологического состава, фациальных условий накопления этих пород, типизации разрезов, нефтегазоносности проводились многими исследователями, среди которых можно отметить Е.М.Абетова [1], А.М.Акрамходжаева, А.Г.Бабаева, В.И.Троицкого, М.Х.Арифджанова, К.А.Грудкина, И.В.Кушнирова, А.Н.Симоненко, А.Г.Ибрагимова, П.У.Ахмедова, М.Э.Эгамбердыева, В.Д.Ильина, В.И.Вето, М.Г.Лувишиса, З.С.Убайходжаеву, Х.Х.Миркамалова, П.У.Ахмедова, З.С.Ибрагимова, Г.С.Абдуллаева, Г.Б.Евсееву, С.Т.Хусанова и мн. др.

Карбонатную формацию отличает значительная неоднородность вещественного состава, многообразие генетических типов пород и их петроразновидностей, слагающих ее разрезы, неоднородность их размещения в латеральном и вертикальном сечениях, разная степень преобразованности постседиментационными процессами, что влияет на петрофизические свойства этих пород [2-4, 6].

За прошедшее время накопились результаты комплексных исследований пород карбонатной формации Бухаро-Хивинского региона (БХР), которые не анализировались и не обобщались в таком аспекте.

С этой целью авторы выполнили анализ и обобщение результатов комплексных исследований пород карбонатной формации, вскрытых глубокими скважинами в пределах северо-западной части БХР по выявлению влияния структурно-текстурной неоднородности и степени преобразованности карбонатных пород на их фильтрационно-емкостные свойства (рис. 1) [5]. Так, проанализированы 218 образцов по 24 скважинам на 19 площадях. При выполнении систематизации литолого-петрографической информации принималось во внимание, что отбор керна в скважинах производился неравномерно: в одних скважинах керн отбирался в 1 интервале (Каттатепе, 1), в других в 4, а в каждом интервале при описании его выделялись по несколько слоев разных петроразновидностей, которые принимались за отдельные слои.

В пределах северо-западной части Бухарской ступени информация по комплексному изучению керна и шлама из разрезов карбонатной формации приведена по 5 скважинам на 4 площадях: Такиркудук, 1; Джакасан, 1; Миройдин, 1; Еркин, 4, 5.

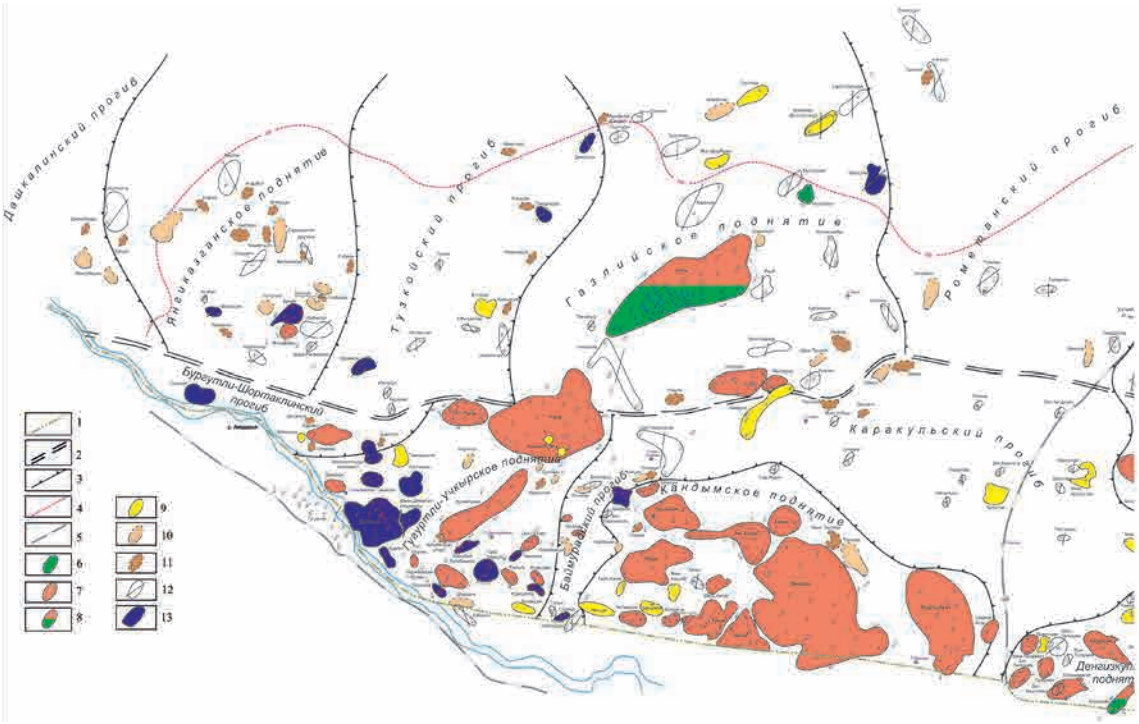


Рис. 1. Северо-западная часть БХР. Схема расположения месторождений УВ, площадей, находящихся в бурении, выявленных, подготовленных к бурению и выведенных из бурения, на структурной основе с выделением площадей, по которым выполнены систематизация и обобщение материала. *1* – государственная граница Республики Узбекистан; *2* – Бухарский параградный разлом; *3* – границы поднятий и прогибов; *4* – граница распространения карбонатной формации юры; *5* – железная дорога; месторождения: *6* – нефтяные, *7* – газовые и газоконденсатные, *8* – нефтегазовые и нефтегазоконденсатные; структуры: *9* – находящиеся в бурении, *10* – подготовленные к бурению, *11* – выявленные, *12* – выведенные из бурения; *13* – площади, по которым выполнены систематизация и обобщение материала.

Анализ и обобщение исследований на северо-западе Бухарской ступени свидетельствует о преобладании в разрезах микрозернистых, оолитовых, комковато-сгустковых разностей известняков, доломитов и доломитизированных известняков, что свидетельствует о разнородности вещественного состава этих разрезов.

Отметим, что объем информации по Бухарской ступени незначительный, хотя просмотрены материалы не только за последние 5 лет, но и более ранние отчеты. При анализе и обобщении полученной информации по карбонатной формации авторы считают, что необходимо продолжить бурение на площади Миройдин. Это обосновывается структурно-текстурными особенностями карбонатных пород скв. 1, представленных оолито-комковато-сгустковой структурой и плитчатой текстурой, которая способствует проникновению гидротермальных и других флюидов по ослабленным зонам, тем более, что в известняках отмечаются трещины разных генераций. Низкие значения пористости по керну объясняются тем, что менее плотный керн разрушается, а выносятся более плотные разности пород.

В северо-западной части Чарджоуской ступени БХР комплексные исследования керна и шлама карбонатной формации выполнены в 19 скважинах на 13 площадях: Саватли, 4; Чорикуль, 1; Тошкала; Каттатепа, 1; Курган, 1; Гарбий Хаккуль, 2; Даяхатын, 10; Миркомилкудук, 2, 4; Муродтепа, 3, 4; Чаккакум, 2, 3, 4; Андакли, 1; Южный Кульбешкак, 1; Тумарис, 1, 2. По результатам обобщения и анализа информации по комплексным исследованиям пород карбонатной формации по северо-западной части БХР составлена таблица соотношения генетических типов карбонатных пород и их петроразновидностей (табл. 1). На данном этапе исследований из 218 образцов карбонатных пород выделены 28 петроразновидностей по трем генетическим типам: биогенном + биохемогенном, обломочном и хемогенном. В табл. 1 отражено преобладание в разрезах пород биогенного + биохемогенного типа, составляющих 89 образцов, значительное количество пород хемогенного типа – 73 образца, пород обломочного генетического типа – 56 образцов.

По петроразновидностям в породах карбонатной формации биогенного + биохемогенно-

Таблица 1

Распространенность генетических типов пород карбонатной формации и их петроразновидностей по разрезам глубоких скважин Бухаро-Хивинского региона (северо-западная часть)

Генетический тип известняков и их петроразновидности		Такирсудук, скв. 1		Джакасан, скв. 1		Миройдин, скв. 1		Ёркин, скв. 4		Ёркин, скв. 5		Саватли, скв. 1		Чаккакум, скв. 4		Чаккакум, скв. 3		Саватли, скв. 4		Чорикуль, скв. 1		Тошкала, скв. 1		Каттатепа, скв. 1		Курган, скв. 1		Гарбий Хаккуль, скв. 2		Даяхатын, скв. 10		Миркомилкудук, скв. 2		Миркомилкудук, скв. 4		Муродтепа, скв. 3		Муродтепа, скв. 4		Чаккакум, скв. 2		Андакли, скв. 1		Жанубий Кульбешкак, скв. 1		Тумарис, скв. 1		Тумарис, скв. 2		Итого по петроразновид-ностям		Итого по генетическим типам	
		кол-во образцов	%	кол-во образцов	%	кол-во образцов	%	кол-во образцов	%	кол-во образцов	%	кол-во образцов	%	кол-во образцов	%	кол-во образцов	%	кол-во образцов	%	кол-во образцов	%	кол-во образцов	%	кол-во образцов	%	кол-во образцов	%	кол-во образцов	%	кол-во образцов	%	кол-во образцов	%	кол-во образцов	%	кол-во образцов	%	кол-во образцов	%	кол-во образцов	%	кол-во образцов	%	кол-во образцов	%	кол-во образцов	%	кол-во образцов	%	кол-во образцов	%
Биогенный+биохемогенный	Комковато-сгустковый													5	2,3					2	0,9							6	2,8					1	0,5	2	0,9					3	1,4	6	2,8			25	11,5	89	40,8
	Шламово-комковатый																																																		
	Обломочно- комковатый																																																	
	Детритусово-комковатый																																																	
	Водорослево-комковатый																																																	
	Оолитово-комковатый	1	0,5			1	0,5											1	0,5																													3	1,4				
	Афанитово-комковатый																																																	
	Онколитово-комковатый																																																	
	Микрокомковатый																			1	0,5					3	1,4							2	0,9											6	2,8				
	Водорослевый																					1	0,5																			2	0,9					3	1,4				
	Комковато-водорослевый	1	0,5															3	1,4	1	0,5					1	0,5																	2	0,9			8	3,7				
	Обломочно-водорослевый																																																	
	Детритусово-водорослевый																																																	
	Онколитовый																																																89	40,8	
	Обломочно-онколитовый																																																	
	Комковато-онколитовый																			1	0,5																											1	0,5				
	Детритусово-онколитовый																																																	
	Оолитово-онколитовый																																																	
	Коралловый																																																	
	Водорослево-коралловый																																																	
	Комковато-коралловый																																																	
	Мшанковый																																																	
	Водорослево-мшанковый																																																	
	Микрозернисто-сгустковый																																			1	0,5											1	0,5				
	Сгустково-комковатый																																			15	6,9			17	7,8	1,0	0,5					6	2,8	39	17,9		
	Пелитоморфно-сгустковый																																					1	0,5			2	0,9							3	1,4		
	Итого	**2**	**0,92**	**0**	**0**	**1**	**0,5**	**0**	**0**	**0**	**0,0**	**0**	**0**	**5**	**2,3**	**0**	**0**	**4**	**1,8**	**5**	**2,3**	**1**	**0,5**	**0**	**0**	**4**	**1,8**	**6**	**2,8**	**0**	**0**	**0**	**0**	**19**	**8,7**	**2**	**0,9**	**18**	**8,3**	**1**	**0,5**	**2**	**0,92**	**5**	**2,3**	**8**	**3,7**	**6**	**2,75**	**89**	**40,8**		

Продолжение табл. 1

	Генетический тип известняков и их петроразновидности	Такиркудук, скв. 1		Джакасан, скв. 1		Миройдин, скв. 1		Ёркин, скв. 4		Ёркин, скв. 5		Саватли, скв. 1		Чаккакум, скв. 4		Чаккакум, скв. 3		Саватли, скв. 4		Чорикуль, скв. 1		Тошкала, скв. 1		Каттатепа, скв. 1		Курган, скв. 1		Гарбий Хаккуль, скв. 2		Даяхатын, скв. 10		Миркомилкудук, скв. 2		Миркомилкудук, скв. 4		Муродтепа, скв. 3		Муродтепа, скв. 4		Чаккакум, скв. 2		Андакли, скв. 1		Жанубий Кульбешкак, скв. 1		Тумарис, скв. 1		Тумарис, скв. 2		Итого по петроразновидностям		Итого по генетическим типам	
		кол-во образцов	%	кол-во образцов	%	кол-во образцов	%	кол-во образцов	%	кол-во образцов	%	кол-во образцов	%	кол-во образцов	%	кол-во образцов	%	кол-во образцов	%	кол-во образцов	%	кол-во образцов	%	кол-во образцов	%	кол-во образцов	%	кол-во образцов	%	кол-во образцов	%	кол-во образцов	%	кол-во образцов	%	кол-во образцов	%	кол-во образцов	%	кол-во образцов	%	кол-во образцов	%	кол-во образцов	%	кол-во образцов	%	кол-во образцов	%
Обломочный	Обломочный																											2	0,9																			2	0,9		
	Детритусо-обломочный (органогенно-обломочный)			1	0,5									1	0,5			1	0,5			1	0,5											11	5,0			13	6,0	4	1,8	4	1,8							36	16,5		
	Оолитово-обломочный																													1	0,5																	1	0,5		
	Комковато-обломочный																																	10	4,6													10	4,6		
	Шламово-обломочный																																																		
	Водорослево-обломочный																	1	0,5																													1	0,5		
	Онколитово-обломочный																																																		
	Детритусовый																																																		
	Комковато-детритусовый											1	0,5					1	0,5																													2	0,9	56	25,7
	Обломочно-детритусовый																																																		
	Онколитово-детритусовый																																																		
	Шламовый																																																		
	Детритусово-шламовый																													1	0,5																	1	0,5		
	Обломочно-шламовый																																																		
	Водорослево-детритусовый																	2	0,9																													2	0,9		
	Детрито-органогенный																	1	0,5																													1	0,5		
	Итого	**0**	**0,0**	**1**	**0,5**	**0**	**0,0**	**0**	**0,0**	**0**	**0,0**	**1**	**0,5**	**1**	**0,5**	**0**	**0**	**6**	**2,8**	**0**	**0**	**1**	**0,5**	**0**	**0**	**0**	**0**	**2**	**0,92**	**2**	**0,9**	**0**	**0**	**21**	**9,6**	**0**	**0**	**13**	**6,0**	**4**	**1,8**	**4**	**1,8**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**56**	**25,7**		
Хемогенный	Оолитовый											2	0,9							1	0,5									2	0,9																	5	2,3		
	Обломочно-оолитовый																													1	0,5																	1	0,5		
	Детритусово-оолитовый																			2	0,9																											2	0,9		
	Комковато-оолитовый																	1	0,5	1	0,5													1	0,5													3	1,4		
	Водорослево-оолитовый																													1	0,5																	1	0,5		
	Афанитовый																	2	0,9					1	0,5			1	0,5	1	0,5	3	1,4	3	1,4			1	0,5	1	0,5							6	2,8	19	8,7		
	Микрозернистый			2	0,9	1	0,5	2	0,9	2	0,9					2	0,9	1	0,5			1	0,5			1	0,5											3	1,4											15	6,9		
	Тонкозернистый																									1	0,5	1	0,5					1	0,5			2	0,9											5	2,3		
	Детритусово-афанитовый																																																		73	33,5
	Шламово-афанитовый																																																		
	Обломочно-афанитовый																																																		
	Комковато-афанитовый																																																		
	Оолитово-афанитовый																																																		
	Водорослево-афанитовый																																																		
	Комковато-микрозернистый							1	0,5																																							1	0,5		
	Доломит											1	0,5					1	0,5			3	1,4			10	4,6	1	0,5	1	0,5																	4	1,8	21	9,6		
	Итого	**0**	**0,0**	**2**	**0,9**	**1**	**0,46**	**3**	**1,4**	**2**	**0,92**	**3**	**1,4**	**0**	**0**	**2**	**0,9**	**5**	**2,3**	**4**	**1,8**	**4**	**1,8**	**1**	**0,5**	**12**	**5,5**	**3**	**1,4**	**6**	**2,8**	**3**	**1,4**	**5**	**2,3**	**0**	**0**	**6**	**2,8**	**1**	**0,5**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**10**	**4,6**	**73**	**33,5**		
	Итого образцов	2	0,9	3	1,4	2	0,9	3	1,4	2	0,9	4	1,8	6	2,8	2	0,9	15	6,9	9	4,1	6	2,8	1	0,5	16	7,3	11	5,0	8	3,7	3	1,4	45	20,6	2	0,9	37	17,0	6	2,8	6	2,8	5	2,3	8	3,7	16	7,3	218	100,0	218	100

го типа превалируют сгустково-комковатые – 39 образцов, комковато-сгустковые – 25 образцов 28,1%, комковато-водорослевые, микрокомковатые, водорослевые и оолито-комковатые.

Обломочный генетический тип представлен, в основном, детритусо-обломочными (или органогенно-обломочными) известняками – 36 образцов, комковато-обломочными – 10 образцов, комковато-детритусовыми, водорослево-детритусовыми известняками.

В хемогенном генетическом типе превалируют доломиты – 21 образец, афанитовые известняки – 19, микрозернистые известняки – 15 образцов, тонкозернистые, оолитовые и комковато-оолитовые известняки.

Кроме того, отмечается преобладание генетических типов и их петроразновидностей по площадям, в которых представительность количества образцов более высокая.

По преобладанию биохемогенного + биогенного типа пород выделены площади: Миркомилкудук, 4 – 19 образцов, Муродтепа, 4 – 18, Тумарис, 1 – 8, Гарбий Хаккуль, 2 – 6 образцов. Отметим, что в разрезе скв. 4 Миркомилкудук отмечается почти одинаковое количество биогенных + биохемогенных (19 обр.) и обломочных типов пород (21 обр.).

По преобладанию обломочного типа пород отмечаются площади: Миркомилкудук, 4 – 21 образцов, Муродтепа, 4 – 13, Саватли, 4 – 6, Андакли, 1 – 4 и Чаккакум, 2 – 4 образца.

По преобладанию хемогенного типа пород выделены площади: Курган, 1 – 12 образцов, Тумарис, 2 – 10, Муродтепа, 4 – 6, Даяхатын – 6, Саватли, 4 – 5 образцов.

График по распространению генетических типов пород и диаграмма распространения петроразновидностей пород карбонатной формации по разрезам глубоких скважин северо-западной части БХР наглядно иллюстрирует все изложенное (рис. 2, 3).

Результаты геофизических исследований скважин (ГИС) в комплексной интерпретации АСО «INGEF-W» по отдельным площадям и скважинам, по которым выполнены эти исследования специалистами АО «ИГИРНИГМ» (Ю.Ф.Барсуков, А.А.Зорин, Ж.Р.Мамиров и др., 2011-2019 гг.), отражены в табл. 2. Так, наилучшими фильтрационно-емкостными свойствами обладают, в основном, карбонатные породы, имеющие структурно-текстурную неоднородность – сгустково-комковатые, комковато-сгустковые, комковато-водорослевые известняки биогенного + биохемогенного генетического типа, благоприятные для выщелачивания и формирования в них пустотного пространства.

При обозначении петроразновидностей карбонатных пород принимались основные составляющие их – фрагментарная и цементирующая части, но в названии не отмечалось наличие в этих породах других составляющих – оолитов, обломочных зерен карбонатов, фрагментов ископаемых органических остатков, что в совокупности составляет структурно-текстурную неоднородность породы.

В табл. 2 отмечаются высокие значения пористости и у хемогенных пород: пелитоморфный известняк, отобранный на площади Тумарис, имеет значение пористости 22,8794, что объясняется тем, что на северо-западе БХР карбонатные породы подвержены доломитизации. Специалистами АО «Узбекгеофизика» (С.Д.Хегай и др., 1971 г.) экспериментально доказано, что доломитизация до 40% увеличивает поровое пространство за счет замещения кальцитовых кристаллов, но доломитизация более 40% способствует ухудшению

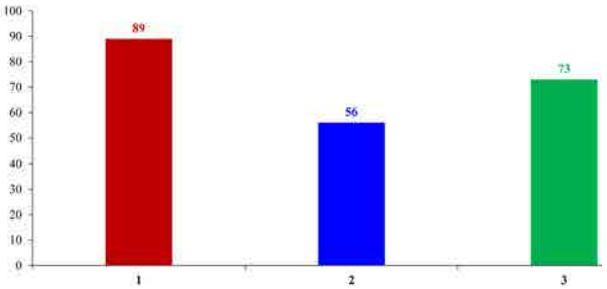


Рис. 2. Распространение генетических типов пород карбонатной формации по разрезам глубоких скважин северо-западной части Бухаро-Хивинского региона. *1* – биогенный+биохемогенный; *2* – обломочный; *3* – хемогенный.

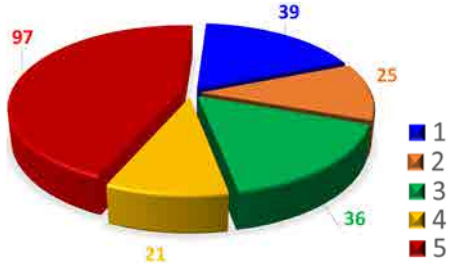


Рис. 3. Распространение петроразновидностей пород карбонатной формации по разрезам глубоких скважин северо-западной части Бухаро-Хивинского региона. *1* – сгустково-комковатая; *2* – комковато-сгустковая; *3* – детритусо-обломочная; *4* – доломит; *5* – остальные.

Таблица 2

Распространение пластов-коллекторов с различной пористостью в основных генетических типах и их петроразновидностях по площадям северо-западной части Бухаро-Хивинского региона

Площадь, скв.	Количество образцов	Генетический тип пород	Петроразновидность пород	Значение пористости, %				КНГ, %
				<7	7-10	10-20	>20	
Миройдин, 1	1	Биогенный + биохемогенный	Оолитово-комковатая			14,03		
						14,66		
		Хемогенный	Микрозернистая	2,84-5,48				
Ёркин, 4, 5 (по керну)	3					15,68		
						11,28		
						17,18		
Джакасан, 1 (по керну)	1	Обломочный	Органогенно-детритовая	3,913				
Такыркудук, 1 (по керну)	2	Биогенный + биохемогенный	Оолитово-комковатая	По керну	9,54			
			Обломочно-водорослевая		9,17			
Тошкала, 1	1		Водорослевая	6,31				58,37
	3	Хемогенный	Доломит	6,52				55,37
				6,31				52,61
Миркомилкудук, 2, 4	2	Биогенный + биохемогенный	Микрокомковатая			10,69-12,43		33,09-41,77
	1		Комковато-сгустковая			10,67		29,92
	1		Микрозернисто-сгустковая		7,02			67,67
	15		Сгустково-комковатая	4,12		10,51		52,21
				5,23				52,36
						14,76		74,66
					7,24			50,38
						10,77		58,8
					7,55			59,05
						11,4		44,04
				4,61				47,44
	11	Обломочный	Орогенно-детритовая		10,9	14,9		33
	7		Комковато-обломочная		8,63			17,9
	1	Хемогенный	Комковато-оолитовая			10,6		
	3		Афанитовая			10,51		52,2
	1		Тонкозернистая			10,51		52,2
Муродтепа, 3, 4	17	Биогенный + биохемогенный	Сгустково-комковатая		9,73			68,15
						11,4		35,32
						14,86		34,63
						12,1		36,12
						12,46		26,21
						11,51		18,79
						13,8		20,91
						11,9		32,5
				4,83		-		-
					8,53			52,82
					8,96			42,51
	11	Обломочный	Органогенно-обломочная			11,51		18,79
						16,2		22,66
						12,55		16,11
						16,46		18,37
					9,06			17,65
				6,96				47,79
				6,7				46,89
	1	Хемогенный	Микрозернистая		7,9			68,15
Тумарис, 2	9	Биогенный + биохемогенный	Сгустково-комковатая			12,87		65,31
						12,24		41,92
					9,8	13,4		-
								46,51
						12,66		39,45
						11,81		50,25
						15,91		-
			Водорослевая			12,24		41,92
	4	Хемогенный	Пелитоморфная				22,87	62,84
	4				9,8	16,24		54,95-46,51
			Доломит		9,8			46,51
						16,5		66,38

Продолжение табл. 2

Площадь, скв.	Количество образцов	Генетический тип пород	Петроразновидность пород	Значение пористости, %				КНГ, %
Гарбий Хаккуль, 2	6	Биогенный + Биохемогенный	Комковато-сгустковая	4,89	9,77			52,96
	2	Обломочный	Обломочная		9,77			28,84
	1	Хемогенный	Афанитовая	5,89	9,77			28,84
	1		Тонкозернистая	5,89				50,42
	1		Доломит	5,29				
Курган, 1	3	Биогенный + биохемогенный	Микрокомковатая	5,34				48,55
	1		Комковато-водорослевая	5,34				48,55
	1	Хемогенный	Микрозернистая		7,99			25,2
	1		Тонкозернистая		7,99			21,8
	10		Доломит		7,99			25,2
Саватли, 4	1	Биогенный + биохемогенный	Комковато-водорослевая			13,26		63,57
	1	Обломочный	Органогенно-детритовая			11,18		39,53

фильтрационно-емкостных свойств карбонатных пород. В пределах северо-западной части БХР (Чарджоуской ступени) карбонатные породы доломитизированы в незначительной степени, что способствует увеличению пористого пространства. На этой же площади отмечается и доломит с высокой пористостью – 16,5%. В этом образце доломит присутствует в количестве 54,3%, а остальная его часть представлена терригенной породой – алевролитом (по результатам гранулометрического и рентген-дифрактометрического анализов), что обусловливает такое высокое значение пористости. Результаты ГИС свидетельствуют о том, что в этом интервале широко развиты коллекторы пористостью от 12 до 20%, что, по мнению П.У.Ахмедова (2014 г.), подтверждает развитие процессов выщелачивания и кавернообразования.

Рассматривая результаты постседиментационных процессов, отмечается перекристаллизация фрагментарной части на площади Миройдин, слабая сульфатизация и доломитизация на площади Еркин,4 и Миройдин, 1, на площади Такиркудук, 1 – доломитизация и пиритизация. Коллекторские свойства, в основном, низкие, но при этом на площади Джакасан коллекторские свойства составляют 5,64%, а проницаемость – $2,547\times10^{-3}$ мкм^2 (табл. 3). Более повышенные значения пористости на площади Миройдин – до 16,2%.

На северо-западе Чарджоуской ступени в породах отмечаются более интенсивные проявления сульфатизации, доломитизации, перекристаллизации, трещиноватости и битуминизации.

В разрезах по керну преобладают низкопоровые коллекторы, но интересно отметить, что высокопористые породы в этом регионе представлены хемогенным типом пород – микрозернистыми, оолитовыми, органогенно-оолитовыми петроразновидностями и доломитом (Чаккакум, 3, Миркомилкудук, 4, Курган, 1), и они обладают высокими значениями проницаемости (табл. 4).

Анализ и обобщение всего вышеизложенного свидетельствует о значительном влиянии структурно-текстурной неоднородности пород карбонатной формации в совокупности с результатами постседиментационных преобразований на их петрофизические свойства.

Так, выделены перспективные зоны для выявления объектов скоплений углеводородов, приуроченные к району площадей Миройдин и Ерюш Бухарской ступени, к району площади Тумарис, на участке от площади Миркомилкудук до площади Муротепа Чарджоуской ступени и разработана рекомендация «Обоснование подготовки выявленной площади Бургутли к бурению», принятая к реализации (рис. 4).

ЛИТЕРАТУРА

1. *Абетов Е.М.* Карбонатная формация юры Юго-Западных отрогов Гиссара. - Т.: Фан, 1965. - 243 с.

2. *Бабаев А.Г.* Карбонатная формация юрского возраста платформенной области Западного

Таблица 3

Проявление результатов преобразований карбонатных пород диагенетическими и эпигенетическими процессами (северо-западная часть Бухаро-Хивинского региона)

Площадь, номер скважины	Диагенетические и эпигенетические процессы									Интервалы (м) и коллекторские свойства по керну, %	Проницаемость, $\times 10^{-3}$ мкм^2	Примечание
	перекристаллизация		сульфатизация		трещиноватость	доломитизация		пиритизация				
	фрагментов	цемента	фрагментов	цемента		фрагментов	цемента	фрагментов	цемента			
Северо-Западная часть Бухарской ступени												
Ёркин, 5	+				+ стилолиты					1513-1515 – 2,19-1,15	0	XV 2
Ёркин, 4			Незначительная по ослабленным зонам				+			1507-1510 – 1,568		XV
Джакасан, 1										1307-1310 – 7,113	1,525	XVa
										1307-1310 – 2,334	0	
										1307-1310 – 5,642	2,547	
Такиркудук, 1						+	+	+	+	1697-1704 – 9,17-9,54	0,10	XV-2, широко развиты пористые породы от 11 до 20%
Миройдин, 1	+				Слабая	+	+			1710-1714 – 1,745	0,682	
										1662-1667 – 2,84-16,2		
Северо-Западная часть Чарджоуской ступени												
Саватли, 1	+		+		Слабая	+	+			1972-1979 – 6,27		Битуминизация
										1979-1984 – 8,58		
										1997-1990 – 14,0		
Саватли, 4										2094-2099 – 0,31		XV-3, битуминизация
										2047-2054 – 0,62	0	
Чорикуль, 1	+					+	+			1963-1970 – 3,12-5,51		Битуминизация
Тошкала, 1	+		+		+	+	+			2041-2045 – 5,46-6,19	0,03-0,058 0,027	
										2060-2067 – 4,33-6,39		
Каттатепа, 1						+	+			2051-2056 – 1,75-1,84	0	
Чаккакум, 2										2142-2143 – 0,429-0,410		
Чаккакум, 3	+	+			Слабая трещиноватость				+	2104-2108 – 21,450-22,952	3,016-5,503	XV-2, битуминизация
Чаккакум, 4	+						+			2111-2114 – 0,96-1,59	0	Битуминизация
										2190-2192 – 0,35-2,36	0	
Курган, 1			+			+	+			2010-2017 – 12,04-12,24	+	XV-1
										2086-2091 – 1,19-1,62	+	
Гарбий Хаккуль, 2			+		Трещиноватость	+	+			2065-2072 – 3,34-6,11	0,14-0,92	Битуминизация
										2091-2098 – 3,26-3,77	0-1,2156	
										2085-2087 – 0,14-0,92	0-0,5427	
Даяхатын, 10		+	+	+						2025-2029 – 9,01-9,24	1,983-2,922	0
										2093-2094 – 0,41		
										2176-2181 – 3,25-3,42		
Муродтепа, 3							+			2155-2159 – 2,343-2,348		
Муродтепа, 4			+	+	Инте нсивная стилолиты							

Продолжение табл. 3

Площадь, номер скважины	Диагенетические и эпигенетические процессы									Интервалы (м) и коллекторские свойства по керну, %	Проницаемость, $\times 10^{-3}$ мкм^2	Примечание
	перекристаллизация		сульфатизация		трещиноватость	доломитизация		пиритизация				
	фрагментов	цемента	фрагментов	цемента		фрагментов	цемента	фрагментов	цемента			
Миркомилкудук, 2					+	+	+			2095-2100 – 1,297-6,65		Битуминизация
Миркомилкудук, 4	+				Парастилолиты	+				2097-2102 – 1,07-6,23	0	XV-2, битуминизация
										2128-2134 – 1,02-2,48	0	
										2137-2140 – 18,1-22,43	4,661-89,84	
										1945-1949 – 0,377-0,995		
Жанубий Кульбешкак, 1	+		+		Парастилолиты					2082-2086 – 0,791-0,884		Битуминизация
Андакли, 1			+			+	+					
Тумарис, 1					Парастилолиты					1900-1903 – 2,92-4,68	0-0,04	Битуминизация
										1930-1934 – 2,012	-	
Тумарис, 2					Парастилолиты	Доломит +				1916-1918 – 3,16-3,71		
										1885-1888 – 4,04-4,80	0,01-0,02	

Значение пористости:

	< 7		7-10		10-20		> 20

Таблица 4

Повышенные значения пористости и проницаемости по керну в разрезах скважин, вскрывших карбонатную формацию в северо-западной части Бухаро-Хивинского региона

Площадь, номер скв.	Интервал глубин, м	Генетический тип	Коллекторские свойства, %	Проницаемость $\times 10^{-3}$ мкм^2
Джакасан, 1	1307-1310	Обломочный	7,113	1,525
Такиркудук, 1	1697-17-04	Хемогенный	9,17	0,10
Такиркудук, 1	1697-1704	Биогенный	9,54	0,10
Чаккакум, 3	2104-2108	Хемогенный	21,450	3,016
Чаккакум, 3	2104-2108		22,952	5,503
Курган, 1	2086-2091		12,04	+
Курган, 1	2086-2091		12,24	+
Даяхатын, 10	2025-2029		9,01	1,983
Даяхатын, 10	2025-2029		9,24	2,922
Миркомилкудук, 4	2137-2140		18,1	4,661
Миркомилкудук, 4	2137-2140		22,43	89,84

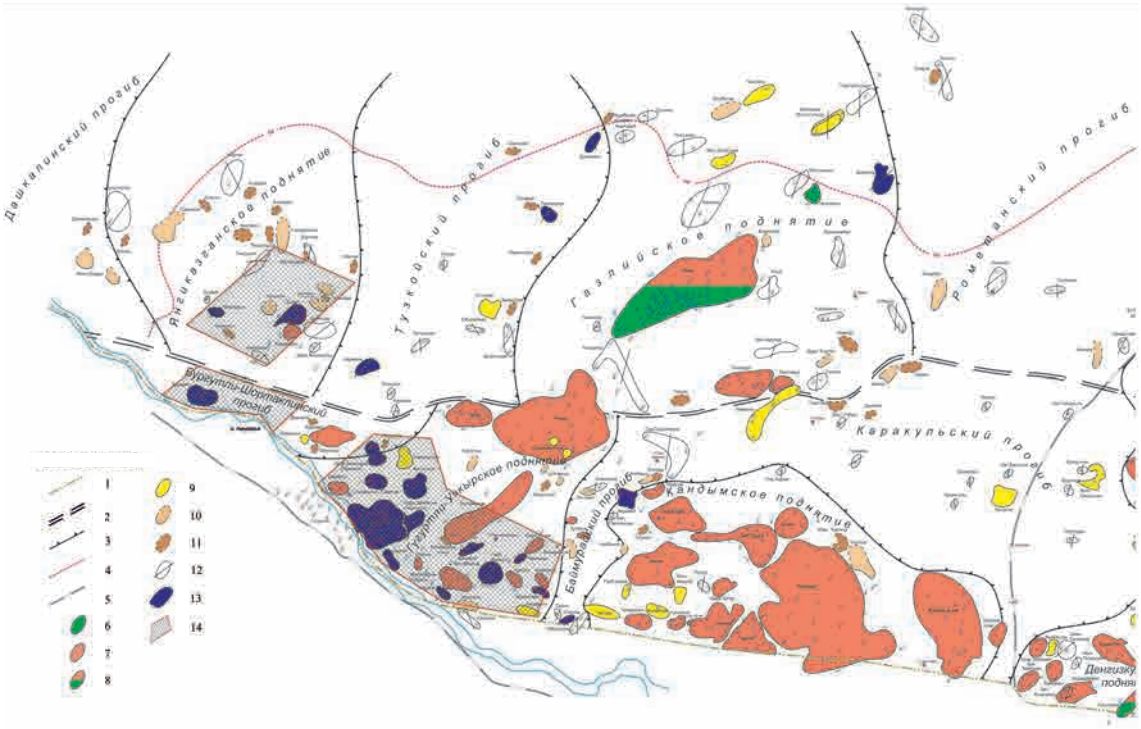


Рис. 4. Северо-западная часть БХР. Схема расположения месторождений УВ, площадей, находящихся в бурении, выявленных, подготовленных к бурению и выведенных из бурения, на структурной основе с выделением перспективных зон на поиски УВ. *1* – государственная граница Республики Узбекистан; *2* – Бухарский параградный разлом; *3* – границы поднятий и прогибов; *4* – граница распространения карбонатной формации юры; *5* – железная дорога; месторождения: *6* – нефтяные, *7* – газовые и газоконденсатные, *8* – нефтегазовые и нефтегазоконденсатные; структуры: *9* – находящиеся в бурении, *10* – подготовленные к бурению, *11* – выявленные, *12* – выведенные из бурения; *13* – площади, по которым выполнены систематизация и обобщение материала; *14* – предварительно выделенные зоны, перспективные на поиски УВ.

Узбекистана и ее нефтегазоносность. - Т.: Фан, 1983. - 176 с.

3. *Миркамалов Х.Х., Ахмедов П.У., Хусанов С.Т., Абдуллаев Г.С.* О литологических и фациальных особенностях расчленения верхнеюрской карбонатной формации в Западном Узбекистане // Известия высших учебных заведений. Геология и разведка. - 1973. - № 5. - С. 26-29

4. *Сафаров З.Х., Хайитов Н.Ш., Джалилов Г.Г.* Роль изучения керновых и шламовых материалов при проведении ГРР на нефть и газ и методика проведения исследований // Сб. докл. на семинаре по повышению квалификации главных геологов, инженерно-технических работников супервайзерского контроля в процессе бурения, освоения скважин. - Карши, 2011. - С. 52-54.

5. Состав, строение и нефтегазовая продуктивность карбонатной формации юры Западного Узбекистана // Тр. ИГИРНИГМ. - Т., 1975. - Вып. 14. - 176 с.

6. *Эйдельнант Н.К.* Строение разрезов карбонатной формации, ее неоднородность по текстурным признакам и распределению петрогенетически неоднотипных пород // Состав, строение и нефтегазовая продуктивность карбонатной формации юры Западного Узбекистана / Тр. ИГИРНИГМ. - Т., 1975. - Вып. 14. - С. 61-101.

Статья представлена членом редколлегии докт. г.-м. наук Г.С.Абдуллаевым.

© К.Н.Абдуллабеков, В.Р.Юсупов, 2024

К.Н.Абдуллабеков, В.Р.Юсупов

СОСТОЯНИЕ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПО ПРОБЛЕМЕ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ В УЗБЕКИСТАНЕ И ДАЛЬНЕЙШИЕ ПУТИ ИХ РАЗВИТИЯ



Абдуллабеков Кахарбай Насирбекович – академик АН РУз, ИС АН РУз, докт. физ.-мат. наук.
E-mail: akna1942@mail.ru



Юсупов Валижон Рустамович – старший научный сотрудник ИС АН РУз, докт. философии (PhD) физ.-мат. наук, доцент Университета геологических наук.
E-mail: valijon.yusupov@mail.ru

В последние годы защите населения и территорий республики уделяется огромное внимание. Вышли важные Постановления [1-3], утвержден новый закон о защите населения и территорий от землетрясений [4]. Проводятся массовые работы по обучению и подготовке населения к стихийным бедствиям. Министерством по чрезвычайным ситуациям, Академией наук, Министерством строительства и рядом других министерств и ведомств выполняются важные и неотложные работы по проблемам разномасштабного сейсмического районирования, оценке сейсмического риска, проблемам сейсмостойкого строительства и другим неотложным проблемам. В этом отношении выполняются исключительно ценные и важные работы. Вместе с тем, результаты научных исследований по оценке сейсмического риска показали, что многие жилые и административные здания и сооружения находятся в низком антисейсмическом состоянии. Имеются примеры прорыва отдельных плотин, низкого качества строительства индивидуальных жилых домов, несоблюдение принципов антисейсмического строительства и т. д. [5, 6]. Все эти факты свидетельствуют о важности расширения научно-исследовательских работ по проблеме прогнозирования землетрясений. По нашему мнению, несмотря на очевидные факты, в выполняемых и планируемых на ближайшие годы мероприятиях недостаточно учтены проблемы прогнозирования землетрясений. Исключительную важность решения проблемы прогнозирования землетрясений отметил в статье известный сейсмолог международного уровня Е.Ф.Саваренский: «Человечество с нетерпением ждет от современной сейсмологии способов предсказания времени и места будущих разрушительных землетрясений. Эта одна из важнейших проблем современности. С особой надеждой и нетерпением ее решения ждут миллионы жителей сейсмоопасных зон Земли, ждут, чтобы уберечь самое ценное – человеческую жизнь» [7].

Приведем несколько примеров.

Японцы, пережившие ужасы трагического землетрясения сто лет тому назад 1 сентября 1923 г. в Токио, унесшего жизни более ста тысяч человек, а также многочисленных землетрясений в других областях с большим количеством жертв, сумели умело организовать антисейсмические мероприятия. Все слои населения хорошо обучены действиям, предусматривающим, как вести себя до, во время

и после сильного землетрясения. Как строить жилые, административные, особо важные и другие объекты. Очень хорошо организовано антисейсмическое строительство. Однако, несмотря на усиленные мероприятия, сильные землетрясения 11 марта 2011 г. и 3 января 2024 г. с магнитудой M = 7,6 показали недостаточность проведенных мероприятий.

В качестве других примеров крайне плохой подготовки можно привести события, связанные с периодами сильных землетрясений: 1902 г. в Андижане с магнитудой M = 6,4; 1948 г. в Ашхабаде с магнитудой M = 7,0; 1949 г. в Хаите с магнитудой M = 7,5; 1988 г. в Спитаке с магнитудой M = 7,5 [8]; 2023 г. в Турции с магнитудой M = 7,5; в Афганистане с магнитудой M = 6,0 и др. с многочисленными человеческими жертвами.

В последние годы Институтом сейсмологии выполняются работы по общему и детальному сейсмическому районированию, сейсмическому микрорайонированию, оценке сейсмического риска, утвержден Закон о защите населения и территорий от сейсмической опасности [4, 9-15]. Результаты научных исследований по оценке сейсмического риска показывают, что в случае сильного землетрясения возможны многочисленные потери человеческих жизней и материальных ценностей. Учитывая это обстоятельство, необходимо расширить научно-исследовательские работы по проблеме прогнозирования землетрясений.

Проблема прогнозирования землетрясений – исключительно трудная, многоплановая и серьезная работа. Ее решением занимаются многочисленные исследователи разных стран в течение нескольких столетий. После каждого очередного землетрясения с многочисленными человеческими жертвами мы вновь и вновь возвращаемся к анализу состояния проблемы. По сравнению с 60-70 годами прошлого столетия в настоящее время получены обнадеживающие научные результаты. Если 50-60 лет тому назад основная дискуссия шла о наличии или отсутствии достоверных предвестников землетрясений, то в настоящее время речь идет о закономерностях проявления предвестников [13-15]. Выделены многочисленные долгосрочные, среднесрочные и краткосрочные предвестники. Найдены эмпирические зависимости между пространственно-временными параметрами предвестников с магнитудой землетрясений. Созданы десятки моделей процессов подготовки землетрясений.

В 1970-1990 гг. по проблеме прогнозирования землетрясений Институтом был сделан колоссальный «скачок». Исследования проводились десятью методами, в большом объеме. Были надежно спрогнозированы несколько землетрясений. Нас признали на международном уровне. У нас сложилось мнение, что мы научились прогнозировать сильные землетрясения и даже обещали Правительству спрогнозировать очередные сильные землетрясения. С тех пор прошло более сорока лет. Наша сеть намного ослабла. Вместо 10 осталось 3-4 метода. Резко сократился объем проводимых наблюдений. Произошел «парадокс». Наши знания повысились, а возможности, наоборот, понизились. В последние годы Правительство во главе с Президентом шаг за шагом исправляют создавшееся положение. Выходят Постановления Президента [1-3], выделяются средства на необходимое оборудование. Огромное внимание уделяется обучению молодежи, расширению научных знаний. В настоящее время мы должны глубоко подумать, как должны планировать наши будущие исследования, на что должны обратить особое внимание для развития фундаментальных исследований. Несмотря на полученные результаты, на практике реальный прогноз места, времени и силы ожидаемых сейсмических событий практически очень низкий.

Причиной неудач является ряд организационно-методических упущений. Остановимся на некоторых из них. Главной причиной, по нашему мнению, являются методические упущения. При организации мониторинга комплексных прогностических наблюдений не учитываются пространственно-временные параметры ожидаемых землетрясений. При прогнозировании землетрясений, мы – геологи-геофизики – должны поступать по аналогии с поиском и разведкой месторождений полезных ископаемых, находящихся на различных глубинах земной коры. Как известно, при поиске и разведке месторождений работы организуются поэтапно. Сначала проводятся мелкомасштабные поисковые работы. При нахождении нового месторождения проводятся крупномасштабные и детальные работы. Поэтапно находится глубина и объем объекта. При этом поисково-разведочные работы проводятся в удобное для исследователей время. Потому что месторождения во времени и в пространстве находятся в неподвижном состоянии. При прогнозировании землетрясений научно-исследовательские работы должны ор-

ганизовать с учетом пространственно-временных параметров ожидаемых землетрясений. В отличие от МПИ, подготовка и происхождение землетрясений во времени и пространстве временное. В глубоких средах накапливаются и после акта землетрясения исчезают не вещества, а упругие напряжения в земной коре. Учитывая это обстоятельство, мы должны организовать мониторинг предвестников с учетом пространственно-временных параметров ожидаемых событий [12-16].

При организации мониторинга комплексных прогностических наблюдений должны учитываться пространственно-временные параметры ожидаемых аномальных изменений исследуемых полей. Точный прогноз места, времени и силы землетрясений возможен только при регистрации полной картины аномальных изменений исследуемых полей. Для этого аномальные изменения исследуемых полей должны быть зарегистрированы минимум на 10 пунктах с помощью десяти циклов повторных маршрутных измерений. Классический пример получения аналогичных данных содержится в работах японских исследователей по современным движениям земной коры, связанным с Ниигатским землетрясением 1964 г. с магнитудой M = 7,5 [17], и узбекских исследователей по аномальным вариациям магнитного поля, связанным с Абайбазарским землетрясением 9 февраля 1971 г. с магнитудой M = 4,6 и Таваксайским землетрясением с магнитудой M = 5,2 (рис. 1, 2) [18].

Идеальную картину можно получить при организации работ методом повторных площадных съемок. К сожалению, организация подобных работ исключительно дорогая и трудоемкая. Для этого потребуется организация повторных площадных съемок с частым повторением съемок. В практике совместных работ Института сейсмологии с ИВТ РАН (Институт высоких температур Российской АН) в 1978-1988 гг. на территории Восточной Ферганы были организованы повторные съемки на 40 пунктах с повторением площадных съемок через каждые 15 дней. В период исследований на различных направлениях от полигона происходили землетрясения с магнитудой M = 5,0-5,5. Полная картина ни в одном случае не была получена из-за ограниченности площади наблюдений. Однако каждый раз удавалось выделять на ограниченной площади появление и развитие аномальных изменений магнитного поля [19].

В литературе много работ, посвященных исследованию только краткосрочных предвестников землетрясений. На наш взгляд, они не корректны и их связь с землетрясениями не всегда однозначна. Землетрясения готовятся в течение длительного времени, их предвестники отражаются в долгосрочных, среднесрочных и только потом – в краткосрочных предвестниках. Например, анализ данных, приведенных в каталогах предвестников землетрясений, подтверждает наши высказывания [20-24]. Они, конечно, полезны, собрано и систематизировано огромное количество мировых данных. Многие из них содержат не полную информацию. В литературе, наряду с серьезными, однозначно доказанными фактами, встречаются и работы, не выдерживающие критики. В качестве примера остановимся на статье известного геолога В.П.Солоненко [25], написанной почти 50 лет тому назад. В качестве эпиграфа приводит слова Конфуция: «Трудно поймать кошку в темной комнате, особенно если ее там

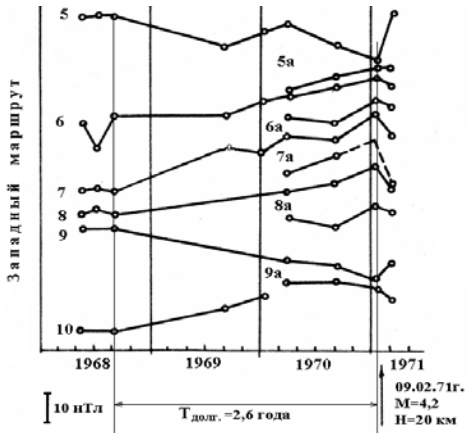


Рис. 1. Аномальные изменения магнитного поля во времени в отдельных пунктах «Западного» маршрута, связанные с Абайбазарским землетрясением 9 февраля 1971 г. (Т долгосрочное = 2,6 года).

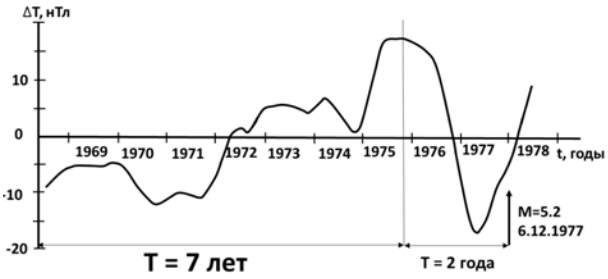


Рис. 2. График долгосрочного и среднесрочного изменения магнитного поля на пункте Сек-9, связанного с Таваксайским землетрясением 6 декабря 1977 г. с магнитудой M = 5,2.

нет». Он критически анализирует научные работы, проводимые в зоне Байкальского озера. В его статье содержатся также критические замечания в отношении гидрохимических данных, проводимых в Узбекистане. Например: «В связи с Ташкентским землетрясением 26 апреля 1966 г. (8 баллов, M = 5,2) большие надежды необоснованно стали возлагать на прогноз времени землетрясений по гидрохимическим данным (по радону). Эти данные являются предварительными и нуждаются в тщательной проверке. К сожалению, со временем сомнительные стороны этого явления были отброшены и вокруг него стала нагнетаться сенсационность: в печати появились публикации о якобы решенной проблеме предсказания времени землетрясений» [26].

В науках о Земле до Ташкентского землетрясения 26 апреля 1966 г. в литературе действительно было известно только явление изменения уровня подземных вод перед землетрясениями. Явление изменения газового и химического состава подземных вод было открыто узбекскими и российскими учеными после Ташкентского землетрясения. Комитетом Госкомизобретений бывшего Союза было зарегистрировано новое научное открытие № 129 «Явление изменения…» [27]. В науках о Земле появилось новое научное направление – гидрогеосейсмология. В Институте сейсмологии расширились научные подразделения. В 1978 г. вышло Постановление директивных органов Узбекистана о расширении гидрогеосейсмологических исследований в Узбекистане. Был организован новый отдел Гидрогеосейсмологических исследований с 4-мя лабораториями. Это новое научное направление быстро распространилось и в соседних республиках и за рубежом – в Японии, США, Китае и т. д. В этом отношении автор упомянутой выше статьи [25] В.П.Солоненко прав. С тех пор прошло более 50 лет, однако в этом направлении существенные фундаментальные результаты не получены.

Если сопоставить с направлением других наук, например, с исследованием морфологии магнитного поля Земли, выполнено огромное количество научных исследований. Выделены периодические и апериодические типы вариаций, связанные с процессами – начиная от ядра мантии до процессов в земной коре. Выделены суточные, сезонные, годовые и т. д. вариации. Детально исследованы вековые и другие вариации поля. Определены пространственно-временные особенности проявления вариаций от места к месту и т. д. Написаны учебники, методические пособия и другие нормативные документы [16]. К сожалению, в новом гидрогеосейсмологическом направлении аналогичные работы почти не проведены. Авторы многочисленных статей ограничиваются только качественным сопоставлением. До настоящего времени отсутствуют работы по выявлению пространственно-временных особенностей появления гидрогеосейсмологических предвестников. Хочется надеяться, что эти работы будут выполнены в ближайшие годы.

Остановимся на состоянии исследований вариаций магнитного поля Земли, связанных с землетрясениями и другими процессами внутреннего и внешнего происхождения.

Как известно, аномальные вариации геомагнитного поля, связанные с землетрясениями (сейсмомагнитный эффект), исследуются, начиная с 18-го столетия [28]. Однако мощный импульс дала этим исследованиям статья В.П.Орлова [29], посвященная обнаружению локального аномального изменения векового хода на территории Таджикистана. Вскоре исследования аномальных вариаций магнитного поля, связанных с землетрясениями и другими процессами в земной коре, были начаты и на Дальнем Востоке и Казахстане под руководством И.М.Пудовкина. Аналогичные исследования проходили на полигонах Карпат, Кавказа, Средней Азии и в ряде других регионов [11].

В литературе очень часто встречаем необоснованные критические замечания или разные высказывания: «Прогноз землетрясений не возможен, поскольку спрогнозировать землетрясения не возможно, мы должны заниматься сейсмическим районированием, оценкой сейсмического риска и т. д.». Часто с такими высказываниями выступают специалисты, занимающиеся другими проблемами сейсмологии, или же люди, далекие от сейсмологии и от проблемы прогнозирования землетрясений. При этом совершенно не говорят о причинах отсутствия прогноза. По нашему мнению, основной причиной неудач являются методические упущения специалистов, занимающихся попытками прогнозирования. Основные недостатки – выбор пунктов наблюдений и частоты повторных измерений. Часто многие пытаются предсказывать с помощью только краткосрочных предвестников.

Для подтверждения нашего мнения приведем некоторые результаты, полученные за рубежом и в Узбекистане. В работе [17] рассмотрены аномальные изменения современных движений земной коры на 9 пунктах, расположенных вдоль побережья Японского моря, связанные с сильным Ниигатским землетрясением 1964 г. с магнитудой M = 7,5. На рисунке в статье приведены результаты измерения за 80-летний период. До 1931 г. наблюдаются медленные аномальные изменения, связанные с геодинамическими процессами. В период с 1931 по 1952 г. проявляются долгосрочные аномальные изменения (долгосрочные предвестники). Начиная с 1952 г., долгосрочные предвестники переходят в среднесрочные. Время среднесрочных аномальных изменений на пунктах наблюдений около 10 лет. На последней стадии подготовки землетрясения среднесрочные аномальные изменения современных движений земной коры переходят в краткосрочные, и спустя некоторое время, происходит землетрясение. Здесь следует отметить то, что измерения проводились методом повторных маршрутных наблюдений – т. е. эпизодически.

Далее приведем аномальные изменения магнитного поля, полученные на пунктах Западного маршрута Ташкентского полигона, связанного с Абайбазарским землетрясением 9 февраля 1971 г. с магнитудой M = 4,6 (см. рис. 1). Аномальные изменения выделены на 10 пунктах методом повторных маршрутных съемок.

Как видно из приведенных примеров, наиболее перспективные предвестники к настоящему времени – магнитометрические и геодезические способы. В Узбекистане мониторинг вариаций магнитного поля осуществляется с 1968 г. Созданы Ташкентский, Ферганский, Кызылкумский геодинамические полигоны. Организована обширная сеть стационарных магнитометрических наблюдений. В отдельные годы их количество доходило до 37. Получены уникальные результаты. Однако объем магнитометрических наблюдений, начиная с 2000 г., по различным причинам резко сократился. В последние годы силами Республиканского центра сейсмопрогностического мониторинга МЧС и Института сейсмологии АН РУз сеть повторных маршрутных и стационарных наблюдений восстанавливается. Думается, в ближайшие годы они начнут давать реальные результаты.

К большому сожалению, один из самых надежных и перспективных методов прогнозирования землетрясений – геодезический метод мониторинга современных движений земной коры – находится в исключительно низком состоянии.

Ранее все режимные наземные геодезические работы проводились специальным 12-м предприятием. В связи с переходом на космогеодезические GPS-измерения потеряна координация этих работ. Съемки проводятся в различных целях и не координируются. Исходя из опыта японских исследователей по изучению современных движений земной коры и наших магнитометрических исследований методом повторных маршрутных съемок, крайне целесообразно организовать в республике космогеодезические работы методом повторных маршрутных съемок. Наиболее перспективно проведение повторных съемок вдоль основных сейсмогенных зон. По нашему мнению, съемки нужно организовать вдоль Каржантауского, Северо-Ферганского, Южно-Ферганского и в продолжении Гиссаро-Коокшальского разлома, проходящего через эпицентры Каратагского 1907 г. и Газлийских землетрясений 1976 и 1984 гг. с магнитудой M = 7,2 и 7,3 (рис. 3).

Расстояние между пунктами наблюдений должно составить в среднем 5-10 км. Пункты должны быть закреплены специальными геодезическими реперами. С помощью повторных геодезических измерений можно выделить долгосрочные, среднесрочные и краткосрочные предвестники сильных землетрясений методом космогеодезических GPS-измерений вариаций современных движений земной коры.

ВЫВОДЫ

1. Собраны, систематизированы и обобщены многолетние данные комплексных магнитометрических исследований на геодинамических полигонах методами стационарных, повторных маршрутных и площадных съемок, данные векового хода мировой сети геомагнитных обсерваторий и литературных данных деформометрических, гидрогеосейсмологических и других исследований.

2. Дана информация о форме, интенсивности и пространственно-временных характеристиках долгосрочных, среднесрочных и

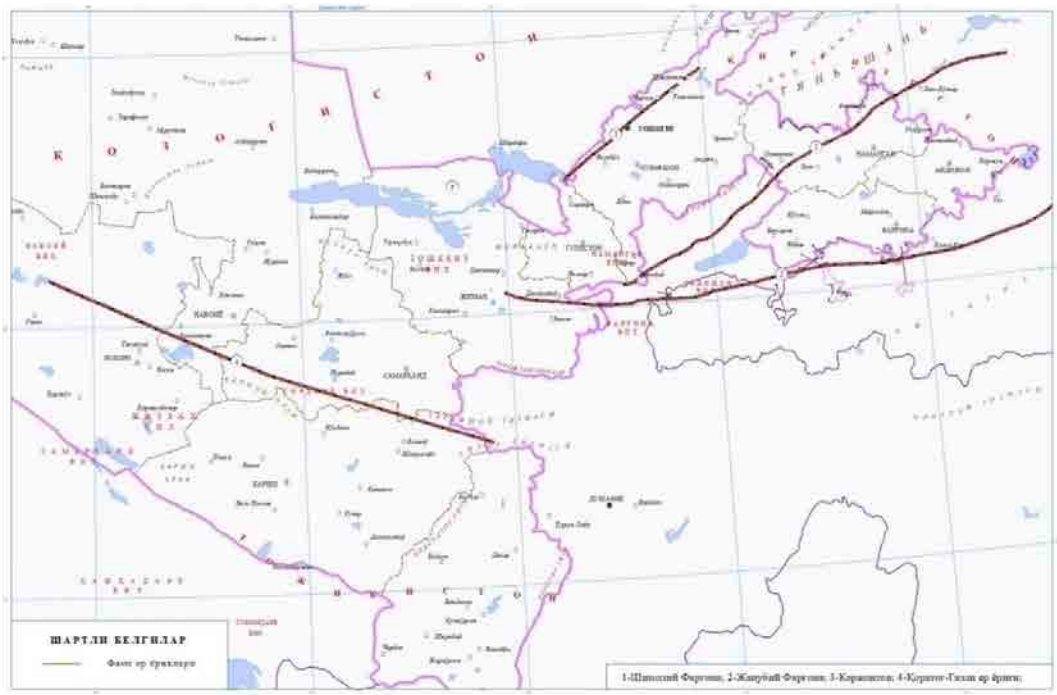


Рис. 3. Схема предлагаемых повторных маршрутных космогеодезических съемок на территории Узбекистана.

краткосрочных предвестников геомагнитных, импульсных электромагнитных, деформометрических, гидрогеосейсмологических предвестников землетрясений.

3. Перечислены главные факты, относящиеся к закономерностям проявления землетрясений. Установлены особенности проявления разновременных предвестников в зависимости от магнитуды землетрясений. Основной результат – крупные землетрясения подготавливаются и происходят в крупных геотектонических структурах. В мелких структурах не могут происходить крупные землетрясения.

4. Проанализировано состояние научных исследований по проблеме прогнозирования землетрясений. Предложены пути улучшения научных исследований по проблеме прогнозирования места, силы и времени сильных землетрясений.

5. Обобщены результаты многолетних исследований долгосрочных, среднесрочных и краткосрочных геомагнитных предвестников землетрясений, полученных на геодинамических полигонах Узбекистана, соседних республик и других стран.

6. Предложено организовать повторные маршрутные измерения вариаций современных движений земной коры методом космогеодезических GPS-измерений.

ЛИТЕРАТУРА

1. Постановление Президента Республики Узбекистан № 4794 от 30 июля 2020 г. «О мерах по коренному совершенствованию системы обеспечения сейсмической безопасности населения и территории Республики Узбекистан».

2. Постановление Президента Республики Узбекистан от 09.08.2017 г. № ПП-3190 «О мерах по совершенствованию проведения научных исследований в области сейсмологии, сейсмостойкого строительства и сейсмической безопасности населения и территории Республики Узбекистан».

3. Постановление Президента Республики Узбекистан от 16.05.2023 г. № ПП-158 «О дополнительных мерах по дальнейшему совершенствованию системы обеспечения сейсмической безопасности населения и территории Республики Узбекистан».

4. Закон Республики Узбекистан от 13 сентября 2021 г. (ЗРУ-713) «Об обеспечении сейсмической безопасности населения и территории Республики Узбекистан».

5. *Исмаилов В.А., Ёдгоров Ш.И., Хусомиддинов А.С. и др.* Оценка сейсмического риска для территории Узбекистана // Вопросы инженерной сейсмологии. - 2023. - Т. 50. - № 4. - С. 5-24. https://doi.org/10.21455/VIS2023.4-1

6. *Ismailov V.A., Yodgorov S.I., Khusomiddinov A.S., Yadigarov E.M., Aktamov B.U., Avazov S.* Regional seismic risk assessment based on ground conditions in Uz-

bekistan // Nat. Hazards earth syst. Sci. Discuss., https://doi.org/10.5194/nhess-2023-105.

7. *Саваренский Е.Ф.* Вступительное слово председателя международной комиссии МАСФНЗ (Международная ассоциация сейсмологии и физики недр Земли Международного союза геодезии и геофизики) по поискам предвестников землетрясений // Мат-лы Междунар. симпоз. «Поиски предвестников землетрясений», 27 мая - 3 июня1974 г. - Т.: Фан, 1976. - С. 7-8.

8. Новый каталог сильных землетрясений на территории СССР с древнейших времен до 1975 года / Под ред. *С.В.Медведева*. - М.: Наука, 1977. - 536 с.

9. Сейсмическое районирование и прогноз землетрясений в Узбекистане. - Т.: ГИДРОИНГЕО, 2002. - 132 с.

10. *Исмаилов В.А. и др.* Методическое руководство по детальному сейсмическому районированию и микрорайонированию для градостроительного планирования и микрорайонирования. - Т.: Изд-во «Umid Design», 2023. - 156 с.

11. *Абдуллабеков К.Н., Максудов С.Х., Туйчиев А.И.* Наиважнейшие результаты длительного мониторинга электромагнитных предвестников землетрясений в Узбекистане // Мат-лы XI Казахстанско-Китайского междунар. симпоз. «Прогноз землетрясений, оценка сейсмической опасности и сейсмического риска в Центральной Азии». - Алматы, 2023. - С. 254-259.

12. *Абдуллабеков К.Н., Максудов С.Х., Туйчиев А.И.* Основные результаты геофизических исследований по проблеме прогнозирования землетрясений в Узбекистане // Мат-лы Междунар. науч. конф. «Актуальные проблемы обеспечения сейсмической безопасности населения и территорий», посвящ. 80-летию Академии наук Республики Узбекистан. - Т., 2023. - С. 9-19.

13. *Абдуллабеков К.Н., Юсупов В.Р.* Особенности проявления предвестников землетрясений в разноранговых геотектонических структурах // Геология и минеральные ресурсы. - 2023. - № 1. - С. 60-66.

14. *Абдуллабеков К.Н., Юсупов В.Р.* Закономерности проявления землетрясений // ДАН. - 2023. - № 1. - С. 92-98.

15. *Abdullabekov K.N., Maksudov S.K., Yusupov V.R.* Results of geomagnetic studies on the problem of forecasting strong earthquakes in Uzbekistan // Institute of International journal of geosciences. - 2023 - № 14. - P. 437-449.

16. *Абдуллабеков К.Н., Максудов С.Х., Туйчиев А.И.* Инструкция по прогнозированию землетрясений магнитометрическим методом. - Т.: Минитипография АН РУз, 2019. - 16 с.

17. *Рикитаке Т.* Предсказание землетрясений. - М.: Мир, 1979. - 140 с.

18. *Абдуллабеков К.Н.* Электромагнитные явления в земной коре. - Т.: Фан, 1989. - 132 с.

19. *Абдуллабеков К.Н., Сковородкин Ю.П., Трапезников Ю.А., Хаджиев Т.Х.* Детальные исследования сейсмомагнитного эффекта на Восточно-Ферганском полигоне (1979-1984 гг.) // Прогноз землетрясений. - Душанбе-Москва: Дониш, 1986. - № 7. - С. 143-149.

20. *Безуглая Л.С., Зубков С.И., Сковородкин Ю.П. и др.* Каталог геомагнитных предвестников землетрясений. - М.: Институт физики Земли АН СССР, 1983. - 140 с.

21. *Зубков С.И., Соловьева Р.П.* Каталог сейсмических предвестников землетрясений. - М.: Институт физики Земли АН СССР, 1986. - 269 с.

22. *Никифорова Н.А.* Каталог импульсных электромагнитных предвестников землетрясений. - М.: Институт физики Земли АН СССР, 1991. - 126 с.

23. *Алимова В.А., Зубков С.И.* Каталог предвестников землетрясений. Гидрогеодинамические предвестники. - М.: Институт физики Земли, 1983. - 140 с.

24. *Алимова В.А.* Каталог предвестников землетрясений: гравитационные предвестники. - М.: Наука, 1988. - 57 с.

25. *Солоненко В.П.* Прогноз землетрясений Байкальской рифтовой зоны по геолого-геофизическим данным // Мат-лы Междунар. симпоз. «Поиски предвестников землетрясений». 27 мая - 3 июня 1974 г. - Т.: Фан, 1976. - С. 172-179.

26. Ташкентское землетрясение 26 апреля 1966 г. - Т.: Фан, 1971. - 672 с.

27. *Мавлянов Г.А., Султанходжаев А.Н., Уломов В.И. и др.* Научное открытие «Явление изменения химического состава подземных вод при землетрясении». Диплом № 129 // Бюллетень изобретений. - 1973. - № 42. - С. 3-4.

28. *Абдуллабеков К.Н., Максудов С.Х.* Вариации геомагнитного поля сейсмоактивных районов. - Т.: Фан, 1975. - 128 с.

29. *Орлов В.П.* Магнитные аномалии векового хода в Средней Азии // Известия АН СССР. Сер. Геофиз. - 1958. - № 10.

© Г.Ю.Юлдашев, У.Г.Ганиев, 2024

Г.Ю.Юлдашев, У.Г.Ганиев

О НЕКОТОРЫХ РЕЗУЛЬТАТАХ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПО ПОИСКАМ МЕСТОРОЖДЕНИЙ НЕФТИ И ГАЗА НА ЯНГИКАЗГАНСКОМ ПОДНЯТИИ И БУРГУТЛИНСКОМ ПРОГИБЕ БУХАРО-ХИВИНСКОГО РЕГИОНА



Юлдашев Гафур Юлдашевич – и. о. профессора Университета геологических наук, докт. г.-м. наук. E-mail:gafur_yuldashev49@mail.ru



Ганиев Уткир Гиясович – технический руководитель сейсмопартии филиала «БГЭ» АО «Узбекгеофизика».

В настоящее время в связи с сокращением числа наиболее крупных и ярко выраженных объектов разведки в Бухаро-Хивинском регионе (БХР) более остро встает вопрос об изучении строения нижнесреднеюрских и доюрских отложений, поиска в них нефтегазоперспективных объектов.

В северо-западной части БХР регионально продуктивны нижнемеловые и верхнеюрские отложения, несколько залежей (Гугуртли, Даяхатын и др.) выявлены в разрезе терригенной формации нижне-среднеюрского возраста. Кроме того, в процессе опробования палеозойских отложений на нескольких площадях (Гугуртли, Южный Кульбешкак) были получены значительные притоки газа. Отметим, что на месторождении Гугуртли промышленно-продуктивные отложения от палеозойского до нижнемелового возрастов [1, 2].

В работе приводятся результаты анализа комплекса геофизических исследований (сейсмо- и электроразведка) по изучению геологического строения и выявлению новых перспективных объектов в юрских и нижнемеловых отложениях Янгиказганского поднятия и Бургутлинского прогиба и прилегающих территорий. Проведенными здесь поисково-детальными сейсморазведочными МОГТ-2Д (Н.А.Гафурова 1998, 2002; В.С.Эгамов 2000; Ш.Х.Шаропов 2016; У.Г.Ганиев 2023) и электроразведочными исследованиями методом МТЗ (М.Х.Курбанов 2016; Ф.И.Истамов 2018) выявлены более 30 новых нефтегазоперспективных объектов. В результате бурения открыты три газоконденсатных месторождения: Янгиказган, Ёркин и Тумарис.

Характеристика этих месторождений, расположенных на площадях исследований, приводится в таблице.

В северо-западной части Бухарской ступени открыт ряд месторождений и доказана перспективность меловых и юрских отложений. На Чарджоуской ступени промышленно продуктивными являются карбонатные отложения верхней юры, а также терригенные отложения нижней и средней юры.

Для северо-западной части БХР характерно сокращение мощности осадочного комплекса, в частности, хемогенных осадков, которые выклиниваются до нуля. В связи с сокращением мощности хемогенных осадков, а на Бухарской ступени – полным отсутствием их, отражающие горизонты (ОГ) от кровли ангидритов T_3, T_4, T_5 не прослеживаются или наблюдаются в сложной интерференции.

Характеристика месторождений, расположенных на площадях исследований

Месторождение	Полезное ископаемое	Продуктивные горизонты	Глубина залегания, км	Коллектор
Янгиказган	Газ, конденсат	XII, XIII	1,18-1,42	Песчаники
		XIV	1,37-1,45	Песчаники
		XV-J_3 k+o	1,5-1,55	Известняки
Тумарис	Газ, конденсат	XV-J_3 k+o	1,862-1,891	Известняки
Ёркин	Газ	XIII	1,28-1,35	Песчаники
		XIV	1,38-1,43	Песчаники

Отложения от кровли карбонатной формации юры T_6 прослеживаются повсеместно, а T_7 – внутри терригенных юрских отложений соответствуют XVIII горизонту – иногда.

Качество прослеживаемости ОГ T_7 ухудшается на участках смены литологии и в зонах тектонических нарушений.

Отражающие поверхности по кровле доюрских отложений (T_{10}) прослеживаются периодически**.** Характер прослеживания меняется даже на одном профиле.

Начиная с ОГ, образующихся на поверхности верхнеюрских отложений и далее вниз, волновое поле северо-западной части Чарджоуской ступени существенно отличается от волнового поля центральной и восточной частей. Тем не менее, по данным ВСП и временным разрезам МОГТ, на исследуемой площади прослеживается ряд надежных сейсмических реперов.

Первым четким репером, по данным ВСП, является кровля бухарских слоев палеогена, к которому приурочен опорный ОГ T_1, но здесь этот горизонт на временных разрезах ОГТ не прослеживается.

В отложениях мела выделяется ОГ T_2, приуроченный к XIII горизонту нижнего мела.

В связи с сокращением мощности хемогенных отложений, а на Бухарской ступени – полным их отсутствием, ОГ от кровли ангидритов не прослеживаются или наблюдаются в сложной интерференции.

Отражающий горизонт T_6 прослеживается как динамически выдержанное отражение и стратифицируется с поверхностью известняков оксфорд-кимериджа.

Кроме того, на временных разрезах прослеживается отражённая волна T_7, приуроченная к кровле терригенных юрских отложений.

Для исследуемого участка построены структурные карты по ОГ T_2 и T_6, приуроченным к кровле отложений нижнего мела XIII горизонта и к кровле карбонатной юры, а также сейсмические разрезы по характерным профилям.

На карте отмечаются структуры ранее выявленные, а также новые, всего более 30 структур. Открыты три месторождения. Некоторые структуры, по данным бурения, оценены как бесперспективные.

Так, структура **Т.** расположена в крайней северо-западной части изучаемой площади. Она была подготовлена к бурению по двум горизонтам: по кровле нижнего мела T_2 (K_1n) и по кровле известняков карбонатной юры T_6 (J_3,o+km) в 2017 г. по результатам сейсмических исследований, и представляет антиклинальную складку северо-западного простирания. Размеры по ОГ T_2 по изогипсе -1260 м составляют 7,5 × 3,4 км, амплитуда 40 м, площадь 18,9 км^2. Размеры по ОГ T_6 по изогипсе -1400 м – 7,4 × 2,8 км, амплитуда 40 м, площадь 17,3 км^2 (рис. 1).

Для выяснения нефтегазоперспективности меловых и юрских отложений поисковая скважина пробурена в своде подготовленной структуры, на 500 м к северо-западу от профиля 56 ПК 175. По этому профилю структура отмечается между пикетами 170-150, а скважина находится на ПК 175 переклинальной части структуры (рис. 2, *а*). По результатам исследований скважины, охваченные замерами прослои XIII и XIV горизонтов представлены пористыми, низкопористыми, глинистыми песчаниками и характеризуются как водонасыщенные.

Анализ электроразведочных МТЗ материалов, выполненных на исследуемой территории, подтвердил структуры с наличием геоэлектрических аномалий типа АТЗ, в т. ч. на площади Т. На рис. 2, *б* приводится геоэлектрический разрез 1-Д инверсии электромагнитного поля по профилю 92, выполненного по линии сейсмического профиля 56. Видно, что на участке профиля между точками МТЗ № 92-410 и № 92-435 в интервале эффективных глубин -1200 м и -1400 м выделяется повышенная аномалия, окаймленная низкоомной зоной. Пробуренная скважина находится на низкоомном водоносном участке геоэлектрического разреза.

Анализируя в комплексе сейсмические, электроразведочные и буровые исследования можно предположить, что продуктивная часть

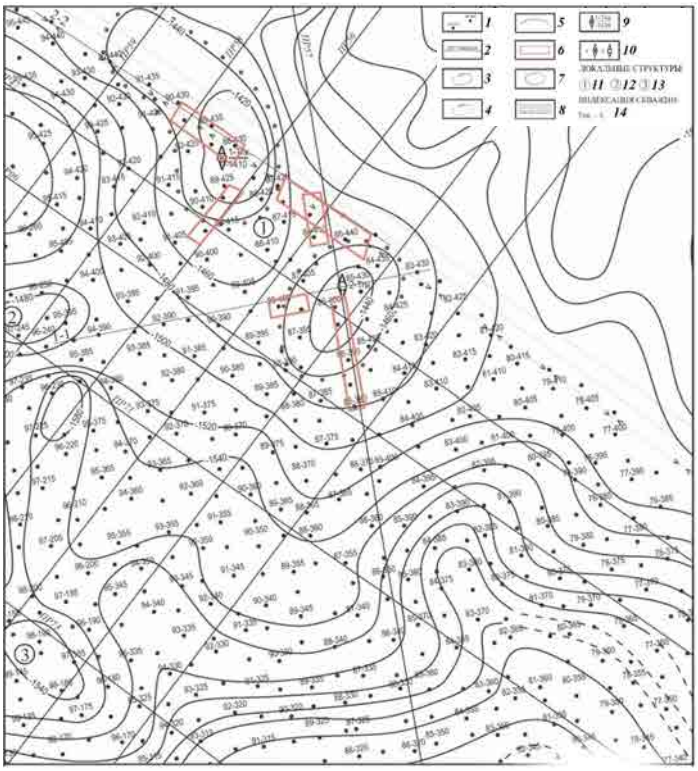


Рис. 1. Схема расположения выполненных физических точек МТЗ на структурной основе по отражающему горизонту T_6, приуроченному к кровле карбонатной юры. *1* – физические наблюдения на точках МТЗ, выполненные Камишлинской э/п № 01/13-17; *2* – сейсморазведочные профили ОГТ-2Д прошлых лет; изогипсы по отражающему горизонту T_6: *3* – уверенные, *4* – не уверенные; *5* – контур аномалии МТЗ; *6* – аномалии МТЗ; *7* – контур переданных структур; *8* – автотрасса, ЛЭП, трубопровод; *9* – глубокие скважины: в числителе – номер скважины, знаменателе – абсолютная отметка; *10* – *а* – поисковые, *б* – рекомендуемые; локальные структуры: *11* – Т., *12* – К., *13* – Дж.; *14* – индексация скважин: Тпк.-Т.

структуры Т. находится южнее от скв. 1. В связи с этим рекомендуется заложение скв. 2 на 1 км южнее от скв. 1 на участке сейсмического профиля 56 ПК 165.

Таким образом, анализ геолого-геофизических данных на площади Т. показывает, что для повышения эффективности сейсморазведки необходимо комплексирование ее с другими методами, в частности, с электроразведкой, и систематический контроль сходимости прогнозных сейсмических данных с более точными данными бурения. Такой контроль позволит выяснить причины ошибок и своевременно корректировать направление и методику проведения работ.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Абдуллаев Г.С., Бабаджанов Т.Л. и др.* Особенности строения и нефтегазовые перспективы доюрского комплекса пород Бухаро-Хивинского региона (Западный Узбекистан). - Т.: Фан, 2009. - 120 с.

2. *Абидов А.А.* Современные основы прогноза и поиска нефти и газа. - Т.: Фан, 2012. - 570 с.

Статья представлена членом редколлегии докт. г.-м. наук Г.С.Абдуллаевым.

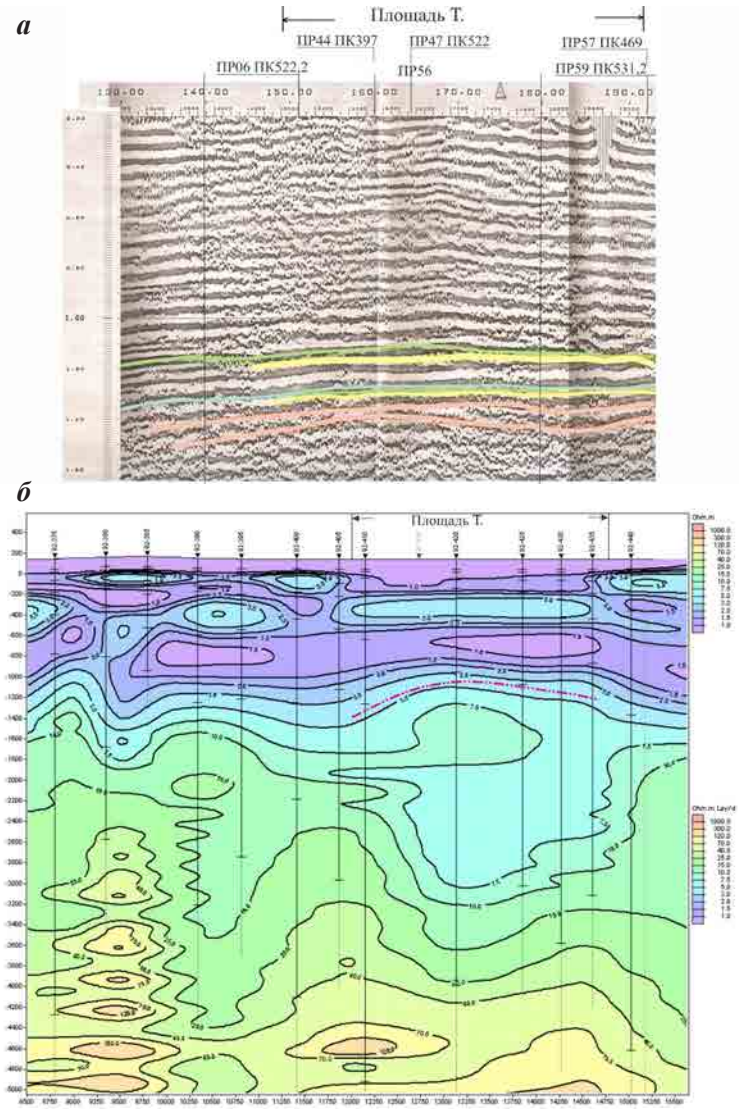


Рис. 2. Сопоставление временного разреза МОГТ-2Д по с/п 56 (*а*) и геоэлектрического разреза 1-Д инверсий по э/п ПР 92 (*б*).

© Коллектив, 2024

М.М.Закиров, Д.К.Бегимкулов, Т.М.Худойбердиев, Г.Э.Очилов, У.М.Казаков

ВТОРИЧНОЕ ЗАСОЛЕНИЕ ПОЧВО-ГРУНТОВ КАК ФАКТОР ОЦЕНКИ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ГРУНТОВЫХ УСЛОВИЙ ГОЛОДНОЙ СТЕПИ



Закиров Мираббас Мирсаатович – профессор кафедры ТГТУ им. Ислама Каримова, докт. г.-м. наук (DSc). E-mail: mzakirov1957@mail.ru



Бегимкулов Дилшод Каландарович – доцент кафедры ТГТУ им. Ислама Каримова, докт. философии (PhD) по г.-м. наукам. E-mail: begimkulov@mail.ru



Худойбердиев Темур Махмаражабович – базовый докторант, старший преподаватель ТГТУ им. Ислама Каримова. E-mail: temurxudoyberdiyev@mail.ru



Очилов Голибжон Эрназар угли – базовый докторант НУУз им. Мирзо Улугбека, старший преподаватель ТГТУ им. Ислама Каримова. E-mail: g.ochilov91@mail.ru



Казаков Умирзак Махмудович – ассистент кафедры ТГТУ им. Ислама Каримова. E-mail: umirzoqkazakov@gmail.com

Введение. Во многих странах мира с засушливым климатом засоленные, в т. ч. вторично засоленные грунты широко распространены. В южных регионах Российской Федерации более 20% площади сельскохозяйственных угодий занимают засоленные грунты [1]. В некоторых регионах (Калмыкия, Астраханская, Новосибирская, Курганская, Омская и др. области) площадь засоления достигает 40% и более от площади сельскохозяйственных угодий [2].

В конце XX в. обобщающими научными исследованиями степных территорий с засоленными грунтами и их мелиоративным состоянием Центральной Азии и, в частности, Республики Узбекистан являются труды Г.А.Мавлянова, К.П.Пулатова, С.М.Касымова, Ю.И.Иргашева, Ю.П.Исаматова по инженерно-геологическим условиям Каршинской степи [6]; В.А.Ковды [3], И.С.Рабочева [5] по мелиорации почв Туркмении; О.К.Камилова [4], Э.В.Мавлянова [7] по засолению почв Голодной степи и Язъяванской степи Ферганской долины.

За период 1950-1980 гг. изучение проблемы засоления грунтов и их мелиорация, то обостряясь, то несколько ослабевая, была актуальной в течение всей истории освоения степей Центральной Азии и, в частности, Узбекистана. В этот период мелиоративные работы развернулись в Узбекистане на территориях Голодной, Каршинской, Джизакской степей, Сурхан-Шерабадской и Зарафшанской долинах, низовьях Амударьи и Центральной части Ферганской долины. Результатами этих исследований явилось значительное увеличение в то время основной

сельскохозяйственной продукции – хлопчатника. В связи с массовым орошением произошло коренное нарушение инженерно-геологической среды, изменились гидрогеологические, гидрологические, геохимические и почвенные процессы и создались предпосылки для усиленного проявления вторичного засоления, т. е. изменилось инженерно-геоэкологическое состояние грунтовых условий Голодной степи.

Таким образом, можно констатировать, что изучение некоторых направлений методом картографирования вторичного засоления как оценка инженерно-геоэкологического состояния грунтовых условий Голодной степи – одна из актуальных проблем. В статье рассмотрены основные проблемы, связанные с изучением засоленных грунтов, которые требуют неотложных решений, так как имеют не только научно-теоретическое, но и большое практическое значение.

Объект и методы исследований. Голодная степь располагается у подножия отрогов западной части Туркестанского хребта и хребта Нуратау. Она простирается на север и северо-восток до долины Сырдарьи, а на северо-западе сливается с пустыней Кызылкум**.** Это обширная территория площадью более 1 млн. га. Местами среди ровного пространства имеются понижения поверхности (Джетысайская, Сардобинская впадины и др.). Со склонов Туркестанского хребта в сторону равнины стекают многочисленные, но немноговодные речки, вода которых еще в предгорной зоне расходуется на орошение, испаряется или просачивается в грунтовые толщи. В песчаных, супесчаных и галечных наносах аккумулятивной равнины вода накапливается и перемещается в горизонтальном направлении в сторону р. Сырдарьи и оз. Тузкан (рис. 1, 2).



Рис. 1. Вид Айдар-Арнасайской озерной системы.

Вследствие особенностей геологического строения равнины подземные воды образуют полузастойный бассейн. Аридность климата способствует выщелачиванию солей из грунта и вследствие внутрипородного испарения воды



Рис. 2. Вид на оз. Тузкан.

минерализуются. Обычно на юге у подножия гор они почти пресные, в центральной части более минерализованы, а в северной части с особенно замедленным течением – сильно засолены.

В настоящее время на территории Голодной степи активное вторичное засоление приводит к опустыниванию и деградации грунтов. Исключительное и определяющее значение в успехе мелиорации грунтов имеет геохимическая составляющая солей и инженерно-геоэкологическое состояние грунтовых условий.

Объект наших исследований – лугово-сероземные, сероземно-луговые и луговые орошаемые почвогрунты, на которых проводились мониторинговые исследования состояния и свойств для оценки почвенно-мелиоративно-экологического состояния ключевых участков массивов Голодной степи. Исследования засоленных грунтов Голодной степи включали комплексное изучение их вещественного состава, характера и прочности структурных связей, текстуры, структуры, физического состояния грунтов, деформационных свойств в естественном сложении, после их дополнительного увлажнения и диффузионного выщелачивания. Использованы традиционные полевые, лабораторные методы для инженерно-геоэкологического состояния грунтовых условий Голодной степи, а также современные методы картирования с применением ГИС-технологий.

Обсуждение результатов. Голодная степь является одним из крупнейших районов отечественного хлопководства в Центральной Азии, представляет обширную предгорную равнину. Всю пригодную для использования территорию можно разделить на освоенную – орошаемую системой Дустликского магистрального канала (ДМК) и вновь осваемую – орошаемую системой Южного Голодностепского канала (ЮГК) Голодной степи (рис. 3). Границей между зонами служит Центральный Голодностепский коллектор (ЦГК).

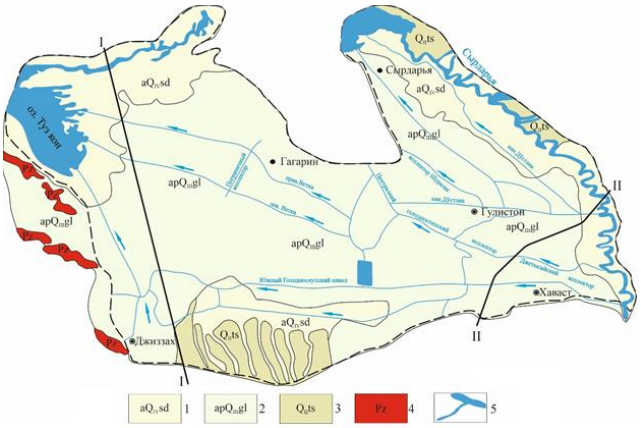


Рис. 3. Схематическая геолого-литологическая карта территории Голодной степи (масштаб 1:200000, составили Д.К.Бегимкулов, Т.М.Худойбердиев, по фондовым материалам ГУ «Узбекгидрогеология» и личным исследованиям). *1* – современные четвертичные отложения I-II надпойменных террас сырдарьинского комплекса, представленные песками, галечниками, супесями, суглинками; *2* – верхнечетвертичные отложения III надпойменной террасы голодностепского комплекса, представленные галечниками, песками, супесями и суглинками; *3* – среднечетвертичные отложения ташкентского комплекса, представленные гравием, галечниками песчаниками и алевролитами; *4* – палеозойские отложения Нуратинского хребта; *5* – река и каналы.

Голодная степь является межгорной котловиной и делится на две части: аллювиальную и пролювиальную. Первая – мощная дренирующая из песчано-галечниковых и песчано-гравийных отложений четвертичного возраста с пресными грунтовыми водами. Вторая – в южной части распространены слаборазвитые дренирующие линзы, в основном, на большой глубине из суглинков и глин (рис. 4).

Аллювиально-пролювиальная часть считается третьей террасой. Древнеаллювиальная равнина сложена суглинками с прослоями супесей и песка на глубину 20-40 м, ниже которых залегают пески и галечники, обладающие высокой водопроводящей способностью. Геоморфологическое строение территории [10] включает основные типы рельефа: горная область, предгорная область, плоская пролювиальная равнина – так называемое Голодностепское плато, руслообразные понижения (Сардоба, Карай, Арнасай) и аллювиальная долина р. Сырдарьи. Особенности геолого-литологического и геоморфологического строения определили формирование гидрологического режима и условия залегания грунтовых вод. Интенсивное освоение крупных массивов Голодной степи в условиях аридной зоны давно свидетельствует об изменениях засоления и вторичного засоления освоенных и вновь осваиваемых территорий. Исходя из этого, картографирование вторичного засоления оценивается как инженерно-геоэкологическое состояние Голодной степи в связи с перспективой мелиоративного улучшения грунтовых условий, развития городского и поселкового строительства.

Важнейшими факторами, в значительной мере определяющими состав будущих осадочных пород, являются процессы разрушения твердых пород, химического и биохимического осадкообразования. Они влияют также на способ и место отложения продуктов разрушения и на направление последующих процессов диагенеза, гипергенеза и дегидратации.

Гранулометрический состав в основном определяет количественное содержание частиц неодинаковых размеров, выраженное в процентах от веса исследуемой породы. Он дает возможность уточнить структурную характеристику пород и подготовить их для минера-

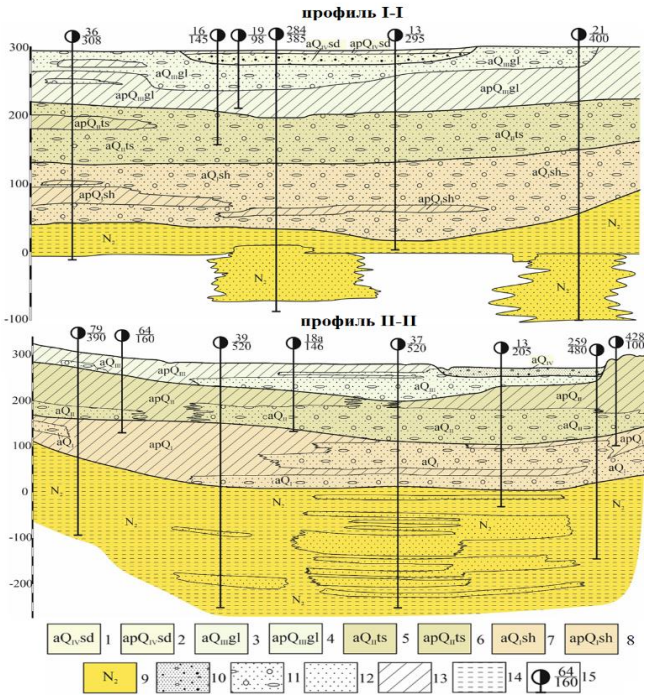


Рис. 4. Схематический геолого-литологический разрез по линии I-I и II-II по Голодной степи (составили Д.К.Бегимкулов, Т.М.Худойбердиев, по фондовым материалам и личным исследованиям). *1, 2* – четвертичные отложения, сырдарьинский комплекс; *3, 4* – верхнечетвертичные отложения, голодностепский комплекс; *5, 6* – среднечетвертичные отложения, ташкентский комплекс; *7, 8* – нижнечетвертичные отложения, сохский комплекс; *9* – отложения верхнего неогена; *10* – гравий и галечники; *11* – галечник с валунами; *12* – пески; *13* – суглинки и супеси; *14* – алевролиты; *15* – скважины, в числителе – номер, знаменателе – глубина, м.

логического и химического анализов путем разделения на фракции по размерам частиц, которые могут иметь диаметры, мм: 1-0,5; 0,5-0,25; 0,25-0,1; 0,1-0,05; 0,05-0,01; 0,01-0,005; 0,005-0,002 и менее.

По гранулометрическому составу грунтов Голодной степи (рис. 5) видно, что он наиболее однородный в литологическом разрезе зоны аэрации. Содержание песчаной фракции аллювиальных и пролювиальных лёссовидных суглинков и супесей (сводные средние величины) колеблется от 15 до 29%, пылеватой – от 40 до 70% и глинистой – от 9 до 25%. Если рассматривать исследуемую территорию как неорошаемую и орошаемую, то в ней тоже не наблюдается однородность гранулометрического состава.

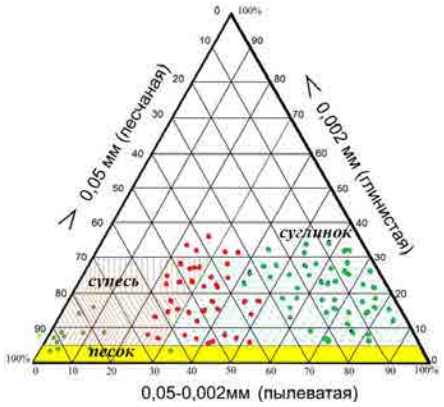


Рис. 5. Гранулометрический состав фракций грунтов Голодной степи.

С этой точки зрения целесообразно выделять три основные группы осадочных пород: 1) обломочные, в т. ч. песчаные, отложения (механические осадки); 2) глинистые отложения (в значительной мере коллоидно-химические осадки); 3) химические, в т. ч. биохимические, отложения (осадки из истинных растворов). Являясь с известной точки зрения генетическими подразделениями, указанные выше три группы обладают резко отличающими свойствами и инженерно-геоэкологическим картированием.

Таким образом, условия накопления материала – второй важный генетический признак для классификации осадочных пород. Он определяет характер залегания по площади, главнейшие текстурные и структурные особенности пород.

С инженерно-геологической точки зрения практически весьма важным признаком континентальных отложений является инженерно-геоэкологическое картирование. По возрастающей роли воды можно наметить среди рассматриваемых пород примерно такой ряд: эоловые – гравитационные – делювиальные – пролювиальные – аллювиальные – озерно-болотные и озерные. Для континентальных отложений особенно важно учитывать геоморфологическую и экологическую обстановку их распространения на территории Голодной степи. Инженерно-геоэкологические условия имеют важное значение с точки зрения оценки процессов выветривания и некоторых других физико-геологических процессов, протекающих по-разному в одних и тех же породах с различными климатическими, геоморфологическими и гидрогеологическими условиями как в пространстве, так и на глубину.

Геоморфологические условия в свою очередь влияют на процессы выветривания и, кроме того, определяют физическое состояние грунтов, находящихся в различном рельефе Голодной степи. А гидрогеологические условия являются важнейшим фактором, влияющим на инженерно-геологическую обстановку, связанную с ирригационным освоением территорий. Во многих случаях освоение территорий Голодной степи отражается не только на степени обводненности и гидравлических признаках, но и их засоленности. По результатам полевых и лабораторных исследований, изучены водно-физические свойства грунтов по административным районам на территории Голодной степи. По этим данным количественное значение плотного остатка изменяется в широких пределах – от слабозасоленных (0,35-0,485%) до сильнозасоленных (2,02-2,65%). Состав водно-растворимых солей в засоленных грунтах весьма разнообразен, но в этом случае эти соли представляют комбинации всего лишь трех катионов – натрия (Na^{+}), магния (Mg^{2+}) и кальция (Ca^{2+}) и трех анионов – хлора (Cl^{-}), сульфата (SO_4^{2-}) и гидрокарбоната (HCO_3^{-}). Очевидно, что из них возможно образование следующих солей: NaCl, Na_2SO_4, $NaHCO_3$, $MgCl_2$, $MgSO_4$, $Mg(HCO_3)_2$, $CaCl_2$, $CaSO_4$ и $Ca(HCO_3)_2$ (рис. 6).

Состав солей в почвогрунтах в значительной степени связан с минерализацией грунтовых вод. Механизм этого процесса очень сложный. Обычно состав солей в почвогрунтах и засоляющей грунтовой воде не одинаковый. Объясняется это тем, что, насыщая грунт, состав грунтовой воды претерпевает значительные изменения вследствие различных химических, физико-химических и биологических

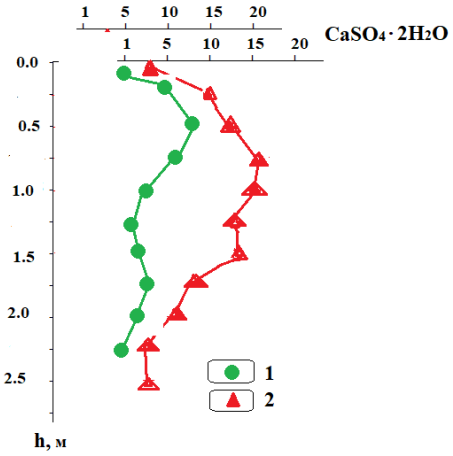


Рис. 6. Сравнительная диаграмма изменения гипса по глубине за разные периоды: 1 – по фондовым материалам 1960-1970 гг.; 2 – результаты личных исследований 2019-2023 гг.

реакций. Примером служит некоторое превращение, которое претерпевают, попадая в грунт, сульфат натрия, широко распространенный в составе подземных вод. Подымаясь по капиллярам, сульфат натрия может вступить в физико-химическую реакцию с поглощающим веществом грунтов, содержащим обменный кальций. При этом катион натрия входит в поглощенный грунт, вытесняя оттуда кальций и осаждая гипс. Это приводит к тому, что в грунтах на определенной глубине образуется гипсовый горизонт (см. рис. 6). Повышение критического уровня грунтовых вод с повышенной минерализацией резко ухудшает грунтово-мелиоративные условия. Периодичность капиллярного поднятия приводит к процессам опустынивания и вторичному засолению.

Все перечисленные выше факторы определяют географию первично засоленных почв территории Голодной степи. Засоленные почвы развиты здесь преимущественно в зонах пустынь, полупустынь и степей. Засоление связано с выходом на поверхность соленосных пород, либо с поступлением легкорастворимых солей извне.

Вторичное (антропогенное) засоление почв проявляется в результате антропогенного изменения природных почвенно-галогеохимических условий, что обусловлено капилярным поднятием влаги, подъемом грунтовых вод на орошаемых и подтопляемых землях, мобилизацией солевых запасов подстилающих пород, поступлением солей с оросительными водами, повышенной минерализацией и другими факторами, приводящими к аккумуляции солей в почвах. Вторичное засоление – один из главных деградационных процессов, определяющих экологическое состояние земель. Наиболее активно это проявляется в зонах развития природного засоления (рис. 7). Например, на территории Голодной степи активно идет процесс засоления пастбищ и орошаемых земель.

Во всем мире процессам вторичного засоления и осолонцевания подвержены около 30% орошаемых земель. Засоление почв ослабляет их вклад в поддержание биологического круговорота веществ. Исчезают многие виды растительных организмов, появляются новые растения-галофиты (солянка и др.). Уменьшается генофонд наземных популяций в связи с ухудшением условий жизни организмов, усиливаются миграционные процессы.

К легкорастворимым солям при температуре 200°С относятся: 1) NaCl; KCl; $CaCl_2$; MgCl; Mg_2SO_3; их растворимость равна 42,7; 35,3; 32,8; 26,4; 17,8% соответственно; 2) бикарбонаты: $NaHCO_3$, $Ca(HCO_3)_2$, $Mg(HCO_3)_2$; карбонат натрия Na_2CO_3; 3) сульфаты магния и натрия $MgSO_4$, Na_2SO_4. К среднерастворимым солям относятся гипс $CaSO_4 \cdot 2H_2O$ и ангидрит $CaSO_4$, растворимость которых 0,2% при температуре 200°С. Труднорастворимы карбонаты кальция $CaCO_3$ и магния $Mg\ CO_3$, имеющие растворимость 0,0014% при температуре 200°С.

Тщательное изучение засоленных грунтов территории Голодной степи позволило выявить различную чувствительность их по отношению

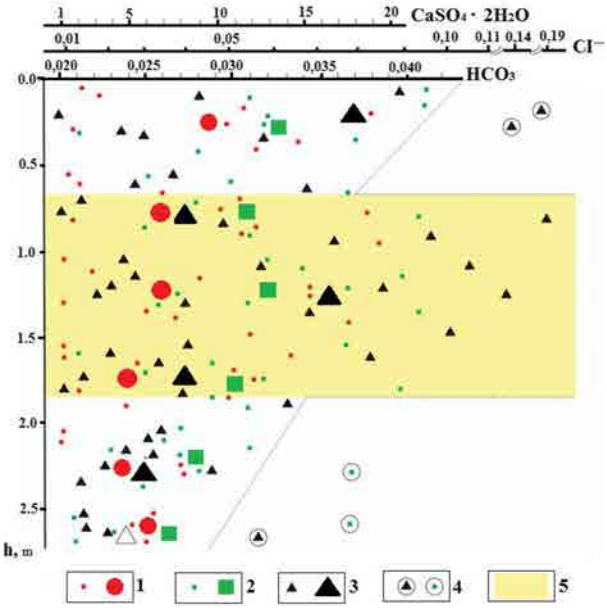


Рис. 7. Изменение с глубиной параметров $CaSO_4 \cdot 2H_2O$, Cl и HCO_3. Показатели со средними значениями по глубине: *1* – $CaSO_4 \cdot 2H_2O$, *2* – Cl^-, *3* – HCO_3; *4* – возможно, ошибочные показатели; *5* – плотная зона вторично образованных солей.

к воде. На изучаемой территории повсеместно установлена в зависимости от текстуры, структуры, содержания и состава вторично образованных солей (аморфный кремнезем – SiO_2, гипс – $CaSO_4 \cdot 2H_2O$ и др.) плотная засоленная зона на глубине от 0,75-1,0 до 1,5 м. Образование зоны связано с капиллярным поднятием засоленных грунтовых вод, а из-за влияния аридного климата появляется плотная зона вторично образованных солей (см. рис. 7), отрицательно влияющая на мелиоративное состояние почвогрунтов орошаемых территорий. В нашем случае, по графику изменения расхода воды от времени супеси, будучи достаточно прочными в засоленном состоянии, в процессе выщелачивания в разной степени дополнительно гидратируются, разуплотняются и резко разупрочняются, переходя от первоначального состояния, улучшаются их мелиоративные показатели.

Заключение. Сравнивая степень засоленности грунтов Голодной степи по результатам водных вытяжек, установлено, что большинство образцов, главным образом загипсованных супесчано-суглинистых грунтов, различаются в 2-4 раза. Близкая между собой засоленность, по результатам водной вытяжки, выявлена в грунтах с малосодержащим тонко рассеянным гипсом. В основном характер засоленности хлоридно-сульфатный, сульфатно-хлоридный, редко, кальциево-натриевый. В связи с этим основные массивы засоленных почвогрунтов Голодной степи приурочены к региональным зонам повышения подземных вод, даже имеющим относительно малую минерализацию (2-5 г/л), а также к дельтовым участкам рек, каналов оросительных и дренажных систем и местным понижениям рельефа. Здесь и происходит образование солончаков. К наиболее типичным понижениям в степной и пустынных зонах, имеющих значительные площади солончаков, можно отнести Шурузякское и Арнасайское понижения в Голодной степи.

Орошение полей влияет на перенос солей в почвах. Оросительная вода является и мощным источником солей для почвы (из-за аридного климата испаряется около 80% воды, а соли остаются в грунтах) и, одновременно, «транспортером» их в глубокие грунтовые слои при регулярном и своевременном проведении поливов. От того, как ведется орошение, насколько оно восполняет природный дефицит влаги почвенного слоя, а не бесполезно, минуя поверхность поля, питает грунтовые воды потерями, зависит хозяйственное благополучие орошаемых земель и их экологическое состояние. Недостаточное орошение локальных участков всегда приводит к засолению их за счет притока со смежных, хорошо орошаемых территорий.

Таким образом, выявлены геоэкологические проблемы, обусловленные несоответствием землепользования орошаемых и вновь орошаемых земель, способствующие проявлению засоления и вторичного засоления территорий Голодной степи.

ЛИТЕРАТУРА

1. Почвенные ресурсы России / Под ред. *Г.В.Добровольского*. - М.: ГЕОС, 2010. - 121 с.

2. Засоленные почвы России. - М.: ИКЦ Академкнига, 2006. - 854 с.

3. *Ковда В.А.* Проблемы борьбы с опустыниванием и засолением орошаемых почв // Борьба с засолением земель. - М.: Колос, 1984. - 304 с.

4. *Камилов О.К.* Мелиорация засоленных почв Узбекистана. - Т.: Фан, 1985. - 232 с.

5. *Рабочев И.С.* Мелиорация засоленных почв среднего течение Амударьи. - Ашхабад: Туркмениздат, 1964. - 255 с.

6. *Мавлянов Г.А., Пулатов К.П., Касымов С.М., Иргашев Ю.И., Исаматов Ю.П.* Инженерно-геологические условия Каршинской степи. - Т.: Фан, 1974. - 278 с.

7. *Мавлянов Э.В.* Теоретические основы и методика регионального изучения территорий аридной зоны в связи с орошением: Автореф. дисс... докт. геол.-мин. наук. - Т., 1984. - 36 с.

8. Методика составления крупномасштабных почвенно-мелиоративной карты и карты мелиоративной оценки почвенного покрова солонцовой территории / Под ред. *Э.А.Корнблюма.* - М., 1985. - 95 с.

9. Методические рекомендации по использованию материалов аэрофотосъемки для оценки засоления почв и проведения солевых съемок орошаемых территорий хлопкосеющей зоны в крупных и средних масштабах. - М.: Почв. ин-т им. В.В.Докучаева, 1985. - 73 с.

10. *Панкова Е.И., Айдаров И.П., Ямнова И.А., Новикова А.Ф., Благоволин Н.С.* Природное и антропогенное засоление почв бассейна Аральского моря (география, генезис, эволюция). - М.: Почв. ин-т им. В.В.Докучаева, 1996. - 186 с.

11. *Ямнова И.А., Панкова Е.И.* Гипсовые новообразования и формирующие их элементарные почвообразовательные процессы // Почвоведение. - 2013. - № 12. - С. 1423-1436.

Статья представлена членом редколлегии докт. г.-м. наук Б.Д.Абдуллаевым.

© Т.Э.Мавлянов, М.А.Изтилеуов, 2024

Т.Э.Мавлянов, М.А.Изтилеуов

НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ СРЕДЫ ЮГО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ ОБСОХШЕГО ДНА АРАЛЬСКОГО МОРЯ



Мавлянов Тимур Эркинович – ведущий гидрогеолог ГУ «Узбекгидрогеология», канд. г.-м. наук. E-mail: m_timur2003@mail.ru



Изтилеуов Махсет Аманкелдиевич – ведущий гидрогеолог Приаральской ПГГЭ ГУ «Узбекгидрогеология».

Исчезновение Аральского моря на рубеже XX и XXI вв., четвертого по величине в мире озера, стало причиной экологической катастрофой для Приаралья. Негативные последствия, вызванные его высыханием, продолжают оказывать региональное влияние на окружающую среду и волновать прогрессивную общественность.

Причиной катастрофического снижения уровня Аральского моря и его обмеления стало уменьшение поверхностного стока рек Амударьи и Сырдарьи в связи с развитием интенсивного орошения. В начале XX в. общая площадь орошаемых земель республик Средней Азии составляла 3,0 млн. га, в 1960 г. – 5,0 млн. га, к концу XX столетия достигла 9,4 млн. га. Сырдарья и Амударья ранее впадали в Аральское море. Ныне, вследствие катастрофического снижения его уровня и распада моря на две части, Сырдарья с 1989 г. впадает в «Малое море», а воды Амударьи до Аральского моря доходят лишь в период наиболее сильных весенних паводков.

В 1961 г. при абс. отметке уровне моря +53,4 м, минерализации воды 9,9 г/л и объеме 1083 км^3 площадь поверхности водоема составляла 68,9 тыс. км^2.

В 2000-2014 гг. в восточной части Арала минерализация воды достигала 70-100 г/л. В 2014 г. практически завершилась двадцати тысячелетняя история существования Аральского моря, площадь обсохшей акватории составила 8,2 тыс. км^2.

На площади бывшего дна моря – 60,7 тыс. км^2, под воздействием процессов дефляции и засоления грунтов зоны аэрации, формируется самая молодая в мире песчано-солончаковая пустыня Аралкум. Все компоненты геологической среды находятся в стадии активного развития, что усугубляет экологическую обстановку в Приаралье.

Очень важным практическим шагом, направленным на смягчение последствий Аральской катастрофы, явилось создание Международного Фонда спасения Арала в соответствии с решением глав государств Центральной Азии, принятым 4 января 1993 г. в г. Ташкенте. Одно из направлений деятельности фонда – финансирование экологических и научно-практических программ и проектов, а также фундаментальных и прикладных исследований по восстановлению экологического равновесия в регионе, рациональному использованию природных ресурсов и охране окружающей среды. В последующие годы правительством Республики Узбекистан принято множество постановлений по ликвидации последствий высыхания Арала и предотвращению катастрофы экосистем в Приаралье (ПКМ РУз № 255 от 29.08.2015 г.). Ре-

ализовано множество программ по созданию малых водоемов в дельте р. Амударьи (распоряжение КМ РУз № 285-ф от 14.05.2013 г.); по осуществлению лесопосадок на осушенном дне Аральского моря (ПКМ РУз № 37 от 16.01.2019 г.); предотвращению опустынивания региона (№ ПП-4204 от 22.02.2018 г.; по созданию Международного инновационного центра Приаралья (№ ПП-3975 от 16.10.2018 г.).

В 1990-1995 гг. ГУ «Узбекгидрогеология» впервые выполнило комплексную эколого-гидрогеологическую и инженерно-геологическую съемку масштаба 1:200000 юго-восточной части обсохшего дна Аральского моря в пределах листов K-41-I и L-41-XXXI на площади 5335 км^2, уровень моря составлял +37,0 м, минерализация воды 35-40 г/л. В 1996-1999 гг. продолжены исследования в юго-западной части осушки в пределах листов K-40-V, K-40-VI и L-40-XXXV, XXXVI на площади 7750 км^2. К тому периоду площадь акватории моря сократилась вдвое [3].

С целью дальнейшего изучения ранее не исследованной территории обсохшего дна моря и сравнительного анализа произошедших изменений геологической среды за последние 30 лет, в 2015-2023 гг. были выполнены аналогичные геолого-разведочные работы в пределах листа L-41-XXXI.

Для уточнения геологического разреза мезо-кайнозойских отложений пробурены 17 скважин глубиной от 50 до 730 м, пройдены 20 шурфов глубиной 1,5-2,2 м и пять геофизических профилей ВЭЗ протяженностью 20-60 км. Выполнены опытные откачки в скважинах и наливы в шурфах, лабораторные анализы химического состава проб воды, а также годовой цикл режимных наблюдений. Получены новые данные о водоносных горизонтах, водно-физических свойствах пород, развитии экзогенных геологических процессов и экологической обстановке на обсохшем дне.

Процессы засоления грунтов зоны аэрации изучались на основе анализов водных вытяжек из грунтов, отобранных в копушах и шурфах. Для изучения динамики эолового преобразования рельефа оборудованы в 2016 г. геодинамические полигоны размером 10×10 м, где велись наблюдения за происходящими изменениями до 2023 г.

Рассмотрим некоторые результаты последних гидрогеологических и инженерно-геологических исследований, выполненных в 2015-2023 гг. на ранее не изученной северо-восточной части листа L-41-XXXI и дана оценка динамики формирования новой геологической среды на обсохшем дне Арала.

Гидрогеологические условия. Наиболее широко распространены на исследуемой территории *водоносные комплексы четвертичных новоаральских морских отложений* и верхнеплиоцен-эоплейстоценовых терригенных осадков (рис. 1). Водовмещающие породы представлены песками и песчаниками на глинистом цементе с прослоями алевритов и алевролитов (рис. 2). На составленной гидрогеологической карте гидроизогипсы отражают направление потока подземных вод первого от поверхности водоносного горизонта с юга и юго-востока на северо-запад под уклоном от 0,00125 до 0,0005. Подземные воды характеризуются высокой минерализацией – от 7,7 до 76 г/л (от соленых до слаборассольных). Общая жесткость изменяется от 49 до 200 мг.экв/л и более, концентрации водородного иона (pH) от 7,7 до 8,1. По химическому составу воды хлоридного и сульфатно-хлоридного класса натриевой группы, второго и третьего типов.

При опробовании скважин расходы составили 0,1-0,8 л/с при понижении уровня 2,7-7,6 м, коэффициент фильтрации глинистых песчаников изменяется от 0,1 до 5,3 м/сут.

Подстилаются неоген-четвертичные отложения водоупорной толщей верхнесенонско-палеогеновых отложений, сложенные морскими глинами и мергелями мощностью от 280 до 540 м.Уровни подземных вод за последние 30 лет снизились на 0,5-1,0 м и установились на глубине 1,5-2,5 м [3, 4].

Прогнозируемое снижение зеркала грунтовых вод на 0,1-0,2 м при падении уровня моря на 1,0 м, что наблюдалось ранее [5], не подтвердилось. Обсохшее дно последней регрессии (1995-2000 гг.) стало областью региональной разгрузки потока грунтовых вод. При установившемся уровне на глубине менее 0,5-1,0 м и затрудненном водообмене разгрузка происходит в основном за счет интенсивного внутригрунтового испарения рассольных вод.

Пьезометрические уровни *водоносного комплекса турон-нижнесенонских терригенных отложений* установились на абс. отметках +70-40 м, что на 0,5-15 м выше поверхности земли. Кровля описываемого комплекса

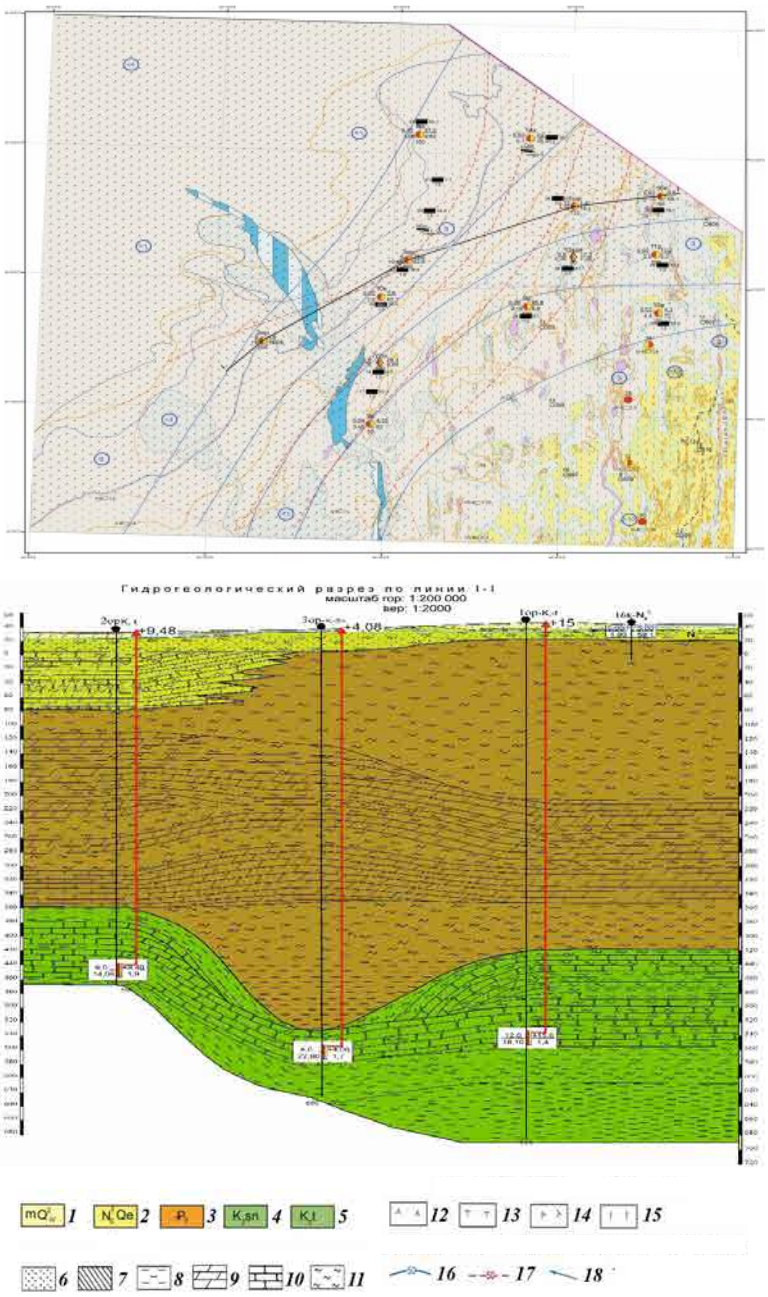


Рис. 1. Схематическая гидрогеологическая карта и разрез М. 1:200 000. Водоносный комплекс отложений: *1* – новоаральских морских, *2* – верхненеогеновых эоплейстоценовых терригенных, *3* – верхнеплейстоценовых, *4* – верхнемеловых сенонских, *5* – верхнемеловых туронских; литология: *6* – пески, *7* – суглинки, супеси, *8* – алевролиты, *9* – мергели, *10* – песчаники, *11* – глины; минерализация, г/л: *12* – 5-15, *13* – 15-30, *14* – 30-50, *15* – >50; питание, направление движения и дренирование подземных вод, цифры – абсолютные отметки, м: *16* – гидроизогипсы, *17* – гидроизопьезы; *18* – основное направление движения подземных вод.

залегает на глубинах 380-520 м, что соответствует отметкам минус 360-500 м абсолютной высоты.

Водовмещающие породы комплекса представлены мелкозернистыми песками, реже, песчаниками с прослоями глин и алевролитов.

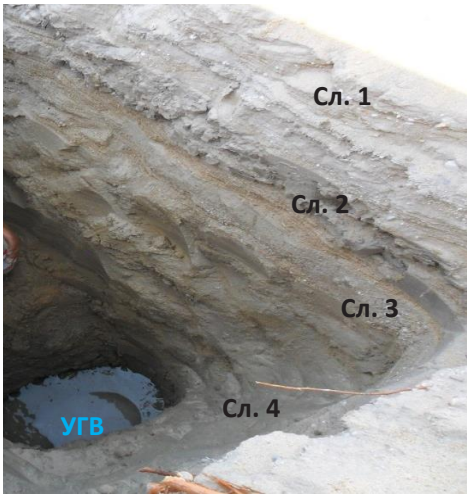


Рис. 2. Литологический разрез новоаральских морских отложений. Сл. 1 – пески с включением ракушки; сл. 2 – суглинки; сл. 3 – пески с ракушкой; сл. 4 – супеси с прослоями песка с ракушкой и суглинками. УГВ 1,7 м.

При опытных откачках и выпусках воды из скважины дебиты составили 4,0-12 л/с, при понижении уровня 14-22 м (рис. 3). Коэффициенты фильтрации составляют 4,8-20,3 м/сут, водопроводимость – 330-360 м^2/сут, коэффициент пьезопроводности – 4,3-4,58 × 10^5 м^2/сут.

Воды слабосолоноватые, минерализация их изменяется от 1,4 до 1,9 г/л, общая жесткость 2,6-6,5 мг-экв/л, что наблюдается впервые на обсохшем дне моря. По хи-

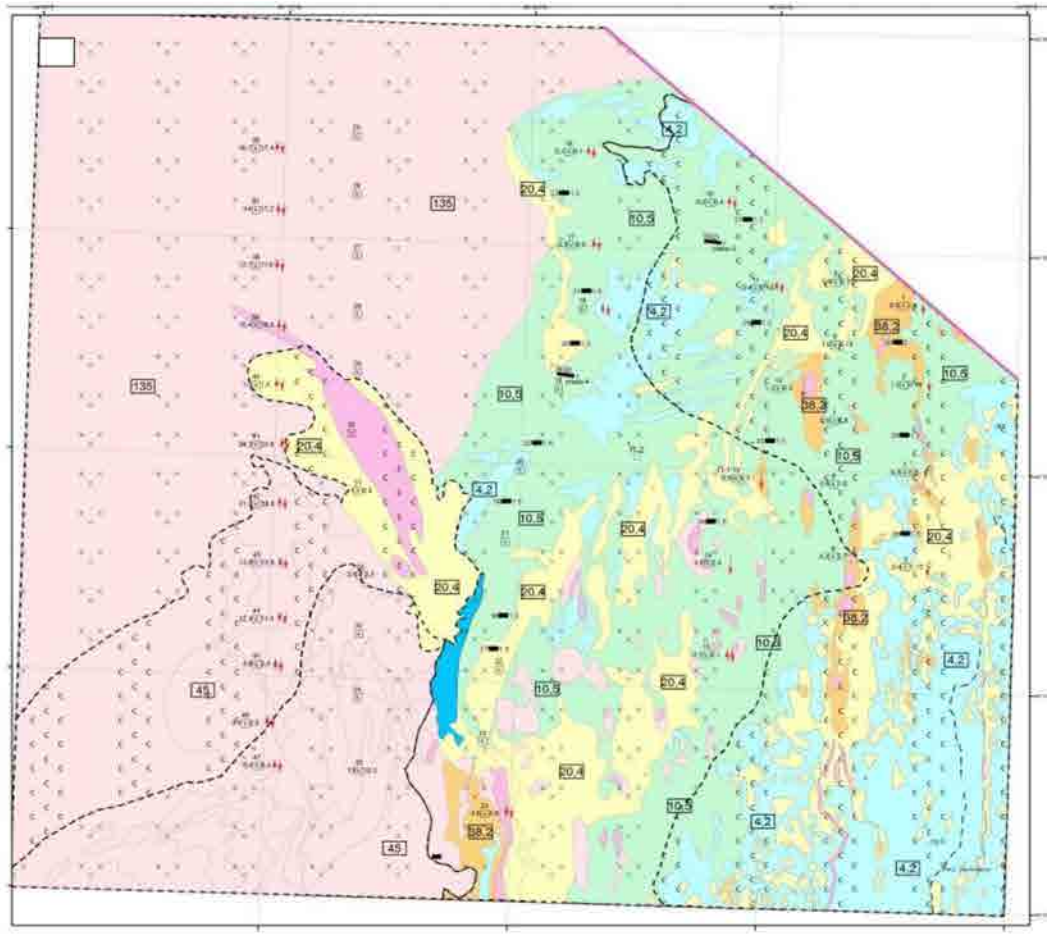


Рис. 3. Скважина 1ор. Расход скважины на самоизливе 12 л/с.

мическому составу воды сульфатно-хлоридного класса, натриево-магниевой и кальциевой группы, второго типа, температура подземных вод изменяется от 38 до 41°С.

Инженерно-геологические условия. Особенности формирования инженерно-геологических условий обусловлены широким распространением нелитофицированных грунтов (пески, супеси, суглинки, илы, соли), слагающих новоаральские озерно-морские отложения заливов, проливов и обсохшего дна, переживающие первые этапы диагенеза под воздействием экзогенных геологических процессов.

Наиболее широко распространены процессы ***засоления грунтов,*** способствующие формированию обширных солончаков, откуда выносятся ветром миллионы тонн солей в год на сопредельные территории. По результатам дешифрирования космоснимков и данных водных вытяжек грунтов, построена карта засоленности грунтов зоны аэрации (рис. 4). В пределах различных морфогенетических типов рельефа выделены площади, отличающиеся по степени и характеру засоления грунтов. Степень засоленности грунтов зависит от форм рельефа, литологического состава покровных отложений и глубины залегания высокомине-



Тип и степень засоление грунтов
(Средазгипроводхлопок, 1972 г.)

Степень засоления		Тип засоления SO_4/Cl	
		хлоридно-сульфатный (1,0-5,0)	сульфатный (>5,0)
		X X	C C
	Незасоленные	<0,2	<0,3
	Слабозасоленные	0,25-0,4	0,3-0,6
	Среднезасоленные	0,4-0,7	0,6-1,0
	Сильнозасоленные	0,7-1,2	1,0-2,0
	Солончаки	<1,2	>2,0

Подсчет запасов легкорастворимых солей в грунтах зоны аэрации

4,2 Запас солей на участках с однородной степенью засоления.

Цифры: т. на 1га;

Степень засоления	Ср. содержание сух. ост., % (с)	Площадь участка с однородной степенью засоления, тыс.	Запасы легко растворимых солей, P= c*m* δ *S	
			т/га	тыс. т.
Незасолённые	0,2	61	4,2	256
Слабозасолённые	0,5	118,8	10,5	1247
Слабозасолённые	0,8	77,5	20,4	1581
Сильнозасолённые	1,5	10,7	38,2	406
Солончаки	5	66	45	2970
	15	200	270,0	54000
Всего		534		60483

Рис. 4. Схематическая карта засоленности грунтов зоны аэрации с подсчетом запасов солей.

рализованных подземных вод. Низко- и высокобарханные массивы, а также навеянные и бугристые пески, как правило, не засоленные или слабо засоленные, где аккумуляция солей значительно замедлилась в связи с отрывом капиллярной каймы от дневной поверхности. Запасы солей в грунтах зоны аэрации на площади более 80 тыс. га составляют 0,7 млн. т.

В пределах меридионально вытянутых солончаковых понижений, где зеркало грунтовых вод по-прежнему залегает на глубине менее 1,0 м, процессы засоления продолжаются, грунты средне- и сильнозасоленные, занимают площадь 58 тыс. га, где запасы солей оценены в количестве 1,1 млн. т.

Обсохшее дно последней регрессии моря (1995-2023 гг.) представляет идеально ровную солончаковую поверхность, лишенную растительности, покрытую сухо-влажной тенардит-мирабилит-галитовой коркой соли с валиками вспучивания. Запасы солей на площади 250 тыс. га составили 56 млн. т (рис. 5). Глубина



Рис. 5. Сухо-влажно-корковые тенардит-мирабилит-галитовые солончаки.

залегания рассольных подземных вод не более 0,5-1,0 м.

Содержание легкорастворимых солей достигает 17,2-39,8% сухого остатка, распределены равномерно по разрезу, чего ранее не наблюдалось.

В пределах бывших островов Акпеткинского архипелага площадью 65 тыс. га мало что изменилось. Пески на абс. отметках +54-60 м не засоленные, с запасами солей 0,4 млн. т. В пределах бывших заливов и проливов дно наиболее глубоких западин, составляющих менее 10%, занято сохранившимися рапными озерами с пластами галита и мирабилита. Борта сложены средне-сильнозасоленными песками и илами, покрыты пушонкой тенардита и коркой гипса, запасы которых 1,4 млн. т. Ровное дно заливов и проливов на площади 40 тыс. га сложено слабозасоленными песками, запасы солей – 0,9 млн. т.

Всего запасы солей на обсохшем дне Аральского моря в пределах листа L-41-XXXI на площади 534 тыс. га составили 60,5 млн. т.

Интенсивность ***эоловых процессов*** на обсохшем дне моря в последние 2-3 десятилетия несколько изменилась и развивается с различной степенью активности в зависимости от следующих факторов: периода отступления моря, литологического строения покровных отложений, степени проективного покрытия растений, глубины залегания уровня грунтовых вод.

На бывшем дне Аральского моря, обсохшем до 1995 г., наблюдаются все стадии эолового преобразования рельефа, от нулевой до высокобарханной [6]. Меридионально вытянутые солончаковые понижения, представляющие бывшие палеорусла многочисленных протоков Тагызаркан, сложенные илами, супесью и увлажненными песками, не затронуты дефляцией, относятся к нулевой стадии эолового преобразования. Слегка приподнятые поверхности, разделяющие солончаковые понижения, покрытые кавернами и язвами выдувания, находятся на начальной стадии преобразования. Рядом формируются бугристые пески высотой 0,3-0,5 м, наиболее широко распространенные, приурочены к переходной стадии эолового преобразования (рис. 6).

Сформировавшиеся низко- и высокобарханные массивы высотой 1,5-3,5 м и выше, соединяются в длинные цепи, постепенно зарастают



Рис. 6. Равнина, осложненная навеянными бугристыми песками.

травянистой и кустарниковой растительностью, теряют при этом подвижность.

Со времени завершения работ Аральской Эколого-гидрогеологической и инженерно-геологической партией (1995 г.) проективное покрытие растительности увеличилось в 2-3 раза, что значительно снизило интенсивность процессов дефляции (рис. 7).

Ранее сделанные прогнозы перехода одной стадии эолового преобразования рельефа в другую через каждые 5-7 лет не оправдались. Следуя им, за прошедшие 25-30 лет на обсохшем дне должны были преобладать высокобарханные массивы, однако они составляют менее 10% (рис. 8). Причина, по всей видимости, в следующем. Основным материалом для образования и роста барханов являлись не закрепленные пески, слагавшие голое обсохшее дно моря, вышедшее из-под воды 3-5 лет назад, и межбарханные ячеи [2]. Затем образовывались каверны и язвы выдувания. Рядом переносимый ветром песок постепенно аккумулировался в бугорки и косички навевания, которые затем постепенно перерастали в барханы различной высоты, постоянно менявшие формы. Так на месте обсохшего морского дна формировался дефляционно-аккумулятивный рельеф.



Рис. 7. Низкобарханные массивы высотой до 1,5 м.



Рис. 8. Средне- и высокобарханные массивы высотой до 3,0 м.

До 1995 г. проективное покрытие обсохшего дна открытого моря не превышало 5-20%, пески были не закрепленными. За последние 25 лет на этой территории проективное покрытие растений увеличилось до 30-50%, корневая система закрепила пески, что привело к замедлению процессов эолового преобразования рельефа.

Меридионально-вытянутые солончаковые понижения до сих пор продолжают оставаться областью локальной разгрузки грунтовых вод, где уровни до воды менее 0,5-1,0 м. Слагающие их грунты влажно-мокрые, практически не подвержены дефляции и находятся на нулевой стадии эолового преобразования. Питание грунтовых вод, по-видимому, поддерживается за счет увеличившегося в 3-5 раза стока коллекторно-дренажных вод из построенного в 2014 г. Главного Южно-Каракалпакского (Правобережного) коллектора (ГЮКК) длиной 193 км. По данным БВО «Амударья», по многочисленным протокам Тагызаркан в сторону бывшего дна моря из ГЮКК в 2021 г. коллекторно-дренажный сток составил 467,35 млн. м^3, а в 2022 г. – 503,5 млн. м^3 [1].

Следуя ранее выявленным закономерностям, на территории обсохшего дна последней регрессии моря на площади около 2000 км^2 за истекшие 10-25 лет все стадии эолового преобразования должны были находиться в активной фазе. Однако после отступления моря обнажившееся дно представляет абсолютно ровную солончаковую поверхность, покрытую сверху тенардит-мирабилит-галитовой коркой с валиками вспучивания, находящуюся на нулевой стадии эолового преобразования.

Уровни грунтовых вод с минерализацией 75-140 г/л залегают на глубине менее 0,5-1,0 м. Морские отложения представлены сильно засоленными (до 21-37% сухого остатка) водонасыщенными илами и песками с сероводородным запахом.

За счет интенсивного внутригрунтового испарения рассолов породы постоянно насыща-

ются солями, образуют галит-мирабилитовую корку на поверхности, которая обезвоживается, превращается в тенардитовую пушонку и легко уносится ветром.

Геоэкологические условия. Аральская экологическая катастрофа возникла как следствие хозяйственной деятельности человека в результате разбора воды на орошение и резкого сокращения поверхностного стока рек Амударьи и Сырдарьи, что привело к высыханию моря. Таким образом, техногенное исчезновение моря вызвало развитие экзогенных геологических процессов на обсохшем дне, которые развиваются по естественному сценарию. За истекший весьма короткий срок в геохронологическом отношении (30 лет) произошли значительные изменения геологической среды под воздействием природно-техногенных факторов.

На основе синтеза результатов гидрогеологических и инженерно-геологических исследований составлена эколого-геологическая карта масштаба 1:200 000 (рис. 9, 10). По степени экологической благоприятности (высокая, средняя, низкая и очень низкая) основных компонентов геологической среды (подземные воды, грунты, экзогенные геологические процессы, проективное покрытие растительности, степень антропогенного изменения ландшафта) выделены 7 комплексов. Интегральная оценка эколого-геологической обстановки дана по 4-балльной шкале: удовлетворительная, напряженная, предкризисная и кризисная.

Территория осушки 1977-1995 гг. ранее оценивалась как кризисная и предкризисная. В настоящее время, ввиду снижения уровня грунтовых вод на 0,5-1,0 м, уменьшения степени засоленности грунтов зоны аэрации, увеличения проективного покрытия растительности в 2-3 раза и замедления процессов эолового преобразования рельефа, экологическая обстановка улучшилась и оценивается как напряженная.

Северо-западная часть листа L-41-XXXI до 1995 г. была занята морем. Экологическая обстановка остаточного водоема оценивалась как кризисная, ввиду постоянного отступления береговой линии и увеличения минерализации воды (40 г/л), что вело к гибели морской флоры и фауны. После исчезновения моря площадь обсохшего дна превратилась в солончаковую равнину, которая так же оценивается как кризисная. В результате испарения высокоминерализованной (свыше 70-100 г/л) остаточной морской воды и выпадения в осадок сульфатно-хлоридных солей на обсохшем дне образовалась мирабилит-тенардит-галитовая корка с валиками вспучивания. Современное накопление солей в породах зоны аэрации и на поверхности происходит в результате внутригрунтового испарения рассольных грунтовых вод. Обезвоженная тенардитовая корка, разрушаясь, легко уносится ветром, представляя региональную экологическую угрозу для Приаралья.

Экологическая обстановка в пределах Акпеткинского архипелага за последние 30 лет практически не изменилась. Продолжается процесс зарастания островов и дна бывших заливов и проливов. Наиболее глубокие западины заняты периодически пересыхающими рапными озерами, сверху бронированными пластами мирабилита и галита. Борта западин шириной 30-50 м, сложены песком с прослоями ила, супеси и суглинка, сверху перекрыты тонкой коркой тенардита и гипса, которые легко разрушаются и уносятся ветром. Данная территория оценивается как удовлетворительная (бывшие острова) и напряженная (бывшие заливы и проливы).

ВЫВОДЫ

1. Геологическая среда обсохшего дна Аральского моря продолжает оставаться динамически активной, все гидрогеологические и инженерно-геологические параметры находятся в стадии формирования.

2. Впервые на обсохшем дне моря вскрыт водоносный горизонт, имеющий высокую водообильность (9,0-12 л/с) и хорошее качество: минерализация – 1,4-1,9 г/л, общая жесткость – 2,9-4,5 мг-экв/л; приурочен к сенонтуронским отложениям. Уровни воды установились на 0,5-15 м выше поверхности земли и являются термальными (t = 38-41°C). Целесообразно продолжить изучение условий формирования подземных вод в целях обеспечения питьевого водоснабжения, развивающегося экологического, этнографического и паломнического туризма, организации природных парков и орошения лесопосадок, технических нужд, а также как возможного источника гидротермальной энергии.

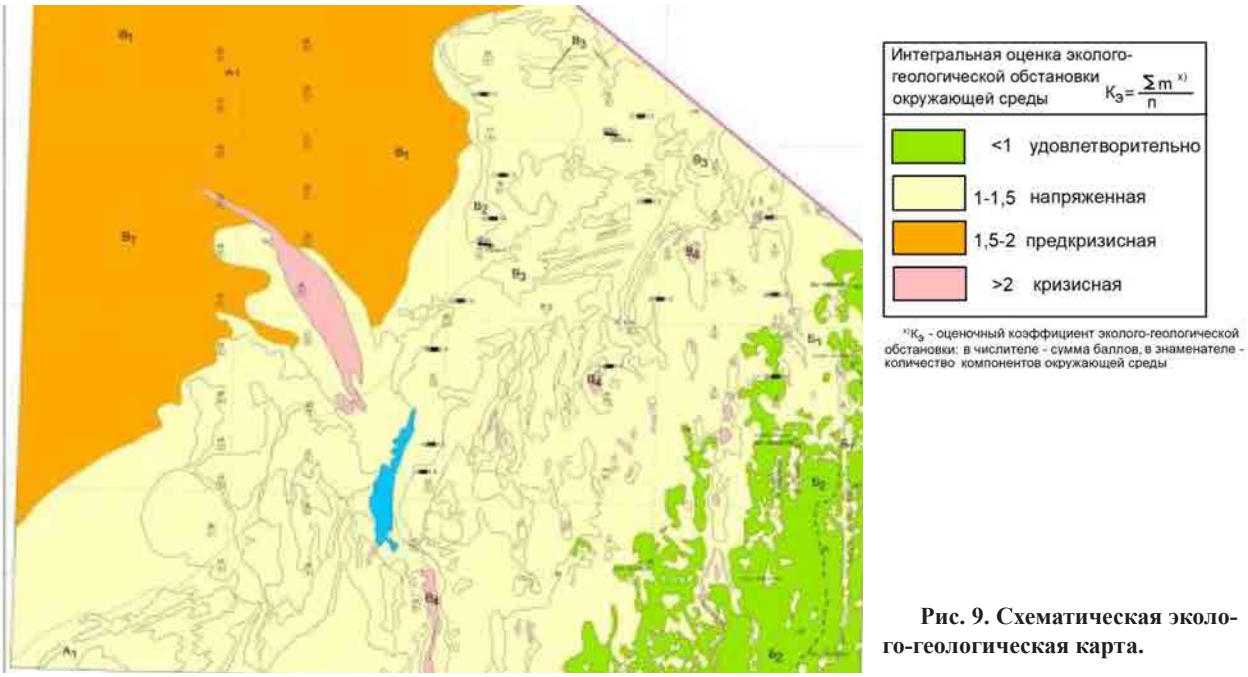


Рис. 9. Схематическая эколого-геологическая карта.

Природные комплексы-ландшафты		Природно-техногенные комплексы						Оценка экологической обстановки			Экологический комплекс
		подземные воды		грунты,-засоление, сух. остат. %	ЭГП, пораженность, %	растительность,проективное покрытие,%	степень антропогенного изменения ландшафта, %	Σ_m	n	K	
вид	ландшафты	глубина, м	минерализация, г/л								
Субаквальная (подводная) аллювиально-дельтовая равнина Аральского комплекса	A_1 Равнина, осложнённая сухими руслами и периодически обводнёнными стоком р. Кокдарьи и коллекторов	1,5-3,0 / 2	15-30 / 2	5-40 / 3	0,3-0,6 / 2	30-50 / 1	Высокая / 2	12	6	2	Предкризисная A_1
Приподнятая денудационная верхнеплиоцен-эоплейстоценовая песчаная равнина	$Б_1$ Глубоко расчленённый эоловый рельеф бывших заливов и фильтрационных озёр Постаральского комплекса	10-15 / 1	>50 / 2	0,5-1,5 / 1	0,1-0,3 / 1	>50 / 0	Высокая / 2	8	6	1,3	Напряжённая $Б_1$
	$Б_2$ Глубоко расчленённый грядово-ячеистый эоловый рельеф высотой 10 м и выше эоплейстоценового комплекса	1,0-3,0 / 1	1,5-15 / 1	0,1-1,1 / 1	0,1-0,3 / 1	30-50 / 1	Изменения отсутствуют / 0	5	6	0,8	Удовлетворительная $Б_2$
Современная морская равнина современного Постаральского комплекса	B_1 Плоское, влажное дно осушки 2000-2021гг, сложенное песками и супесями, покрытое тонкой соляной тенардитовой коркой, лишённое растительности или покрыто редкой солянкой	0,5-1,0 / 3	15-50 / 2	10-24 / 3	<0,1 / 0	<10 / 3	Незначительная / 1	11	6	1,8	Предкризисная B_1
	B_2 Плоская слабонаклонная равнина, сложенная песками, супесью и суглинками, покрытая редкими кустарниками (тамариск, кандым, саксаул, солянка)	1,5-3,0 / 2	15-50 / 2	0,6-1,1 / 1	0,1-0,6 / 1	10-30 / 2	Высокая / 2	9	6	1,5	Напряжённая B_2
	B_3 Субгоризонтальная морская равнина, осложнённая подвижными барханными массивами высотой 1-3 м и выше частично закреплённые тамариском, кандымом, саксаулом и селеном	2,0-5,0 / 1	1,5-15 / 1	0,1-0,5 / 1	>0,6 / 2	30-50 / 1	Очень высокая / 3	10	6	1,7	Напряжённая B_3
	B_4 Плоская, влажная солончаковая равнина дна осушки 1991-2016 гг., сложенная песками и супесями, лишённая растительности или покрыта редкой солянкой	1,5-3,0 / 2	15-50 / 2	2-5 / 3	>0,6 / 2	10-30 / 2	Очень высокая / 3	14	6	2,3	Кризисная B_4

Примечание. Цифры: в числителе – абсолютные значения, знаменателе – баллы.

Рис. 10. Экспликация к эколого-геологической карте.

3. За последние 30 лет на дне моря, обсохшем до 1995 г., произошло снижение уровня грунтовых вод на 0,5-1,0 м. Уровни установились на глубине 1,5-2,5 м. Осадочные аллювиально-морские отложения переживают начальные стадии диагенеза, грунты слабозасоленные или незасоленные. Проективное покрытие растений увеличилось в 2-3 раз, что замедлило эоловое преобразование рельефа.

4. В меридионально вытянутых понижениях обсохшего дна моря до 1995 г. процессы засоления продолжаются, грунты солончаковые, сверху покрыты кавернозной коркой соли. Уровни грунтовых вод менее 1,0 м, растительность отсутствует.

5. На обсохшем дне последней регрессии моря процесс засоления грунтов развивается наиболее интенсивно. Региональная разгрузка близко залегающих к дневной поверхности рассольных подземных вод будет еще долго способствовать формированию солончаковой пустыни и ветровому выносу десятков миллионов тонн солей на освоенные территории Приаралья.

6. Несмотря на замедление процессов эолового преобразования рельефа и неподтвержденность некоторых ранее сделанных прогнозов, все компоненты геологической среды находятся в активной фазе, продолжая негативно влиять на окружающую среду.

7. Экологическая обстановка на большей части территории более ранней осушки улучшилась и оценивается как напряженная и удовлетворительная, на обсохшем дне последней регрессии – как кризисная.

Итак, проведенные в последние годы комплексные гидрогеологические и инженерно-геологические исследования позволили получить новые данные об изменениях геологической среды на обсохшем дне Аральского моря. Несмотря на некоторые улучшения экологической обстановки на части территории, проблема Арала по-прежнему остается одной из самых масштабных экологических катастроф современности. Для предотвращения дальнейшей деградации региона необходимы безотлагательные и решительные действия мирового сообщества по комплексному изучению последствий исчезновения водоема и восстановлению экологического баланса в бассейне Аральского моря. Только общими усилиями государств Центральной Азии при поддержке международных организаций возможно смягчить последствия Аральской катастрофы и дать Приаралью шанс на улучшение экологической обстановки.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ежегодник «Вода в Центральной Азии и мире» 2022. Раздел 2. Водохозяйственная обстановка в бассейнах рек Амударья и Сырдарья // CAWATER info. OSCE. - Т., 2023.

2. *Мавлянов Т.Э., Пинхасов Б.И., Отеев Р., Курбаниязов А.К.* Очаги солепылевыноса на обсохшем дне Аральского моря // Проблемы освоения пустынь. - 1998. - № 3-4. - С. 119-122.

3. *Мавлянов Т.Э., Соколов В.Н., Пинхасов Б.И.* Гидрогеологические условия южной части обсохшего дна Аральского моря // Мат-лы Междунар. геол. конгресса «Геология регионов Каспийского и Аральского морей». - Алматы, 2004. - С. 404-405.

4. *Пинхасов Б.И., Мавлянов Т.Э., Красников В.В.* Тенденции формирования новой геологической среды обсохшего дна Аральского моря. - Т.: ИМР, 1996.

5. *Пинхасов Б.И., Мавлянов Т.Э.* Эоловые процессы и тенденция развития очагов солепылевыноса на обсохшем дне Аральского моря // Мат-лы Междунар. геол. конгресса «Геология регионов Каспийского и Аральского морей». - Алматы, 2004. - С. 206-212.

6. *Пинхасов Б.И., Мавлянов Т.Э.* Современные геологические процессы на обсохшем дне Аральского моря // Проблемы освоения пустынь. - 1997. - № 1. - С. 57-63.

Статья представлена членом редколлегии докт. г.-м. наук А.А.Мавлоновым.

© А.М.Мусаев, 2024

А.М.Мусаев

ДИНАМИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ВНЕДРЕНИЯ ГРАНИТОИДНЫХ ИНТРУЗИВОВ ЗАПАДНОГО УЗБЕКИСТАНА



Мусаев Алишер Мусаевич –
старший научный сотрудник ГУ «Институт геологии и геофизики им. Х.М.Абдуллаева», канд. г.-м. наук.

Все крупные гранитоидные интрузивы в Западном Узбекистане приурочены к ядрам антиклинальных складок высшего порядка. Это подтверждает синхронное развитие тектономагматических процессов. Сопряженность складкообразования с внедрением значительных объемов магматических масс осуществляется в результате создания в ядрах антиклиналей условий декомпрессии (снятия давления). Складкообразование обязано своим происхождением процессу коллизии (скучивания, сталкивания) литосферных плит, начавшемуся в Западном Узбекистане, в основном, в верхнекарбоновое время и продолжавшемся до конца перми. Этот период соответствует закрытию Туркестанского палеоокеанического бассейна, контуры береговой линии которого в целом определили простирание складчатых сооружений Западного Узбекистана. Процессы декомпрессии, возникшие в ядерных частях формирующихся складок, вызвали подъем уровня магмообразования в результате перегрева и ретроградного кипения магмы. Фреатическое расширение объема расплава увеличивало объем магматической камеры и создало восходящие тектонические напряжения, служившие дополнительным источником энергии складкообразования. Сводовые поднятия покрывающих толщ над интрузивами усиливали тангенциальные силы на крыльях складок. Эти силы перемещали блоки земной коры, ограниченные разрывными нарушениями как по вертикали, так и по горизонтали. Таким образом, возникло сложное блоковое строение складчатых сооружений всего Южного Тянь-Шаня. Эти сооружения приобрели субсогласные (конкордатные) простирания с осями формировавшихся складок с юго-востока на северо-запад с отклонением от субширотного направления на 30-40°. Приуроченность внедрившихся магматических масс к ядрам положительных складок предопределила их удлиненную конкордатную со складками форму внедрения. Только в отдельных местах перемещение блоков земной коры под воздействием тангенциальных сил нарушило их конкордантность. Постепенное расширение объема магматической камеры происходило за счет магматического замещения и ассимиляции магмой вмещающих пород. При этом выделившиеся из магмы перегретые газово-жидкие пневматолиты (эманации) стимулировали приконтактовый динамотермальный метаморфизм вмещающих пород, вызывая ороговикование песчано-сланцевых, мраморизацию и скарнирование карбонатных пород. В случае перемежавшихся составов их образовались различные комбинации отмеченных метаморфических преобразований. Динамическое воздействие выделившихся пневматолитов на окружающую среду инициировали явления трещинообразования и формирования флюидопроводящих структур вдоль ослабленных зон дробления. Они же активизировали ранее существовавшие разломы. При установившемся режиме оттока магматических флюидов в ослабленные зоны возникали градиенты их распределения на разных участках интрудированного магматического тела. В апикальных частях интрузивов за счет экранирующей роли сводов антиклинальных складок покрывающих толщ содержание флюидов в магме возрас-

тало, а в нижних уровнях контакта интрузива, соприкасающихся с основаниями кровли складок, их содержание падало. Это привело к различным условиям кристаллизации магмы в указанных частях магматической камеры. В нижних уровнях краевых частей интрузивных тел отток флюидов в более верхние горизонты способствовал более ранней и быстрой кристаллизации магмы. Продолжающийся процесс декомпрессии, связанный с воздыманием сводов антиклиналей, привел к движению полузакристаллизовавшейся магмы в сторону апикальных частей интрузива. Это отразилось в ориентировке породообразующих минералов. Фенокристы полевых шпатов, лейсты темноцветных минералов, ориентируясь длинной осью параллельно к контактовой поверхности, указывали направление движения магмы [1, 3].

В таких краевых частях интрузивов на современном эрозионном срезе четче проявились рвущие резкие контакты по сравнению с апикальными частями, где секущий характер контактов менее выражен в связи с развитием процессов магматического замещения, в результате которых образовались почти постепенные переходы интрузивных пород в окружающие осадочно-метаморфогенные породы. Например, при водораздельной части Каратюбинских гор, восточнее перевала Сангтуда гранодиориты, контактируя с песчано-сланцевыми отложениями верхнего силура, подвергали их фельдшпатизации и окварцеванию так, что контактовую поверхность между ними установить затруднительно. Такие контакты широко распространены и характерны для большинства крупных гранитоидных интрузивов Западного Узбекистана. Подобные нерезкие, размытые контакты гранитоидов с вмещающими породами, главным образом, возникали в случае, если составы вмещающих толщ не слишком резко отличались от состава гранитоидов. Такими породами в Западном Узбекистане оказались песчано-сланцевые отложения нижнего палеозоя и более древних возрастов. Выше была упомянута согласная ориентировка складок, удлиненная форма внедрения гранитоидных интрузивов, поэтому в обоих концах по удлинению, при наличии на контакте с интрузивами песчано-сланцевых отложений, формировались постепенные контакты их с интрузивными породами. В действительности такие участки контактов характерны для западных частей Каратюбинского, Лолабулакского, Сарыкульского, Зирабулакского, Кетменчинского, Тозбулакского интрузивов в гряде гор западной оконечности Зарафшанского хребта; в восточной части Актауского интрузива в Южном Нуратау и в западных частях Койташского, Кошрабадского, в восточных и западных частях Устукского и Темиркабукского гранитоидных интрузивов в Северном Нуратау. Для отмеченных участков интрузивных тел, исследованных нами, характерна высокая степень контактового воздействия интрузива на окружающие породы и интенсивная постмагматическая проработка с образованием апогранитов, а также пространственная связь с наиболее молодыми и кислыми гранитоидами, внедрившимися в виде малых интрузий и даек. Эти образования рассматривались продуктами последних фаз интрузии верхнекарбон-нижнепермского интрузивного комплекса гранитоидов и описывались как лейкократовые граниты и аляскиты И.М.Исамухамедовым [2] и И.Х.Хамрабаевым [3]. Они относились Э.П.Изохом и З.А.Юдалевичем [4] и З.А.Юдалевичем [5] к гатчинскому комплексу ультракислых гранитоидов пермского возраста.

Исходя из изложенных представлений, насыщенность последних фаз интрузий гранитоидов Западного Узбекистана жильными дериватами (аплитами и пегматитами) можно считать следствием не только эволюции состава магмы во времени, а также и внутрикамерного массопереноса. Установление соотношений этих взаимосвязанных процессов имеет принципиальное значение при формационном расчленении гранитоидов. Однако, оно до сих пор остается без достаточного внимания при построении различных схем магматизма Западного Узбекистана. Определение термина «фаза интрузии» и вкладываемого в него смысла имеет непосредственное отношение к рудоносности отдельных порций магмы, поэтому игнорирование динамики их перераспределения в интрузивном теле может привести к неверным результатам. В связи с этим продукты отдельных фаз интрузии должны быть охарактеризованы жесткими критериями.

Впервые попытку выработки таких критериев предпринял И.М.Исамухамедов [2], выделивший 5 принципов – **наличие**:

1) четких, рвущих, резких контактов;

2) зон закалки на контактах внедрившегося тела;

3) ксенолитов пород, закристаллизовавшихся ранее;

4) отличий в минералогическом и химическом составах и структурно-текстурных особенностях в породах сравниваемых фаз;

5) собственной жильной фации, отличающейся от таковой предыдущей фазы интрузии.

Позже эти принципы были дополнены Х.М.Абдуллаевым, А.Б.Баталовым и И.Х.Хам-

рабаевым (1963), указавшим на наличие отличительных черт в геохимической и металлогенической специализации между породами различных фаз интрузии. Отмеченные 5 принципов взяты из неопубликованного конспекта лекций профессора САГУ И.М.Исамухамедова.

Ранее критерии выделения фаз интрузии были выдвинуты профессором МГУ В.С.Коптевым-Дворниковым, вводившим понятия «субфаза» и «малые интрузии» на примере изучения гранитоидных интрузий Центрального Казахстана (1952).

В 1975 г. была издана монография «Формационный анализ гранитоидов Западного Узбекистана», написанная под руководством и с участием Э.П.Изоха. Эта работа подъитоживала фактические материалы геологического картирования магматических формаций, проведенных особенно интенсивно в 60-х годах прошлого века. По существу работа оказалась сводкой геологических, петрологических, геохимических и петрофизических данных, накопленных к началу 70-х годов. Книга предназначалась для создания теоретической основы для металлогенических построений и прогноза золоторудных и редкометалльных месторождений в Западном Узбекистане. Однако работа не достигла цели. Большинство прогнозов не оправдались. Главный критерий прогноза – связь золоторудных месторождений с гранитоидами натриевой серии в то же время не был достаточно обоснован, так как были известны гранитоиды калиевой серии, с которыми также ассоциировались месторождения золота, например, в Чаткало-Кураминском регионе Восточного Узбекистана. В настоящее время книга, оставаясь источником огромного количества фактических материалов, не может служить руководством для усовершенствования схемы развития магматизма в Западном Узбекистане. Это следует из того, что один из главных авторов работы З.А.Юдалевич неоднократно менял свои взгляды относительно возраста и формационной принадлежности щелочных пород выделенного им Кошрабадского комплекса.

Нам кажется, что главными недостатками работы, установленными за прошедшие годы, являются: недостаточная обоснованность и субъективность предложенной периодизации магматических процессов, расплывчатое определение понятия «интрузивная фаза», игнорирование динамики массопереноса в интрузивном теле, недоучет роли постмагматических изменений, приводящих к существенным, а иногда, коренным изменениям облика и состава пород, выделение фаз интрузии только на основании структурных особенностей и т. д. Всё это привело к появлению неимоверного количества фаз интрузии в выделенных ими комплексах. Например, крупнозернистые красноцветные микроклинизированные граниты, развитые в южной части Тозбулакского интрузива, связанные постепенными переходами с сероцветными гранитами центральной части интрузива, отнесены к разным комплексам, имеющим большой разрыв во времени их образования. Двуслюдяные и турмалинизированные граниты рассматривались как продукты разных фаз интрузии, что предполагает кристаллизацию их из магматического расплава. Как известно, такие породы являются исключительно продуктами автометаморфизма гранитоидов.

Возвращаясь к проблеме периодизации магматических процессов в Западном Узбекистане, следует отметить отсутствие в настоящее время всесторонне обоснованной схемы возрастного расчленения магматических комплексов. Большинство современных геологов, занятых доизучением геологического строения Западного Узбекистана, по инерции все еще пользуются отмеченной выше схемой магматизма, допуская указанные выше недостатки.

Цель настоящего сообщения – обратить внимание будущих исследователей на необходимость при разработке схемы развития магматизма отдельных регионов – учета динамики внедрения интрузивных тел, использования жестких и обоснованных критериев в выделении продуктов отдельных фаз интрузии и характера постмагматических изменений, которые должны способствовать разработке обоснованных и реальных схем магматизма.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Исамухамедов И.М., Расулев Ш.Р.* О происхождении порфировидной структуры интрузивных пород Каратюбе // Зап. Узб. отд. ВМО. - 1955. - № 8. - С. 55-58.

2. *Исамухамедов И.М.* Петрология Нуратинского батолита. - Т.: Изд-во АН УзССР, 1955. - 472 с.

3. *Хамрабаев И.Х.* Магматизм и постмагматические процессы в Западном Узбекистане. - Т.: Изд-во АН УзССР, 1958. - 471 с.

4. *Изох Э.П., Юдалевич З.А. и др.* Формационный анализ гранитоидов Западного Узбекистана. - Новосибирск: Изд-во СО АН СССР, 1975. - 371 с.

5. Геология и полезные ископаемые Узбекистана / Под ред. *Т.Н.Далимова*. - Т.: Университет, 2001. - С. 192-341.

Холиков А.Б. ЎЗБЕКИСТОНДА КРИТИК ХОМАШЁЛАР МАНБАЛАРИ ВА БОЗОРЛАРИНИ ҚАНДАЙ ДИВЕРСИФИКАЦИЯ ҚИЛИШ

Геологиянинг амалий ва айниқса фундаментал фанига мамлакатнинг иқтисодий фаолиятини янада мустаҳкамлашга ёрдам берадиган ғоялар, инновациялар ва саноат масалаларини ҳал қилиш ечимларини башорат қилиш ва қидириб топиш учун асосий ўзак сифатида қаралади. Фаннинг асосий вазифаларидан бири ижтимоий, иқтисодий ва экологик барқарорлик ўртасидаги муносабатларни ҳал қилиш йўлларини топишдир. Қидирув ишларини молиялаштиришнинг асосий қисми (200 миллион доллардан ортиқ) иқтисодий секторнинг мавжуд имкониятларини мустаҳкамлаш ва кенгайтиришга қаратилган. Бироқ, бу ҳозирги вақтда минерал-хом ашё базасининг иқтисодий барқарорлиги ва хавфсизлигини сақлайди. Соҳа олимлари ва геологларининг вазифаларидан бири стратегик ва муҳим критик хомашё конларини топишдир. Биз келажакда хомашёга бўлган талабнинг глобал тенденциясини таҳлил қилишимиз ва республика учун муҳим критик минерал хомашёларни аниқлашимиз керак. Ушбу кўрсаткичлар мақолада кўриб чиқилган ва ёритилган.

Холиков А.Б. КАК ДИВЕРСИФИЦИРОВАТЬ ИСТОЧНИКИ И РЫНКИ КРИТИЧЕСКОГО СЫРЬЯ В УЗБЕКИСТАНЕ

Прикладная и, особенно, фундаментальная геологическая наука рассматривается как основа создания условий для прогнозирования и поиска идей, инноваций и механизмов решений вопросов отрасли, способствующих дальнейшему усилению экономической активности страны. Одна из основных задач науки – это найти пути решения взаимосвязи социальной, экономической и экологической устойчивости. Основная часть финансирования ГРР (более 200 млн. $) ориентирована на укрепление и расширение существующих мощностей отрасли экономики. Это сохраняет экономическую стабильность и безопасность минерально-сырьевой базы в настоящее время. Одна из задач ученых и геологов отрасли – найти месторождения стратегического и критического сырья. Проанализирована мировая тенденция востребованности на виды сырья в будущем.

Kholikov A.B. HOW TO DIVERSIFY SOURCES AND MARKETS OF CRITICAL RAW MATERIALS IN UZBEKISTAN

The applied and especially abstract geological science is considered as the basis for creating conditions for prediction and searching for ideas, innovations and mechanisms for solving industry issues that contribute to further strengthening the economic activity of the country. One of the main tasks of science is to find ways to solve the relationship between social, economic and environmental sustainability. The main part of the geological exploration work financing (more than 200 million US dollars) is aimed at strengthening and expanding the existing capacities of the economic sector. However, this preserves the economic stability and safety of the mineral resource base at the present time. One of the tasks of industry scientists and geologists is to find deposits of strategic and critical raw materials. We need to analyze the global trend of demand for raw materials in the future and determine the critical raw materials for the republic. These parameters are considered and highlighted in the article.

Турамуратов И.Б. КРИТИК ХОМАШЁ МАТЕРИАЛЛАРИ – АСОСИЙ ТУШУНЧАЛАР, УЛАРНИНГ МАМЛАКАТ ИҚТИСОДИЁТИ УЧУН АҲАМИЯТИ ВА КЕЛАЖАКДАГИ УМИДЛАР

Мақола «тоза» энергияга ўтиш, кам углеродли (углеродсиз) қайта тикланадиган энергия манбаларига асосланган декарбонизацияланган иқтисодиётни қуриш муносабати билан мамлакат иқтисодиёти учун муҳим бўлган хомашёлар муаммоларига бағишланган. Мақолада критик материаллар мавзусининг ривожланиши, атамаларнинг шаклланиши, мамлакат кесимида уларнинг рўйхати ва «яшил энергия» нинг ўсишига қараб уларга бўлган эҳтиёжнинг ортиб бориши, хомашё базасининг муаммолари, Ўзбекистон иқтисодиёти учун муҳим критик хомашёнинг таърифи ва уларнинг хомашё базасини яратиш учун ёндашувлари кўриб чиқилган.

Турамуратов И.Б. КРИТИЧЕСКИЕ СЫРЬЕВЫЕ МАТЕРИАЛЫ – ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ, ИХ ЗНАЧЕНИЕ ДЛЯ ЭКОНОМИКИ СТРАН И БУДУЩИЕ ОЖИДАНИЯ

Посвящена проблемам критических сырьевых материалов для экономик стран в связи с переходом к «чистой» энергетике, построения декарбонизированной экономики, основанной на низкоуглеродных (безуглеродных) возобновляемых источниках энергии. Рассматриваются развитие тематики критических материалов, формирование терминологии, их список в разрезе страны и рост потребности в них в зависимости от роста «зеленой энергетики», проблемы минерально-сырьевой базы, определение критических сырьевых материалов для экономики Узбекистана и подходы к созданию их минерально-сырьевой базы.

Turamuratov I.B. CRITICAL RAW MATERIALS – BASIC CONCEPTS, THEIR IMPORTANCE FOR THE ECONOMIES OF COUNTRIES AND FUTURE EXPECTATIONS

The article is devoted to the problems of critical raw materials for the economies of countries in connection with the transition to «clean» energy, and the construction of a decarbonized economy based on low-carbon renewable energy sources. The article examines the development of the subject of critical materials, the formation of terminology, their list in the country context, and the growing need for them depending on the growth of «green energy», the problems of the mineral resource base, the definition of critical raw materials for the economy of Uzbekistan and approaches to the creation of their mineral raw bases.

Миркамалов Р.Х., Диваев Ф.К., Ванесян Г.А., Узоқов Р.Т. ЎЗБЕКИСТОНДА ТАБИИЙ ВОДОРОДНИНГ НАМОЁН БЎЛИШИНИ ИЗЛАШ МУАММОСИ ТЎҒРИСИДА

Мақолада Қизилқум ҳудудида табиий водород оқимларини қидириш мезонлари кўриб чиқилган. Ёриқлар, ҳалқали структуралар ва пойдевор жинслардаги офиолит қопламининг ривожланган худудлари билан боғлиқ энг истиқболли участкалар кўрсатилган.

Миркамалов Р.Х., Диваев Ф.К., Ванесян Г.А., Узоков Р.Т. К ПРОБЛЕМЕ ПОИСКОВ ПРОЯВЛЕНИЙ ПРИРОДНОГО ВОДОРОДА В УЗБЕКИСТАНЕ

Рассматриваются поисковые критерии потоков природного водорода на территории Кызылкумов. Показаны наиболее перспективные участки, связанные с разломами, кольцевыми структурами и областями развития офиолитовых покровов в породах фундамента.

Mirkamalov R.H., Divaev F.K., Vanesyan G.A., Uzokov R.T. ON THE PROBLEM OF SEARCHING FOR MANIFESTATIONS OF NATURAL HYDROGEN IN UZBEKISTAN

The article discusses the search criteria for natural hydrogen fluxes in the territory of Kyzylkum. The most promising sites associated with faults, ring structures and areas of development of ophiolite covers in the basement rocks are shown.

Ишбаев Х.Д., Қодиров С.Х., Шукуров А.Х., Косбергенов К.М. ЗАРҚАЙНАР ИНТРУЗИВИ СПЕССАРТИТ ДАЙКАЛАРИ ВА ПЕГМАТИТЛАРИНИНГ НОДИР ЕР ЭЛЕМЕНТЛАРИГА ИХТИСОСЛАШУВИ (Нурота минтақаси)

Зарқайнар интрузиви гранитоидлари кетма-кет (гомодром) қатор – монцодиоритлардан, гранодиорит, биотитли гранитлар орқали лейкократли майда донадор гранитларгача ва томирли ҳосилаларни ҳосил қилади. Гранитоидли магманинг асосли ҳосилалари габбродиорит ва монцодиоритлари интрузивнинг кейинги фазаларида алоҳида блок-ксенолит ва ксенолитлар ҳосил қилади, улар интрузивнинг томирли ҳосилалари орқали ёриб чиқилган. Охиргилари синингрузив (гранит-аплит, аплит-пегматит, пегматит ва б.) ҳамда мустақил шимолий нурота дайкали мажмуага мансуб оҳак-ишқорли спессартит дайкаларидан иборат. Спессартит дайкалари ва пегматит томирлари НЕЭ га (950 ва 635 г/т гача) тўйинган.

Ишбаев Х.Д., Кадыров С.Х., Шукуров А.Х., Косбергенов К.М. РЕДКОЗЕМЕЛЬНАЯ СПЕЦИАЛИЗАЦИЯ ДАЕК СПЕССАРТИТОВ ЗАРКАЙНАРСКОГО ИНТРУЗИВА (Южный Нуратау)

Гранитоиды Заркайнарского интрузива образуют последовательный (гомодромный) ряд – от монцодиоритов через гранодиориты, биотитовые граниты до лейкократовых мелкозернистых гранитов с жильными отщеплениями. Более основные продукты гранитоидной магмы представлены габбродиоритами и монцодиоритами, которые образуют отдельные блок-ксенолиты и ксенолиты в последующих фазах интрузива, прорванных жильными дериватами интрузива. Последние состоят из синтрузивных жил (гранит-аплиты, аплит-пегматиты, пегматиты и др.) и спессартитов известково-щелочной серии, принадлежащих к самостоятельному северо-нуратинскому дайковому комплексу. Дайки спессартитов и жилы пегматитов обогащены РЗЭ – до 950 и 635 г/т соответственно.

Ishbaev Kh.D., Kadirov S.Kh., Shukurov A.Kh., Kosbergenov K.M. RARE EARTH SPECIALIZATION OF SPESSARTITE DIKES OF THE ZARKAYNAR INTRUSIVE (Nurata region)

The granitoids of the Zarkaynar intrusion form a consistent (homodromous) series – from monzodiorites through granodiorites, biotite granites to leucocratic fine-grained granites with vein flakes. The more basic products of granitoid magma are represented by gabbrodiorites and monzodiorites, which form individual block xenoliths and xenoliths in subsequent phases of the intrusion, intruded by vein derivatives of the intrusion. The latter consists of synintrusive (granite-aplites, aplite-pegmatites, pegmatites, etc.) and spessartite dikes of the calc-alkaline series, belonging to the independent North Nurata dike complex. Spessartite dikes and pegmatite veins are enriched in REE (up to 950 and 635 ppm, respectively).

Антонов А.Е. МУРУНТОВ МАЪДАН КОНИНИНГ ГЕОЛОГИК ТУЗИЛИШИ ҲАҚИДА ЗАМОНАВИЙ ТУШУНЧАЛАР, ЗАҲИРАЛАРНИ КЎПАЙТИРИШ ИМКОНИЯТЛАРИ

Мурунтов маъдан конининг структуравий ҳолати Мурунтов-Даугизтау структуравий тенденциясининг янги аниқланган Мурунтов-Айрак тенденцияси билан кесишиши орқали бошқарилади. Иккинчисининг жанубишарқий қанотида олтин ресурсларини кўпайтириш салоҳиятига эга Айрақ-Акказат маъдан кони аниқланган. Мурунтов маъдан конининг шарқий қанотининг чуқур горизонтларида Ер ости қазиб олиш учун фойдали бўлган йирик олтин захиралари топилиши башорат қилинган. Мезозой-кайнозой билан қопланган худудларда тоғ-кон ишлари учун қоплама қалинлигига эга бўлган ҳудудлар аниқланган. Карбонат конлари Карлин типидаги олтин минераллашувини очиш учун истиқболли ҳисобланади.

Антонов А.Е. СОВРЕМЕННОЕ ПОНИМАНИЕ ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЫ МУРУНТАУСКОГО РУДНОГО ПОЛЯ, ВОЗМОЖНОСТИ УВЕЛИЧЕНИЯ ЗАПАСОВ

Структурная позиция Мурунтауского рудного поля контролируется пересечением Мурунтау-Даугызтауского структурного тренда с вновь выявленным Мурунтау-Айракским. На юго-восточном фланге последнего выделено Айрак-Акказатское рудное поле с потенциалом роста ресурсов золота. На глубоких горизонтах восточного фланга МРП прогнозируется выявление крупных запасов золота, рентабельных для подземной от-

работки. На перекрытых мезо-кайнозоем площадях выделены участки с мощностями чехла, доступными для горно-добычных работ. Карбонатные отложения рассматриваются как перспективные на обнаружение золотой минерализации типа Карлин.

Antonov A.E. MODERN UNDERSTANDING OF THE GEOLOGICAL STRUCTURE OF THE MURUNTAU ORE FIELD AND THE POSSIBILITY OF INCREASING RESERVES

The structural position of the Muruntau ore field (MOF) is controlled by the intersection of the Muruntau-Daugyztau structural trend with the newly identified Muruntau-Ayrak structural trend. The Airak-Akkazat ore field with the potential for growth of gold resources is identified on the Southeast flank of the latter. The deep horizons of the MOF eastern flank are forecasted to reveal large gold reserves, suitable for underground mining. The areas with the thickness of the Meso-Cenozoic cover accessible for mining have been identified in the covered areas. The carbonate sediments are considered as promising for the discovery of the Carlin-type gold mineralization.

Amirov E.M., Karabaev M.S. MARKAZIY QIZILQUM OLTIN-NODIR METALLI MA'DANLASHUVINING BASHORAT-QIDIRUV MODELI

Markaziy Qizilqumning oltin-nodir metalli ma'danlashuvi modelini yaratishning tipik geologik-genetik va mineralogik-geokimyoviy asoslari va boshqa shart-sharoitlari bo'yicha o'tqazilgan tadqiqotlar natijalari keltirilgan. Ma'danlashuvning asosiy geologik-strukturaviy (tektonik, magmatik, metasomatik) va mineralogik-geokimyoviy mezonlari tizimlashtirilgan va qidiruv majmualari ko'rsatilgan, hamda ma'danlashuvning bashorat-qidiruv modeli yaratilgan.

Амиров Э.М., Карабаев М.С. ПРОГНОЗНО-ПОИСКОВАЯ МОДЕЛЬ ЗОЛОТО-РЕДКОМЕТАЛЛЬНОГО ОРУДЕНЕНИЯ ЦЕНТРАЛЬНЫХ КЫЗЫЛКУМОВ

Представлены результаты исследований типичных геолого-генетических, минералого-геохимических и других основ для создания модели золото-редкометаллного оруденения Центральных Кызылкумов. Систематизированы основные геолого-структурные (тектонические, магматические, метасоматические) и минералого-геохимические критерии оруденения и показаны поисковые комплексы, создана прогнозно-поисковая модель оруденения.

Amirov E.M., Karabaev M.S. FORECASTING AND PROSPECTING MODEL OF GOLD-RARE METAL MINERALIZATION IN THE CENTRAL KYZYLKUM

The results of studies of typical geological-genetic and mineralogical-geochemical and other foundations for creating a model of gold and rare metal mineralization in the Central Kyzylkum are presented. The main geological-structural (tectonic, magmatic, metasomatic) and mineralogical-geochemical criteria for mineralization are systematized and prospecting complexes are shown, a predictive and prospecting model of mineralization is created.

Омонов О.Ғ., Пирназаров М.М., Файзиев Б.Ш. ОҚЖЕТПЕС ТОҒ КЎТАРИЛМАСИДАГИ МАЪДАН КОНЛАРИНИНГ ГЕОЛОГИК-СТРУКТУРАВИЙ ЎРНИ ВА МАЪДАН ТАНАЛАРИНИНГ МОРФОЛОГИЯСИ

Ушбу мақола Оқжетпес тоғ кўтарилмасидаги олтин маъдан таналарининг геологик-структуравий жойлашуви ҳамда морфологиясига бағишланган. Оқжетпес тоғ кўтарилмасида маъданлашув дайкалар билан яқин фазовий-генетик боғлиқлиги билан тавсифланади. Унинг контакт зоналари маъданли гидротермаллар учун геокимёвий барьерни ифодалайди. Зоналарда полифацияли гидротермал-метасоматик таъсирга учраган бир нечта жараёнлар билан ўзгарган ва маъданли жараёнлар содир бўлган. Маъданлашувнинг дайкалар билан бундай чамбарчас боғлиқлиги маъдан таналарининг ётиш хусусиятини белгилаб берган. Кўпинча, Оқжетпес тоғ кўтарилмаси объектларида маъданлашув тик ётувчи, субвертикал ётқизиқларда аниқ кўринмайди. Маъдан майдонида аниқланган олтин ва кумуш маъданлашувига эга бўлган деярли барча минераллашган зоналар ўрта девон-қуйи карбон карбонат ётқизиқларидан ташкил топган йирик Оқжетпес антиклиналининг қанотлари билан чегараланган. Минераллашган зоналар антиклинал ҳудудларда жойлашган бўлиб, улар маъдандан олдинги босқичнинг минтақавий сиқилиш кучлари остида қайта тикланган эллипсоид деформацияларнинг шимолий-шарқ–шимолий-ғарб динамопарасини ташкил этувчи бир қатор узлуксиз бузилмалар билан мураккаблашган.

Омонов О.Ғ., Пирназаров М.М., Файзиев Б.Ш. ГЕОЛОГО-СТРУКТУРНЫЕ ПОЗИЦИИ РУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ И МОРФОЛОГИЯ РУД НА ОКЖЕТПЕССКОЙ ГОРНОЙ ВОЗВЫШЕННОСТИ

Посвящена морфологии рудных тел, а также геолого-структурному размещению на объектах Окжетпесской горной возвышенности. Характерна тесная пространственно-генетическая связь оруденения с дайками, контактовые зоны которых представляют геохимический барьер для рудоносных гидротерм, одновременно являясь ослабленными зонами при многократных подвижках. Вдоль этих зон происходили полифациальные гидротермально-метасоматические преобразования и рудный процесс. Тесная связь оруденения с дайками обусловила характер залегания рудных тел. В большинстве своем на объектах Окжетпесской горной возвышенности – это крутопадающие субвертикальные залежи без четких очертаний. Все выявленные в рудном поле минерализованные зоны с золотым и серебряным оруденением приурочены к крыльям крупной Окжетпесской антиклинали, сложенной карбонатными отложениями среднего девона-нижнего карбона. Минерализованные зоны расположены на участках антиклинали, осложненной серией разрывных нарушений, образующих динамопару СВ–СЗ в восстановленном эллипсоиде деформаций при региональных усилиях сжатия предрудного этапа.

Omonov O.G., Pirnazarov M.M., Fayziyev B.SH. GEOLOGICAL-STRUCTURAL POSITIONS OF ORE DEPOSITS AND MORPHOLOGY OF ORES ON THE OKJETPESS MOUNTAIN UPLAND

The article is devoted to the morphology of ore bodies, as well as the geological and structural location of the gold deposit. Characterized by a close spatial-genetic connection of mineralization with dikes, the contact zones of which represent a geochemical barrier to ore-bearing hydrothermal fluids, while at the same time being weakened zones during repeated movements. Along these zones, poly-facies hydrothermal-metasomatic transformations and mining processes took place. Such a close connection between mineralization and dikes determined the nature of the occurrence of ore bodies. For the most part, the objects of the Okjetpes mountain upland are steeply dipping subvertical deposits without clear outlines. All mineralized zones with gold and silver mineralization identified in the ore field are confined to the wings of the large Okjetpes anticline, composed of carbonate deposits of the Middle Devonian-Lower Carboniferous. Mineralized zones are located in sections of the anticline, complicated by a series of faults that form a NE–NW dynamo pair in the reconstructed deformation ellipsoid under regional compression forces of the pre-ore stage.

Toshpulatov Sh.T., Tsoi V.D., Raimov Z.I. TEBINBULOQ KONI TITAN-MAGNETIT-SKANDIYLI MAJMUAVIY MA'DANLARINING MİNERALOGIK-GEOKIMYOVIY XUSUSIYATLARI

2011-2015 yillar davomida Tebinbuloq konining murakkab titan-magnetit-skandiy ma'danlarini mineralogik-geokimyoviy o'rganish natijalari keltirilgan. Ma'dan hosil qiluvchi jinslar batafsil tavsiflangan, ular orasida asosiy – ma'danli piroksenitlar aniqlangan. Amaliy ahamiyatga ega bo'lgan asosiy ruda minerallari (titanomagnetit, ilmenit, gematit) anikladi. Rudalarning asosiy ma'danli tomirlar bilan kesishgan, zich kesishgan va yaxlit sifatida tavsiflanadi. Tebinbuloq konining ma'danlilari oltingugurt va fosforning doimiy aralashmasi bilan past titaniumli vanadiyli ma'danlilar sifatida tasniflanadi. Asosiy mahsuldor bo'lgan magnetit-gematit ilmenit va rutil mineralizatsiyasi Tebinbuloq konining asosiy titanomagnetit ma'danlilari hosil bo'lgan gidrotermal bosqichning dastlabki oksid bosqichi bilan bog'liqligi ko'rsatilgan.

Тошпулатов Ш.Т., Цой В.Д., Раимов З.И. МИНЕРАЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ КОМПЛЕКСНЫХ ТИТАНОМАГНЕТИТОВО-СКАНДИЕВЫХ РУД МЕСТОРОЖДЕНИЯ ТЕБИНБУЛАК

Приведены результаты минералого-геохимических исследований комплексных титаномагнетитово-скандиевых руд месторождения Тебинбулак за период 2011-2015 гг. Детально охарактеризованы рудовмещающие породы, среди которых выделены главные – рудные пироксениты. Установлены главные рудные минералы (титаномагнетит, ильменит, гематит), составляющие практическую значимость. Основные типы руд охарактеризованы как прожилково-вкрапленные, густовкрапленные и массивные. Руды месторождения Тебинбулак отнесены к малотитанистым ванадийсодержащим с постоянной примесью серы и фосфора. Показано, что магнетит-гематитовая с ильменитом и рутилом минерализация, являющаяся основной продуктивной, связана с ранней окисной стадией гидротермального этапа, в которую сформированы основные титаномагнетитовые руды месторождения Тебинбулак.

Toshpulatov Sh.T., Tsoi V.D., Raimov Z.I. MINERALOGICAL AND GEOCHEMICAL FEATURES OF COMPLEX TITANIUM-MAGNETITE-SCANDIUM ORES OF THE TEBINBULAK DEPOSIT

The results of mineralogical and geochemical studies of complex titanomagnetite-scandium ores of the Tebinbulak deposit for the period 2011-2015 are presented. The ore-hosting rocks are characterized in detail, among which the main ones are identified – ore pyroxenites. The main ore minerals (titanomagnetite, ilmenite, hematite), which are of practical importance, have been identified. The main types of ores are characterized as vein-disseminated, densely disseminated and massive. The ores of the Tebinbulak deposit are classified as low-titanium vanadium-containing ores with a constant admixture of sulfur and phosphorus. It is shown that magnetite-hematite mineralization with ilmenite and rutile, which is the main productive one, is associated with the early oxide stage of the hydrothermal stage, in which the main titanomagnetite ores of the Tebinbulak deposit were formed.

Тухтаев Р.Р., Эйдельнант Н.К., Эйдельнант Д.И., Таирова Д.Х. БУХОРО-ХИВА МИНТАҚАСИНИНГ ШИМОЛИ-ҒАРБИЙ ҚИСМИ АТРОФИДАГИ КАРБОНАТ ФОРМАЦИЯСИ ЖИНСЛАРИНИНГ СТРУКТУРАВИЙ-ТЕКСТУРАВИЙ ТУРЛИ ХИЛЛИГИНИНГ РОЛИ ВА УЛАРНИНГ ЧЎКИШДАН КЕЙИНГИ ФИЛЬТР-СИҒИМЛИ ХОССАЛАРГА ЎЗГАРИШИНИНГ ҚАЙТА ШАКЛЛАНИШИ

Мақолада сўнгги йилларда Бухоро-Хива минтақасининг шимолий-ғарбий қисмида карбонат формацияси жинсларнинг керн ва шлам бўйича олиб борилган комплекс тадқиқотлар таҳлили ва умумлаштириш натижалари ёритилган, карбонат жинсларининг генетик типлари ва уларнинг петро ҳар-хиллиги аниқланган, карбонат жинсларининг ўзгаришига ҳисса қўшадиган эпигенетик жараёнлар аниқланган. Карбонат жинсларининг коллекторлик хусусияти келтирилган.

Тухтаев Р.Р., Эйдельнант Н.К., Эйдельнант Д.И., Таирова Д.Х. ВЛИЯНИЕ СТРУКТУРНО-ТЕКСТУРНОЙ НЕОДНОРОДНОСТИ ПОРОД КАРБОНАТНОЙ ФОРМАЦИИ И ИХ ПОСТСЕДИМЕНТАЦИОННЫХ ПРЕОБРАЗОВАНИЙ НА ФИЛЬТРАЦИОННО-ЕМКОСТНЫЕ СВОЙСТВА В ПРЕДЕЛАХ СЕВЕРО-ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ БУХАРО-ХИВИНСКОГО РЕГИОНА

Освещаются результаты анализа и обобщений комплексных исследований керна и шлама пород карбонатной формации по северо-западному району Бухаро-Хивинского региона за последние годы, выделены генетические

типы карбонатных пород и их петроразновидности, определены диагенетические и эпигенетические процессы, способствующие преобразованию карбонатных пород, а также приводятся их коллекторские свойства.

Tukhtaev R.R., Eidelnant N.K., Eidelnant D.I., Tairova D.Kh. THE ROLE OF STRUCTURAL-TEXTURAL HETEROGENEITY ROCKS OF THE CARBONATE FORMATION AND THEIR POST-SEDIMENTARY TRANSFORMATIONS ON RESERVOIR PROPERTIES WITHIN THE NORTHWESTERN PART OF THE BUKHARA-KHIVA REGION

The paper highlights the results of the analysis and generalizations of complex studies of core and cuttings of carbonate formation rocks in the northwestern region of the Bukhara-Khiva region in recent years, the genetic types of carbonate rocks and their petrovarieties are identified, diagenetic and epigenetic processes that contribute to the transformation of carbonate breeds. Reservoir properties of carbonate rocks.

Абдуллабеков К.Н., Юсупов В.Р. ЎЗБЕКИСТОНДА ЗИЛЗИЛАЛАРНИ БАШОРАТ ҚИЛИШ МУАММОСИ БЎЙИЧА ИЛМИЙ ИШЛАРНИНГ ҲОЛАТИ ВА УЛАРНИ РИВОЖЛАНТИРИШ ЙЎЛЛАРИ

Мақолада Ўзбекистон махсус геодинамик полигонларида кўп йиллар давомида стационар, такрорий маршрут ва майдон усуллари ёрдамида олинган магнитометрик кузатув натижалари ва дунё магнит расадхоналари маълумотларининг тахлили натижалари келтирилган. Шунингдек республикада ва дунёнинг қатор мамлакатларида олинган деформометрик, гидрогеосейсмологик ва бошқа усуллар ёрдамида олинган маълумотлар тахлили берилган. Зилзилаларни олдиндан айтишнинг хозирги ҳолати ва уни ривожлантириш йўллари келтирилган.

Абдуллабеков К.Н., Юсупов В.Р. СОСТОЯНИЕ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПО ПРОБЛЕМЕ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ В УЗБЕКИСТАНЕ И ДАЛЬНЕЙШИЕ ПУТИ ИХ РАЗВИТИЯ

Приведены результаты анализа и обобщения многолетних данных комплексных магнитометрических исследований на геодинамических полигонах Узбекистана методами стационарных, повторных маршрутных и площадных съемок, векового хода мировой сети геомагнитных обсерваторий. Содержатся данные анализа деформометрических, гидрогеосейсмологических и других исследований, проведенных в Узбекистане и ряде зарубежных стран. Описано состояние научных исследований по проблеме прогнозирования землетрясений и дальнейшие пути их развития.

Abdullabekov K.N., Yusupov V.R. STATE OF SCIENTIFIC RESEARCH ON THE PROBLEM OF EARTHQUAKE PREDICTION IN UZBEKISTAN AND FURTHER WAYS FOR THEIR DEVELOPMENT

The article presents the results of the analysis and generalization of long-term data from complex magnetometric studies at geodynamic polygons of Uzbekistan using methods of stationary, repeated route and area surveys, the age-old course of the global network of geomagnetic observatories. It also contains data from the analysis of deformometric, hydrogeoseismological and other studies obtained in Uzbekistan and some foreign countries. The state of scientific research on the problem of earthquake forecasting and further ways of their development are described.

Юлдашев Ғ.Ю., Ғаниев Ў.Ғ. БУХОРО-ХИВА МИНТАҚАСИНИНГ ЯНГИКАЗГАН КЎТАРИЛМАСИ ВА БУРГУТЛИ ЭГИЛМАСИДА НЕФТ ВА ГАЗ КОНЛАРИНИ ҚИДИРИШ БЎЙИЧА ГЕОФИЗИК ТАДҚИҚОТЛАРИНИНГ БАЪЗИ НАТИЖАЛАРИ ТЎҒРИСИДА

Мақолада Бухоро-Хива регионининг Янгиказган кўтарилмаси ва Бургутли эгилмасида сейсмиканинг МОГТ-2Д қидирув тадқиқотларининг баъзи натижалари келтирилган. Геологик-геофизик маълумотларнинг талқини натижасида, бу ерда 30 дан ортиқ тузилма аниқланганлигига қарамасдан улар бурғулашга кам таёрланганлиги сабабли хаммаси бўлиб учтагина кон очилган. Сейсморазведка тадқиқитлариниг самарадорлигини ва ишончлилигини оширишда уни электроразведка билан мажмуалаш мақсадга мувофиқлиги Т. қидирув майдони мисолида кўрсатилган.

Юлдашев Г.Ю., Ганиев У.Г. О НЕКОТОРЫХ РЕЗУЛЬТАТАХ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПО ПОИСКАМ МЕСТОРОЖДЕНИЙ НЕФТИ И ГАЗА НА ЯНГИКАЗГАНСКОМ ПОДНЯТИИ И БУРГУТЛИНСКОМ ПРОГИБЕ БУХАРО-ХИВИНСКОГО РЕГИОНА

Приводятся некоторые результаты сейсмических МОГТ-2Д поисковых исследований на Янгиказганском поднятии и Бургутлинском прогибе Бухаро-Хивинского региона. Так, несмотря на выявление здесь более 30 структур и малую подготовленность их к бурению, открыты 3 месторождения. На примере поисковой площади Т. показано, что для повышения эффективности и достоверности сейсмических исследований целесообразно комплексирование ее с электроразведкой.

Yuldashev G.Y., Ganiev U.G. ON SOME RESULTS OF GEOPHYSICAL RESEARCH ON THE SEARCH FOR OIL AND GAS FIELDS IN THE YANGIKAZGAN UPLIFT AND THE BURGUTLI TROUGH OF THE BUKHARA-KHIVA REGION

The article presents the results of seismic MOGT-2D exploratory studies on the Yangikazgan uplift and the Burgutli trough of the Bukhara-Khiva region. As a result of the analysis of geological and geophysical materials, it was revealed

that despite the identification of more than 30 structures here and their little preparedness for drilling, only 3 deposits have been discovered. Using the example of the T. search area, it is shown that to increase the efficiency and reliability of seismic studies, it is advisable to combine it with electrical exploration.

Закиров М.М., Бегимкулов Д.К., Худойбердиев Т.М., Очилов Г.Э., Казаков У.М. ТУПРОҚ-ГРУНТЛАРНИНГ ИККИЛАМЧИ ШЎРЛАНИШИ МИРЗАЧЎЛ ГРУНТЛИ ШАРОИТИ МУҲАНДИСЛИК-ГЕОЭКОЛОГИК ҲОЛАТИНИ БАҲОЛАШНИНГ ОМИЛИ СИФАТИДА

Мақолада Мирзачўл грунтли шароити муҳандислик-геоэкологик ҳолатини баҳолашнинг асосий йўналишлари ва истиқболлари кўриб чиқилган. Муаллифлар Мирзачўлнинг суғориладиган ва янги суғориладиган ҳудудларида ердан фойдаланиш талабларига риоя этмаслик сабабли юзага келган шўрланиш ва иккиламчи шўрланишни Мирзачўл грунтли шароити муҳандислик-геоэкологик ҳолатини баҳолашнинг асосий омилларидан бири сифатида таърифлайдилар. Шунга кўра мақолада ушбу муаммо бўйича маҳаллий ва хорижий тадқиқотларнинг адабий шарҳи, иккиламчи шўрланишни ўрганишнинг долзарблиги, унинг намоён бўлиш сабаблари ва шўрланган тупроқларни ўрганиш билан боғлиқ муаммоларнинг илмий-назарий ва амалий аҳамияти муҳокама қилинган.

Закиров М.М., Бегимкулов Д.К., Худойбердиев Т.М., Очилов Г.Э., Казаков У.М. ВТОРИЧНОЕ ЗАСОЛЕНИЕ ПОЧВОГРУНТОВ КАК ФАКТОР ОЦЕНКИ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ГРУНТОВЫХ УСЛОВИЙ ГОЛОДНОЙ СТЕПИ

Рассматриваются основные направления и перспективы оценки инженерно-геоэкологического состояния грунтовых условий Голодной степи. Определено засоление и вторичное засоление, вызванное несоответствием землепользования на орошаемых и вновь орошаемых территориях Голодной степи, как один из основных факторов при их оценке. Обсуждается литературный обзор отечественных и зарубежных исследований по данной проблеме, актуальность изучения вторичного засоления, причины его проявления и научно-теоретическое и практическое значение проблемы, связанной с изучением засоленных почв.

Zakirov M.M., Begimkulov D.K., Khudoyberdiev T.M., Ochilov G.E., Kazakov U.M. SECONDARY SALINIZATION OF SOILS AS A FACTOR IN ASSESSING THE ENGINEERING AND GEOECOLOGICAL CONDITION OF THE SOIL CONDITIONS OF THE HUNGRY STEPPE

The article discusses the main directions and prospects for assessing the engineering and geoecological conditions of the soil conditions of the Hungry Steppe. The authors define salinization and secondary salinization caused by the discrepancy between land use in irrigated and newly irrigated territories of the Hungry Steppe as one of the main factors in assessing the engineering and geoecological state of soil conditions. Accordingly, the article discusses a literary review of domestic and foreign studies on this problem, the relevance of the study of secondary salinization, the causes of its manifestation and the scientific, theoretical and practical significance of the problem associated with the study of saline soils.

Mavlyanov T.E., Iztileuov M.A. OROL DENGIZINING QURUGAN TUB QISMI JANUBIY-SARQIY QISMINING GEOLOGIK MUHITI SHAKLLANISHNING AYRIM XUSUSIYATLARI

Orol dengizining qurigan tubida aeratsiya zonasi tuproqlarining sho'rlanishi va relyefning eol o'zgarishi jarayonlari ta'siri ostida yangi geologik muhitning shakllanish xususiyatlari ko'rib chiqilgan. Gidrogeologik, muhandislik-geologik va geoekologik sharoitlarning tavsifi berilgan, ular tegishli xaritalarda aks ettirilgan. Geologik muhit shakllanishining ba'zi qonuniyatlari aniqlangan va ekologik-geologik sharoitlarning o'zgarishini integral baholash berilgan.

Мавлянов Т.Э., Изтилеуов М.А. НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ СРЕДЫ ЮГО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ ОБСОХШЕГО ДНА АРАЛЬСКОГО МОРЯ

Рассмотрены особенности формирования новой геологической среды на обсохшем дне Аральского моря под влиянием процессов засоления грунтов зоны аэрации и эолового преобразования рельефа. Дана характеристика гидрогеологических, инженерно-геологических и геоэкологических условий, получившие отражение на составленных соответствующих картах. Выявлены некоторые закономерности формирования геологической среды и дана интегральная оценка изменения эколого-геологических условий.

Mavlyanov T.E., Iztileuov M.A. SOME FEATURES OF THE FORMATION OF THE GEOLOGICAL ENVIRONMENT OF THE SOUTHEASTERN PART OF THE DRY BOTTOM OF THE ARAL SEA

On the dry bottom of the Aral Sea, the features of the formation of a new geological environment are considered under the influence of the processes of salinity of the soils of the aeration zone and eol alteration of the relief. Descriptions of hydrogeological, engineering-geological and geoecological conditions are given, which are reflected on the corresponding maps. Some of the laws of the formation of the geological environment were determined, and an integral assessment of the change in ecological-geological conditions was given.