

УДК 553.896.422.6(574.21)

Н. Н. ДЖАФАРОВ, Ф. Н. ДЖАФАРОВ, Т. М. КАСКЕВИЧ

ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ, ВЕЩЕСТВЕННЫЙ СОСТАВ И ГЕНЕЗИС ДЖЕТЫГАРИНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ НЕФРИТОВ

Қостанай жақтағы Орал тауында табылған Жетіғара нефрит кенорнының, аймақтық геологиялық құрылымы, заттық құрамы сипатталған. Кенорынның жаратылу мәселелері келтірілген.

Описаны региональное геологическое положение, геологическое строение, вещественный состав Джетыгаринского месторождения нефрита, обнаруженного в Костанайском зауралье. Рассмотрены вопросы генезиса месторождения.

Джетыгаринское месторождение нефрита в своем роде первое и пока что единственное обнаруженное месторождение в Казахстане. Его открытие и разведка являются несомненным успехом геологической службы Северного Казахстана и ОАО “Кустанайасбест”. Месторождение находится на Южном Урале в Житикаринском районе Костанайской области, расположено на юго-восточном борту действующего асбестового карьера, выявлено при добыче асбеста в пределах горизонтов +170 и +80 м на глубинах 105–210 м от поверхности. Изучение месторождения началось с 1995 г., когда были обнаружены первые будины нефритов Л. А. Ивановым, и продолжается по сей день. Его исследованием в разное время занимались Ю. И. Ким, Л. А. Иванов, Н. Н. Джафаров, Ф. Н. Джафаров, К. К. Жусупов, Л. Н. Лещенко, В. Г. Новиков, Т. М. Каскевич и др.

Региональное структурное положение месторождения определяется Джетыгаринским глубинным разломом, представляющим собой одноименную сутурную линию [3], к которой приурочены серии ультрамафитовых массивов (протрузии) силур-раннедевонского притобольско-аккаргинского комплекса: Аккаргинское, Милютинское, Джетыгаринское и др. [1]. Месторождение нефрита приурочено к субмеридиональному серпентинитовому меланжу Джетыгаринского ультрамафитового массива (протрузии), представлено разбудинированными телами нефритов и нефритоидов в экзоконтактах даек диорит-порфиритов (рис. 1). Массив в районе месторождения представлен в основном перидотитами типа гарцбургитов и серпентинитами по ним. Серпентинитовый меланж развивается в так называемой Восточной зоне разломов, представляющий собой восточный контакт ультрамафитов со сланцами алексеевской свиты позднего протерозоя(?). Восточная зона разломов фиксируется сериями полого- и крутопадающих

¹ Казахстан. 459430. г. Житикара, микрорайон № 6. дом 5а. ТОО «Асбестовое ГРП».

даек диоритовых порфиритов, реже плагиогранит-порфиров, внедрившихся в серпентинитовый меланж. Дайки плагиогранитов относятся к поздним образованиям милютинского комплекса ранее-среднекаменноугольного возраста, развиты за пределами месторождения нефрита.

Нефритовые проявления и будины тесно связаны с дайками диорит-порфиритов, возраст которых определяется как позднепалеозойский, и с долей условности могут быть отнесены к Придорожному позднекарбон-пермскому комплексу дайковых пород [1]. В экзоконтактах этих даек серпентиниты хризотил-лизардитовые, хризотилловые и антигоритовые подвергались гидротермально-метасоматическим и контактово-метаморфическим изменениям: оталькованию, карбонатизации, хлоритизации. А сами диорит-порфириты осветлены вследствие родингитизации, интенсивность которой усиливается в сторону эндоконтакта с серпентинитами, вплоть до образования снежно-белой родингитовой породы (Ю. И. Ким, 1997 г.). Суммарная мощность зоны гидротермально- и контактово-метаморфических изменений в конечном итоге определяется шириной серпентинитового меланжа и составляет 200–300 м. Мощность родингитизированных зон на эндоконтактах даек составляет от 1–2 до 10–15 м. Родингитизации в той или иной мере подвержены все дайки диорит-порфиритов, часто просматривается реликтовая структура пород, по которым образовался родингит. Состав родингитовых метасоматитов представлен моноклинным пироксеном (35–40%), гранатом (20–35%), цоизитом и везувианом (2–10%). Линзовидные проявления и будины нефрита приурочены к экзоконтактам родингитизированных даек, к серпентинитам. На участках проявления нефритов в серпентинитах отмечаются скопления немалита. Широко распространены в диоритовых порфиритах поздние пренитовые, кальцитовые и цеолитовые прожилки.

Асбестовые руды Основной залежи Джетыгаринского месторождения асбеста располагаются в основном западнее от зоны внедрения даек, метасоматических и термально-метаморфических изменений, кроме диагональной дайки диорит-порфиров, которая занимает текущее положение относительно асбестовых руд. Восточный контакт массива со сланцами алексеевской свиты углифицирован. Ширина полосы углификации – 20–40 м. К западу параллельно зоне углификации отмечена линейная зона лиственитизации (см. рис. 1).

Важную роль при локализации месторождения играла тектоника. В пределах месторождения в субмеридиональном направлении развита зона меланжа, состоящая из серий тектонических нарушений: северо-восточного и юго-восточного направлений, падающих на юго-восток под углами от 35 до 70°. Зона меланжа сложена интенсивно перемятыми, иногда до тектонической глинки, серпентинитами, в которых “плавают” будины диоритовых порфиритов, родингитов, нефритов, серпентинитов.

В пределах месторождения обнаружено более 30 будин нефрита и нефритовидных пород. Часть будин сложена полностью нефритом, в других нефрит включен в виде фрагментов в серпентинитовую или родингитовую корку. Размер будин – от 0,5 до 5–6 м в диаметре, форма шарообразная, иногда удлиненная. Будины с поверхности покрыты оторочкой плотного серпентинита от темно-

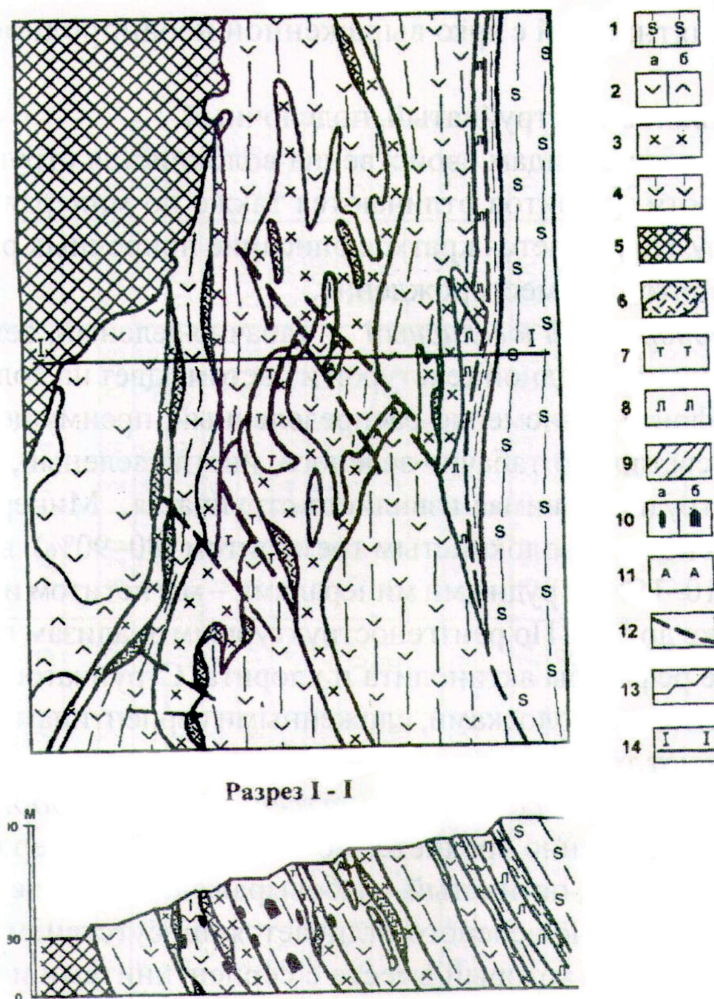


Рис. 1. Схематическая геологическая карта и разрез Джетыгаринского месторождения нефрита. 1 – позднепротерозойские сланцы; 2 – серпентиниты по ультрамафитам: а – апоперидотитовые, б – аподунитовые; 3 – дайки диоритовых порфиритов; 4 – серпентинитовый меланж; 5 – асбестовые руды; 6 – участки родингитизации; 7 – участки оталькования; 8 – лиственизация; 9 – углификация сланцев; 10 – рудные тела: а – нефрита, б – цветного камня; 11 – нефритоподобные хлорит-антигоритовые породы; 12 – тектонические нарушения; 13 – контур действующего карьера на разрезе; 14 – линия геологического разреза

зеленого до черного цвета. Толщина оторочек от первых сантиметров до 1,5 м. В будинах родингитизация имеет зональное строение: в центре будин в родингитах просматривается реликтовая структура диоритового порфирита или встречается диоритовый порфирит; далее к периферии будин порфириты полностью замещаются почти белым родингитом, приобретающим на контакте с серпентинитовой оторочкой зеленоватые оттенки. Нефриты в будинах характеризуются массивной текстурой, окрашены преимущественно в зеленоватые и серые тона. В полированных образцах по текстурным признакам, цветовой гамме выделяются четыре природные разновидности нефритового сырья, отнесенные к ювелирному и поделочному промышленным типам:

нефрит однородный, ювелирный;

нефрит пятнистый со слабо выраженной неоднородностью окраски, поделочный;

нефритоид пятнистый с ярко выраженной неоднородностью окраски, поделочный;

нефритоид плейчато-струйчатый, поделочный.

Нефритам и нефритоидам свойственна волокнистая структура. Природные разновидности нефритов отличаются также по минеральному и химическому составу. Ниже дается краткое описание природных разновидностей нефритов и нефритоидов месторождения.

Нефрит однородный ювелирный – табачно-зеленый, зеленый, отличается относительно однородной текстурой и цветом. Цвет на полированных образцах этого нефрита равномерно распределенный, преимущественно табачно-зеленый, от светло- до табачно-зеленого, иногда зеленый, текстура однородная, иногда трудноуловимая извилисто-струйчатая. Минеральный состав представлен в основном волокнистым тремолитом (80–90%), в меньшей мере серпентинами (10–15%) и рудными минералами – магнетитом и хромшпинелидами (1–2%, реже до 5%). По рентгеноструктурным анализам в этих нефритах выделены также рефлексы актинолита и хлорита. Струйчатость обусловлена относительно темными полосками, сложенными серпентинами и хлоритом. К ним также тяготеют тонко распыленные рудные минералы.

Нефрит пятнистый со слабовыраженной неоднородностью, поделочный – преимущественно среднетемно-зеленый. Характер распределения окраски неравномерный, пятнистый, слабовыраженный. Минеральный состав этого нефрита от табачно-зеленого отличается присутствием значительного количества актинолита (который вместе с серпентинитами и хлоритом придает породе среднетемно-зеленую окраску) и рудных минералов – магнетита и хромшпинелидов. Рудные минералы в них присутствуют в виде мелких пятен, иногда расположенных прерывистыми рядами и гнездами, создавая микроструйчатую, пятнистую текстуру.

Нефритоид пятнистый с ярковыраженной неоднородностью, поделочный – характеризуется неоднородным зеленым цветом от бледных до темно-зеленых тонов негармонично сменяющихся друг другом и прожилками темно-зеленого, яблочно-зеленого, желто-зеленого и черного цветов. В нефритоидах присутствуют многочисленные включения рудного минерала в виде отдельных зерен и скоплений, секущих прожилков, придающих им пятнистую текстуру. Минеральный состав представлен амфиболами актинолит-тремолитового ряда (50–65%); серпентинами хризотил-лизардитового ряда (20–30%), часть которых рентгеноструктурным методом диагностирована как хлорит, эпидотом (0–5%); рудными минералами (5–10%) – магнетитом и хромшпинелидами. Иногда чередование тремолита с актинолитом придает струйчатую текстуру нефритоидам с перемежаемостью светло- и темно-зеленых тонов. Серпентины и хлориты выделяются в виде линз, струй, прожилков темно-зеленого, черного цвета, к которым обычно тяготеют и рудные минералы.

Нефритоид плейчато-струйчатый с ярко выраженной неоднородностью, поделочный – характеризуется ярко выраженной неоднородной струйчато-плейчатой текстурой (иногда описывается как расщепление), обусловленной

**Результаты химических и спектральных анализов нефритов, нефритовидов и вмещающих пород
Джетыгаринского месторождения нефритов**

№ п/л	№ проб	Место отбора пробы	Порода	Массовая доля элементов, %										
				W	SiO ₂	MgO	CaO	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	П.п.п.	Cr	Co	Ni	
1	7/10	Будина 10	Нефрит однородный	0,28	56,3	22,3	12,7	0,88	3,06	2,75	0,1	0,005	0,06	
2	2/3	Будина 3	Нефрит пятнистый ювелирный	0,47	54,2	24,1	10,2	2,9	3,69	4,04	0,15	0,01	0,12	
3	5/14	Будина 14	Нефрит пятнистый поделочный	0,43	57,0	22,9	11,9	0,9	3,20	2,80	0,06	0,004	0,06	
4	16/7	Будина 16	" - "	0,21	54,6	26,2	7,00	0,93	3,72	4,50	0,15	0,01	0,12	
5	4/20	Будина 20	" - "	0,47	57,0	22,7	12,1	1,04	3,10	2,69	0,006	0,002	0,03	
6	25/1	Будина 25	" - "	0,33	56	23,2	11,4	1,35	3,15	3,28	0,1	0,008	0,15	
7	6/26	Будина 26	" - "	0,5	55,5	24	10,8	2,14	3,51	3,7	0,06	0,004	0,06	
8	8/4	Будина 27	" - "	0,45	51,7	23,60	9,8	3,4	3,57	4,26	0,1	0,005	0,06	
9	1/7	Будина 7	" - "	0,38	52,7	22,90	11,9	0,77	3,34	2,76	0,08	0,008	0,1	
10	20/1	Будина 20	" - "	0,55	57,1	24,7	8,1	1,07	3,6	3,58	0,08	0,003	0,06	
Среднее				0,42	55,09	23,81	10,36	1,61	3,43	3,51	0,09	0,01	0,08	
11	14/15	Будина 14	Нефритоид пятнистый поделочный	0,41	47,5	22,5	12,9	0,93	5	3,9	1	0,1	0,8	
12	21/3	Будина 21	Серпентинит	0,73	39,1	38,70	отс.	0,74	3,52	12,14	0,1	0,005	0,1	
13	201		" - "	0,62	38,4	40,50	0,07	0,9	2,29	13,24	0,15	0,012	0,15	
14	202		" - "	0,49	38,5	37,60	отс.	2,34	5,55	13,71	0,12	0,008	0,1	
15	203		" - "	0,47	38,9	38,90	отс.	1,77	2,79	12,85	0,25	0,015	0,3	
Среднее				0,58	38,73	38,93	0,02	1,44	3,54	12,99	0,16	0,01	0,16	
16	26/1	Б-26	Родинит	0,02	50,40	10,10	24,40	7,35	3,67	1,5	0,002	0,001	0,003	

Примечание. 1. W – влажность пробы. 2. В составе пород, в том числе нефритового сырья, также присутствуют, %: марганец – 0,05–0,1; титан – 0,001–0,01; медь – 0,005–0,02; цинк – 0,01–0,05; стронций – 0,006.

чередованием серых, серо-зеленых, темно-зеленых, черных цветов. Минеральному составу нефритоидов этой разновидности свойственно наиболее низкое содержание амфиболов актинолит-тремолитового ряда (40–50%), наиболее высокое содержание серпентинов (хризотил-лизардитовых) и хлоритов (30–40%), присутствие относительно большого количества эпидота (5–15%) и рудных минералов – магнетита и хромшпинелидов (5–10%). Чередование серых, серо-зеленых актинолит-тремолитовых амфиболов, темно-зеленых серпентинов и хлоритов придает нефритоидам извилисто-струйчатую текстуру. Тремолит иногда перекристаллизован в виде серых относительно крупнозернистых пятен, линз и прожилков с извилистыми краями. Присущи частые пятна и линзы яблочно-зеленого эпидота и прожилки, линзы рудных минералов черного цвета.

Визуальные наблюдения, изучение вещественного состава, а также технологические исследования свидетельствуют о высокой степени изменчивости состава и свойств нефритового сырья в отдельных будинах и по месторождению. В распределении природных типов на месторождении четко выраженные закономерности не устанавливаются. Основная доля нефритового сырья месторождения относится к поделочным, лишь незначительная часть – к ювелирным.

Однородные нефриты и нефриты пятнистые характеризуются почти одинаковым химическим составом, поскольку их минеральный состав очень близкий (см. табл.). Нефритоиды характеризуются относительно низким содержанием двуокиси кремнезема (47,5%), чем нефриты (55,09%), с избыточным содержанием окиси магния (22,5%), не связанным в составе тремолита, и высоким содержанием трехоксида железа. Дефицит кремнезема и избыток магния, скорее, свидетельствуют о наличии в их составе относительно большого количества серпентина и хлорита.

Избыток железа обусловлен присутствием в составе нефритоидов магнетита больше, чем в самих нефритах. Нефритоиды характеризуются также высоким содержанием хрома (до 1%), кобальта (0,1%), никеля (0,8%), о чем свидетельствует присутствие в их составе значительного количества хромшпинелидов. Однако не все нефритоиды заражены таким количеством рудных минералов. Следует отметить, что в треугольной диаграмме окисей кремнезема – магния – кальция ювелирные и поделочные нефриты Джетыгаринского месторождения очень близки к стандартному тремолиту (рис. 2). Это свидетельствует о том, что такие компоненты в основном входят в состав тремолита. Несмотря на то, что в нефритах рентгеноструктурным методом выделяются рефлексы актинолита, видимо, его содержание в нефритовом сырье незначительно, также незначительно в нефритах количество серпентинов и хлорита, о чем свидетельствует относительно низкий объемный вес нефритов и нефритоидов на месторождении – 3,02 – 3,06 т/м³.

Как видно на рис. 2, в процессе образования нефритов по серпентинитам происходили привнос кремнезема и кальция и обеднение магнием. Родингитизация диоритовых порфиринов осуществлялась с выносом кремнезема, который, в свою очередь, послужил источником для образования тремолита, нефритов и нефритоидов. Привнос кальция, необходимого для родингитизации и образования нефритов, связан, по-видимому, с глубинными источниками.

Кроме нефритов и нефритоидов на месторождении в некотором удалении от контактов даек обнаружены цветные камни, пригодные для поделочно-де-

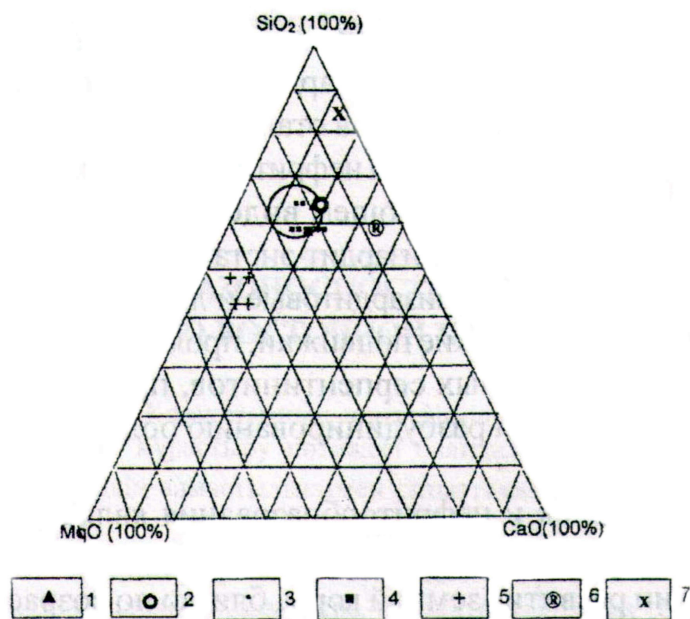


Рис. 2. Распределение разновидностей вмещающих пород и нефритов в диаграмме $\text{SiO}_2\text{-MgO-CaO}$: 1 – стандартный тремолит; 2 – нефрит однородный, пятнистый со слабовыраженной неоднородностью; 3 – нефрит подделочный; 4 – нефритоид пятнистый, подделочный; 5 – серпентиниты; 6 – родингиты; 7 – диоритовые порфириды

коративных изделий: энстатит-лизардит-тремолитовые породы (названные житикаритом), серпентиниты-змеевики пятнисто-зеленые, антигорит-лизардитовые и лизардит-антигоритовые и др. Энстатит-лизардит-тремолитовые породы – житикариты зеленовато-голубовато-серые, текстура неоднородная, пятнисто-струйчатая, структура мелкозернистая, излом раковистый, блеск жирный. Тремолит в породах представлен в виде вытянутых струй и пятен светло-серого до голубовато-серого цвета на фоне темно-зеленой, пятнистой основной массы, сложенной энстатит-лизардитовой минеральной ассоциацией. Порода содержит большое количество рудного минерала в виде дендритообразных прожилков, линз, гнезд. Трещины выполнены карбонатами, серпофитом.

Образование нефритов генетически связано с телами кварцевых диоритовых порфиридов позднего карбона или предположительно ранней перми. Внедрение этих тел, скорее, произошло в посторогенной стадии развития земной коры на начальном этапе заложения новых рифтогенных структур, о чем свидетельствуют их субщелочной состав и тектоническое положение. Судя по составу эти тела, испытывали интенсивный постмагматический высокотермальный (600–700 °C) метасоматоз, по сути, близкий процессу скарнирования. В результате кальциевого метасоматоза диорит-порфириды частично, местами полностью родингитизированы, превращены в гроссуляр-диопсидовые породы, содержащие везувиан. По мере снижения температуры привнос кальция в родингитизированных диорит-порфиридах фиксировался в виде пренитовых и кальцитовых жил. При родингитизации из субстрата выносились избытки кальция, кремнезема, фтора. Вынесенные компоненты путем инфильтрационно-диффузионного метасоматоза осаждались в экзоконтактах кварцевых диоритов, превращая приконтактные серпентиниты в нефриты актинолит-тремолитового состава. Характерная черта – проявление немалита на приконтактных частях нефритовых пород, скорее, свидетельствует об освобождении избытка магния из серпентинитов при интенсивном кальциевом метасоматозе. Мощность контактового метасоматоза была небольшой, составляя от 0,1–0,2 м в линейных частях контакта до 5,0–6,0 м в изгибах. Дальше контактовые процессы ограничивались

лишь термальным метаморфизмом, что привело к перекристаллизации серпентинитов с образованием антигорит-лизардитовых, лизардит-антигоритовых пород и обширных (мощностью до 100–150 м) участков оталькования.

В целом метасоматическую колонну образования нефритов и цветных камней на месторождении можно представить в следующем виде: родингитизированные дайки → нефриты и нефритоиды → лизардит-энстатит-тремолитовая порода → перекристаллизованные антигорит-лизардитовые и лизардит-антигоритовые серпентиниты. Поздние тектонические подвижки, проявленные сильнее всего на контактах даек и оталькованных серпентинитов, привели к интенсивному расщеплению последних и разбуриванию более жестких плотных нефритовых пород.

Очевидно, процесс внедрения даек и нефритообразования является поздним относительно асбестообразования. Последнее происходило еще до орогенеза, в океанической стадии развития земной коры, близко по возрасту с внедрением самих ультрамафитов [2]. Внедрение тел диоритовых порфиритов, сопровождавшихся интенсивным контактовым термальным метаморфизмом, привело либо к уничтожению асбестовой минерализации, либо к образованию ломких длинных волокон асбеста, серпентиниты подверглись оталькованию и лиственизации. Эти процессы в конечном итоге привели к наблюдаемому на месторождении пространственному разобщению асбестовых руд и нефритов. Итак, для обнаружения нефритов в районе можно сформулировать следующие поисковые признаки: наличие ультрамафитов в зоне глубинных разломов (сутурных линий) и серпентинитового меланжа по ним; присутствие в серпентинитах родингитизированных даек диорит-порфиритов; наличие и проявление оталькованных серпентинитов; пространственная разобщенность участков поисков от асбестопроявлений и др.

В Джетыгаринском массиве ультрамафитов, кроме действующего карьера, нефриты могут быть обнаружены на западном борту карьера вдоль глубинного разлома, разделяющего Малое и Большое перидотитовые ядра, где картированы тела диорит-порфиритов. Не исключается наличие нефритов на северном окончании массива, севернее р. Шуртанды, где серпентиниты оталькованы и прорываются линейными телами диорит-порфиритов.

Нефриты могут быть обнаружены также в других ультрамафитовых массивах, приуроченных к Джетыгаринскому глубинному разлому, – Аккаргинское, Милютинское, в которых встречены дезинтегрированные дайки диорит-порфиритов, и в ультрамафитах в зоне Тобольского глубинного разлома, расположенного восточнее Джетыгаринского. В подтверждение наших суждений необходимо отметить, что первый нефрит в Джетыгаринском рудном поле был обнаружен именно в Аккаргинском массиве.

ЛИТЕРАТУРА

1. Геология СССР. Т. XXXIV. Тургайский прогиб. Геологическое описание. Кн. 2 / Под ред. Захарова А.М., Удриса К.П. М., 1971. 312 с.
2. Джафаров Н.Н. Хризотил-асбест Казахстана. Алматы, 2000. 180 с.
3. Джафаров Н.Н., Джафаров Ф.Н. Полезные ископаемые Джетыгаринского рудного района (Кустанайское Зауралье). Алматы, 2002. 244 с.