

ГЕОЛОГИЯ РУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

УДК 553.493.531

СОСТАВ И ВОЗРАСТ НЕОБЫЧНЫХ ЦИРКОН-ТИТАНОМАГНЕТИТОВЫХ РУД ТРЕТЬЯКОВСКОГО ЗОЛОТО-ФЛЮОРИТОВОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ (ЗАПАДНОЕ ЗАБАЙКАЛЬЕ)

© 2024 г. Б. Б. Дамдинов¹, В. Б. Хубанов¹, академик РАН Н. А. Горячев^{2,3},
Л. Б. Дамдинова¹, А. Д. Извекова¹

Поступило 07.09.2023 г.

После доработки 02.10.2023 г.

Принято к публикации 03.10.2023 г.

Необычные руды циркон-титаномagnetитового состава были обнаружены нами в пределах рудного поля Третьяковского золото-флюоритового месторождения, входящего в состав Гильберинского золото-серебро-флюорит-редкометалльного рудного узла. Кварц-флюоритовые жильоподобные тела (жильные зоны), образующие месторождение, представляют собой участки сплошной метасоматической аргиллизации, флюоритизации и окварцевания мощностью порядка 0.3–1 м, редко до 2.3 м. Особенностью кварц-флюоритовых руд Третьяковского месторождения является их повышенная золотоносность. Согласно данным разведочных работ, содержание золота в рудах варьирует от 0.3 до 19.5 г/т при среднем значении 3 г/т, серебра – 1.9–18.6 г/т при среднем значении 7 г/т. Необычные циркон-титаномagnetитовые руды сложены агрегатом Fe–Ti-минералов с редкими тонкими прожилками кварц-хлоритового состава, содержащим многочисленные выделения идиоморфных кристаллов циркона и редкую вкрапленность относительно апатита, кварца и монацита. Изотопное U–Pb-датирование по циркону методом LA-ICP-MS показало значение 277 ± 1.5 млн лет, отвечающее возрасту рифтогенного магматизма Западного Забайкалья. Находка таких необычных циркон-титаномagnetитовых руд в ассоциации с золото-флюоритовым оруденением определяет возможность нахождения на территории Забайкалья нового типа комплексных руд, подобных благороднометалльным рудам Южной Австралии.

Ключевые слова: Третьяковское золото-флюоритовое месторождение, циркон-титаномagnetитовые руды, минералогия, возраст

DOI: 10.31857/S2686739724020069

ВВЕДЕНИЕ

Необычные руды циркон-титаномagnetитового состава были обнаружены нами в пределах рудного поля Третьяковского золото-флюоритового месторождения, входящего в состав Гильберинского золото-серебро-флюорит-редкометалльного рудного узла. Месторождение изначально разведывалось как флюоритовое, позднее, в ходе поисково-разведочных работ была установлена повышенная золотоносность кварц-флюоритовых руд, однако

сведения о наличии циркон-титаномagnetитовой минерализации в пределах рассматриваемого рудного узла ранее отсутствовали. Как попутный компонент цирконий известен в рудах Оротского бериллиевого месторождения [1]. Собственно, циркониевые так же, как и титан-циркониевые коренные месторождения и рудопроявления в Западном Забайкалье неизвестны. В статье приводятся результаты исследований минерального и химического состава циркон-титаномagnetитовых руд и данные по изотопному возрасту, полученные путем LA-ICP-MS U–Pb-датирования цирконов.

ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ

Гильберинский золото-серебро-флюорит-редкометалльный рудный узел расположен в Западном Забайкалье в 40 км к западу от г. Улан-Удэ.

¹Геологический институт им. Н.Л. Добрецова Сибирского отделения Российской Академии наук, Улан-Удэ, Россия

²Северо-Восточный комплексный научно-исследовательский институт им. Н.А. Шило Дальневосточного отделения Российской Академии наук, Магадан, Россия

³Институт геохимии им. А.П. Виноградова Сибирского отделения Российской Академии наук, Иркутск, Россия

по мощным зонам интенсивного дробления и милонитизации пород. При этом самыми древними считаются разломы широтного простирания. Наиболее крупные разломы протягиваются в виде полос шириной от 50 до 300 м интенсивно катаклазированных и милонитизированных пород в северо-восточном направлении. Основные проявления флюорита Гильберинского рудного узла (Третьяковское, Медведевское и др.) приурочены к участкам пересечения крупных разломов северо-восточного и северо-западного простирания, и их рудные тела расположены в опеляющих эти разломы разрывных структурах.

Кварц-флюоритовые жилоподобные тела Третьяковского месторождения приурочены к мощной (до 80 м) зоне северо-восточного простирания, сложенной брекчированными, дробленными (катаклазиты) и перетертыми (милониты) породами, развитыми по сиенитам, участками, превращенными в брекчии (рис. 1). Пострудные разрывные нарушения, секущие флюоритовые жилы, имеют субширотное направление с падением на север под углом 50–70°.

Наблюдения показали, что кварц-флюоритовые жилоподобные тела (жилыные зоны) представляют собой участки сплошной метасоматической аргиллизации, флюоритизации и окварцевания мощностью порядка 0.3–1 м, редко до 2.3 м. На всем протяжении жильной зоны довольно мощные (до 2 м) раздувы кварцево-флюоритового состава сменяются пережимами или переходят в зоны минерализации со слабо выраженной флюоритизацией. На флангах отмечаются расчленение зон на маломощные прожилки и появление кулисообразно расположенных рудовмещающих разрывных структур.

Особенностью кварц-флюоритовых руд Третьяковского месторождения является их повышенная золотоносность. Согласно данным разведочных работ, содержания золота в рудах варьируют от 0.3 до 19.5 г/т при среднем значении 3 г/т, серебра – 1.9–18.6 г/т при среднем значении 7 г/т (неопубликованные данные А.П. Борисова и др., 1968 г.). Золоторудная минерализация приурочена к участкам прожилкового окварцевания флюоритовых руд. С глубиной содержание золота в рудах увеличивается, а на глубине 40 м в кварц-флюоритовых рудах была установлена сульфидная минерализация (пирит, пирротин, халькопирит и станнин), слагающая до 20% объема породы. Анализ штучных проб кварц-флюоритовых руд, отобранных нами из поверхностных горных выработок, показал содержание золота в пределах 0.2–0.62 г/т.

МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Петрографические и минераграфические исследования проводились с использованием рудно-петрографических микроскопов марок “Olympus” BX-51 и Полар-3. Аналитические исследования выполнены в ЦКП “Геоспектр” ГИН СО РАН, г. Улан-Удэ. Химический состав минералов определялся Е.В. Ходыревой и С.В. Каникиным методом рентгеноспектрального микроанализа на сканирующем электронном микроскопе LEO-1430VP с энерго-дисперсионным спектрометром “INCA Energy” 350. Содержания элементов-примесей в рудах были определены методом РФА Жалсараевым Б.Ж., Бартановой С.В. Изотопное датирование цирконов было проведено методом LA-ICP-MS по методике, опубликованной в работе [3]. Для анализа из образца сливной циркон-титаномagnetитовой руды был изготовлен полированный аншлиф и отобраны зерна циркона, средняя размерность которых составляет 0.2–0.3 мм. Зерна циркона были продатированы методом LA-ICP-MS непосредственно из аншлифа. Точки анализа расположены в центральных частях зерен цирконов для исключения влияния окружающих минералов на результаты датирования.

ЦИРКОН-ТИТАНОМАГNETИТОВАЯ МИНЕРАЛИЗАЦИЯ

Обломки необычных циркон-титаномagnetитовых руд были найдены в рудном поле Третьяковского месторождения, в центральной части в зоне метасоматитов, параллельной основному рудному телу (рис. 1). Внешне образцы руд представляют собой угловатые обломки от темно-серого до черного цвета, массивной текстуры (рис. 2). Они сложены почти сплошным агрегатом, состоящим из смеси Fe–Ti-минералов, образующих решетчатые и пластинчатые структуры распада, с многочисленными выделениями кристаллов циркона (рис. 3 а, б). Кроме циркона, в основной массе агрегата присутствует вкрапленность относительно мелких кристаллов апатита со сглаженными очертаниями, а также отдельные зерна кварца и монацита. Тонкие секущие прожилки сложены агрегатами кварца, хлорита с редкими зернами карбонатов (сидерита) и монацита. В межзерновых пространствах зерен титаномagnetита отмечаются фрагменты окварцованных катаклазитов и кварцевых прожилков, практически идентичных катаклазитам и прожилкам, наблюдаемым в кварц-флюоритовых рудах, что может служить одним из доказательств



Рис. 2. Внешний вид образцов циркон-титаномagnetитовых руд.

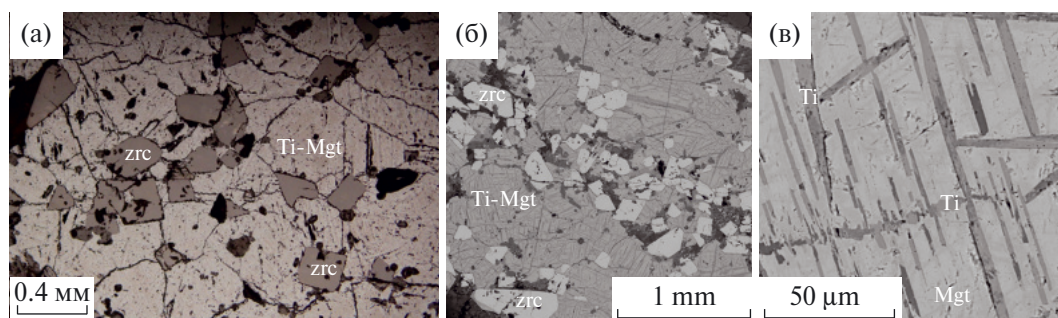


Рис. 3. Общий вид циркон-титаномagnetитового агрегата и структуры распада: а – фото в отраженном свете; б – в обратно-рассеянных электронах; в – увеличенное изображение пластинчатых выделений титановых минералов в магнетите; заметны неоднородности состава, различающиеся по оттенкам в обратно-рассеянных электронах. Ti-Mgt – агрегат Fe-Ti-минералов; zrc – циркон; Mgt – магнетит; Ti – титановые минералы.

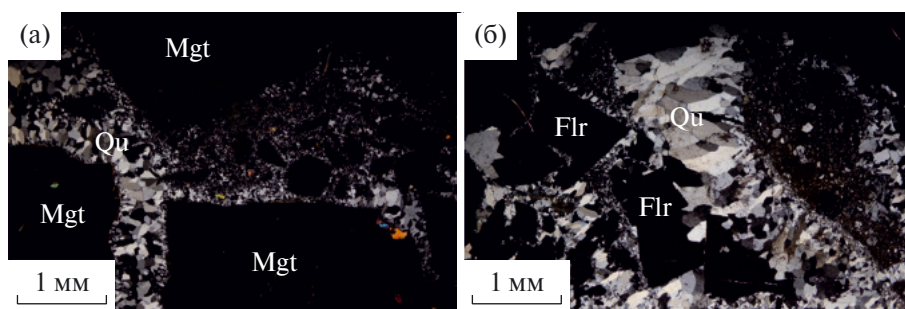


Рис. 4. Фотографии шлифов циркон-титаномagnetитовой (а) и кварц-флюоритовой (б) руд.

связи циркон-титаномagnetитовых и кварц-флюоритовых руд (рис. 4).

Преобладающими минералами Fe-Ti-агрегата является магнетит, содержащий многочисленные пластинчатые вросстки титановых минералов, среди которых нами диагностированы ильменит (манганоильменит), Fe-Ti-оксид, близкий по составу к псевдуриту

(в дальнейшем условно назван псевдуритом), рутил и магнетит (титаномagnetит) (рис. 5). При больших увеличениях видно, что пластинчатые выделения структуры распада неоднородны и состоят из нескольких вышеперечисленных титановых минералов (рис. 3 в).

Магнетит практически всегда содержит примесь TiO_2 (0.33–3.92 мас. %). Примерно

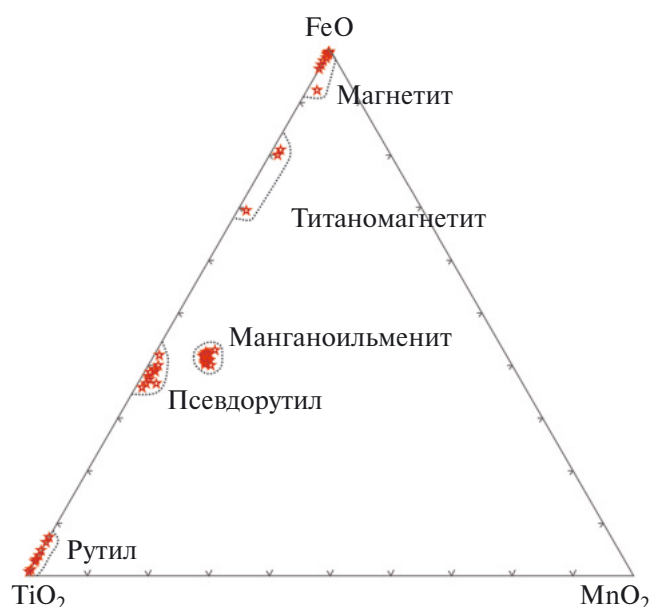


Рис. 5. Диаграмма состава Fe–Ti-минералов циркон-титаномagnetитовых руд.

в половине проанализированных зерен отмечается Al_2O_3 (0.45–1.06 мас. %).

Содержания MnO в манганомagnetите варьируют в интервале 7.6–10.4 мас. %. В единичных случаях отмечаются примеси Al_2O_3 (до 1.08 мас. %), MgO (до 1.06 мас. %), V_2O_3 (до 0.63 мас. %). Отношение Ti/Fe варьируют в пределах 1.11–1.36.

Титаномagnetит характеризуется относительно низким содержанием TiO_2 (до 31.09 мас. %), следовательно, имеет низкое значение Ti/Fe отношения (0.22–0.42). Минерал также содержит примесь MnO (1.27–1.37 мас. %).

Псевдурит по химическому составу отличается от ильменита пониженным содержанием Fe, значения Ti/Fe-отношения относительно повышены, 1.46–1.76. В составе минерала всегда присутствует примесь марганца (MnO = 0.85–2.66 мас. %). В некоторых случаях установлена примесь Al_2O_3 (до 0.57 мас. %) и V (до 0.68 мас. %).

Рутит практически всегда содержит примеси FeO (1.04–6.68 мас. %). В одном случае зафиксирована примесь MnO (0.84 мас. %).

Для оценки температуры формирования руд была использована программа ильменит-мagnetитовой термобарометрии ILMAT [4]. Температуры, рассчитанные по трем парам ильменит-мagnetит, показали значения 379, 404 и 530 °C, соответствующие относительно

низкотемпературным условиям кристаллизации Fe–Ti-минералов.

Циркон присутствует в виде вкрапленности и скоплений кристаллических зерен, распространенных по всему объему исследуемых руд (рис. 3 а, б). Содержание кристаллов циркона достигает 10–15 об. %. Кристаллы циркона в срезах часто имеют квадратную, ромбовидную, реже треугольную форму (срезы тетрагональных дипирамид), также присутствуют срезы удлиненных тетрагональных призм с развитыми гранями тетрагональных дипирамид (рис. 3 а, б). По морфологии цирконов, на основе классификационной таблицы, опубликованной в работе [5], температура образования цирконов попадает в интервал 600–650 °C, а источником цирконов могут быть субщелочные породы мантийного генезиса. Состав циркона однородный, зональность не выявлена, примесей на уровне чувствительности анализа (0.1 мас. %) также не установлено.

В краевой части одного из кристаллов циркона диагностировано выделение бадделейта. В составе бадделейта присутствует примесь HfO_2 – 1.72 мас. %.

Апатит присутствует в меньшем количестве, чем циркон, но, тем не менее, слагает равномерную редкую вкрапленность относительно мелких кристаллов со сглаженными границами, развитую по всему объему руд. Содержание зерен апатита примерно 3–5 об. %. По химическому составу минерал относится к фтороапатиту, содержания F варьируют в пределах 2.43–4.39 мас. %. В большинстве проанализированных зерен присутствует также примесь Cl (до 0.32 мас. %). Апатит характеризуется повышенными содержаниями РЗЭ. Так, в его составе всегда присутствуют примеси Ce (Ce_2O_3 = 0.7–3.89 мас. %), в некоторых проанализированных зернах присутствует La (La_2O_3 = 0.67–1.22 мас. %) и реже Nd (Nd_2O_3 – до 1.39 мас. %). В ряде случаев зафиксированы примеси FeO (до 0.99 мас. %).

Монацит слагает редкие округлые зерна в рудном агрегате, также присутствует в секущих кварц-хлоритовых прожилках в виде тонкой вкрапленности, иногда встречается в продуктах вторичного изменения апатита. В химическом составе монацита преобладает Ce (Ce_2O_3 = 34.69–36.18 мас. %), однако, содержания других лантаноидов также повышены: La_2O_3 = 14.21–15.76 мас. %, Nd_2O_3 = 12.14–14.23 мас. %, Pr_2O_3 = 3.22–4.07 мас. %. В монаците присутствуют примеси ThO_2 – до 1.59 мас. % и CaO – до 1.13 мас. %.

Таблица 1. Химический состав и содержания элементов-примесей в образце циркон-титаномagnetитовой руды (обр. Т-21–2)

SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃ +FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	TiO ₂	P ₂ O ₅	Сумма
9.90	0.91	71.06	1.15	0.16	0.40	0.89	0.05	14.58	0.54	99.65
Sc	V	Cr	Co	Cu	Zn	Ga	As	S	Sn	Bi
14	18	27	44	10	816	39	6	218	8.7	23
Ba	Rb	Sr	Y	Zr	Hf	Nb	Ta	Pb	Th	U
2	5.5	25	118	8900	263	320	57	27	26	23

Примечание: содержания петрогенных окислов даны в мас. %, содержания элементов-примесей — в г/т.

Хлорит совместно с кварцем и монацитом слагает тонкие прожилки, заполняющие трещины в агрегате, а также встречается в виде отдельных пластинчатых зерен. В химическом составе хлорита преобладает FeO (25.6–29.5 мас. %), но в одном случае установлено зерно магнетитового хлорита (MgO — 26.18 мас. %), слагающее пластинчатое выделение на границе зерен апатита, циркона и Fe–Ti-минералов.

В химическом составе образца циркон-титаномagnetитовых руд преобладают Fe (сумма оксидов Fe — 71.06 мас. %) и Ti (TiO₂ — 14.58 мас. %) (табл. 1). В значимых концентрациях присутствуют SiO₂ (9.9 мас. %), MnO (1.15 мас. %) и P₂O₅ (0.54 мас. %). Содержания других петрогенных элементов низкие — на уровне десятых долей мас. %. Содержание Zr составляет 0.89 мас. %. Из элементов-примесей можно отметить относительно повышенные концентрации Zn, Nb, Hf и Y (табл. 1).

U–Pb-ДАТИРОВАНИЕ

Наличие большого количества зерен циркона позволило провести изотопное U–Pb-датирование. Возраст образца был определен по точке пересечения конкордии и дискордии, построенной по 25 точкам измерения с помощью Excel-макроса Isoplot. Полученное значение изотопного возраста составило 277±1.5 млн лет (рис. 6). Учитывая, что дискордантное положение некоторых точек, вероятно, обусловлено наличием в цирконах нерадиогенного свинца, то также рассчитан (Isoplot) средневзвешенный ²⁰⁶Pb/²³⁸U-возраст с ²⁰⁷Pb-коррекцией на обыкновенный свинец, который составил 277±1 со СКВО = 0.4 по 25 измерениям. Хорошая сходимость данных датирования в разных точках анализа свидетельствует об отсутствии возможного влияния факторов, вызывающих искажение результатов, — попадания в кратер фрагментов окружающих

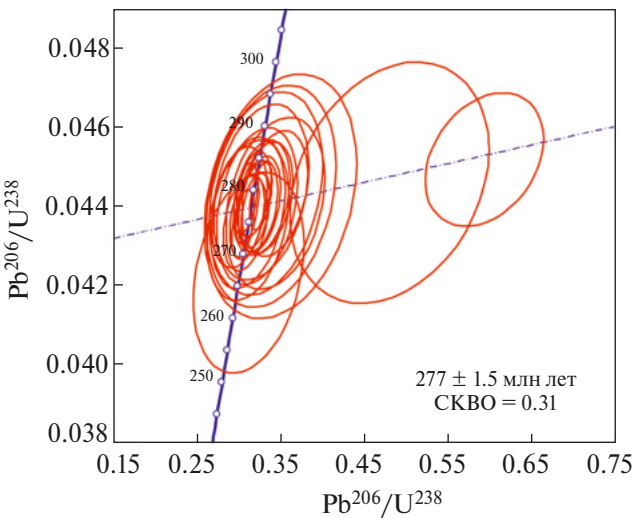


Рис. 6. U–Pb-диаграмма с конкордией.

минералов, загрязнения поверхности циркона при полировке и т.д.

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Месторождения титана большей частью связаны с проявлениями базитового магматизма, тогда как коренные проявления циркония известны в щелочных породах. В то же время известно, что титан и цирконий могут совместно концентрироваться в сложных щелочно-магматических комплексах. Например, ассоциация Nb-содержащего ильменорутила и циркона установлена в альбит-рибекит-эгириносодержащих метасоматитах, связанных с щелочными сиенитами, на месторождении Соболиха в южной части Приморья [6].

Следует отметить, что в пределах центральной части Западного Забайкалья, в незначительной удаленности, не более первых десятков километров от Третьяковского месторождения, известны тела массивных и вкрапленных

титаномагнетитовых руд в составе позднепалеозойских расслоенных интрузий перидотит–габброидного состава (Арсентьевский, Оронгойский массивы) [7]. Однако циркон, тем более в количествах до 10–15%, в рудах этого типа не известен. Кроме того, химический состав проанализированного образца циркон-титаномагнетитовой руды показал высокое содержание Fe, Ti, Zr и повышенное – Mn. Содержание Nb, часто присутствующего в качестве примеси в титановых рудах, относительно низкое. Микроскопические исследования показали, что в структуре распада Fe–Ti-твердого раствора присутствует целый набор титановых минералов с различными соотношениями главных элементов. В то же время магматические титаномагнетитовые руды, развитые в рассматриваемом районе, характеризуются достаточно однородным составом пластинчатых вростков ильменита [7]. Следует заметить, что состав ильменита в титаномагнетитовых рудах магматического генезиса закономерно меняется в зависимости от изменений условий их кристаллизации, а неоднородности состава фиксируются только в случаях наличия разных генераций Fe–Ti-минералов [8]. Таким образом, минеральная ассоциация, химический валовый состав циркон-титаномагнетитовых руд и неоднородности состава титановых минералов в этих рудах могут являться одними из индикаторов немагматического происхождения циркон-титаномагнетитовой минерализации Третьяковского месторождения.

Поскольку идиоморфные кристаллы циркона не обнаруживаются в качестве включений в титаномагнетите, то, по-видимому, цирконы характеризуются более ранним образованием. Эти взаимоотношения подтверждаются оценками температурных условий кристаллизации. Особенности морфологии цирконов, согласно классификации в работе [5], указывают на их кристаллизацию при температурах порядка 600–650 °С. Магнетит-ильменитовая минеральная термометрия показала более низкотемпературные условия минералообразования – 379–530 °С. При этом нерудная составляющая сложена окварцованной породой, весьма схожей по морфологии с окварцованным аргиллизированным катаклазитом по сиенитам, вмещающим кварц-флюоритовые руды Третьяковского месторождения. Минералы базитовых или щелочных пород или их реликты в нерудной составляющей циркон-титаномагнетитовых руд отсутствуют, что также не позволяет увязать

появление этих руд со становлением расслоенных габброидных интрузий.

Совокупность данных о геологическом строении, минеральном и химическом составе руд, составе слагающих их минералов, низкотемпературных условиях их образования позволяют предполагать метасоматическую природу циркон-титаномагнетитовых руд Третьяковского месторождения.

Возраст золото-флюоритового оруденения, пространственно ассоциирующего с местом нахождения циркон-титаномагнетитовых руд, неизвестен, но наблюдаемые признаки связи кварц-флюоритовых и циркон-титаномагнетитовых руд позволяют предполагать их близкий возраст, поскольку и те, и другие руды развиты по одному субстрату – тектонически и метасоматически преобразованным сиенитам. Можно предположить, что формирование руд происходило метасоматическим путем за счет флюидов, отделившихся от магмы повышенной щелочности, кристаллизовавшейся на глубине, и такое сонахождение, наряду с развитием монацита в массе изученных руд, сближает минерализацию Третьяковского месторождения с месторождениями ЮСГ-типа. В частности, аналогами такой минерализации можно рассматривать объекты Таркула пояс кратона Гаулер в Южной Австралии [9], где известны месторождения с многостадийными рудами, связанными с дайками диоритов (магнетит-хлорит-кварцевая, серицит-кварц-пиритовая с золотом, карбонат-флюоритовая и др.) [10].

Значение изотопного возраста, 277 млн лет, полученное для циркона, сопоставимо с возрастом (~280 млн лет) расслоенных перидотит–габброидных массивов (Оронгойский, Арсентьевский и др.), несущих титаномагнетитовое оруденение. Однако к этому же времени приурочено и формирование ассоциаций гранитоидов высокой щелочности: многофазного сиенит – щелочной сиенит – щелочно-гранитного Брянского плутона (279–283 млн лет) [11], бимодальной трахибазальт–трахит–комендитовой дайковой серии (277–283 млн лет) [12], распространенных относительно недалеко от Гильберинского рудного узла. Все эти магматические ассоциации входят в состав Северо-Монгольского–Забайкальского рифтового пояса, протяженность которого составляет около двух тысяч километров от Монгольского Алтая на западе до Олёкма-Станового нагорья на востоке и формирование которого имело место в пермь-триасовое время [13, 14]. Таким образом, можно заключить, что циркон-титаномагнетитовые

и золото-кварц-флюоритовые руды были сформированы в позднем палеозое гидротермально-метасоматическим путем и связаны с развитием крупной рифтогенной структуры.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Необычные циркон-титаномagnetитовые руды найдены в рудном поле Третьяковского золото-флюоритового месторождения. Руды состоят из агрегата Fe–Ti-минералов, среди которых основную массу составляет магнетит, содержащий пластинчатые вроски (структуры распада твердого раствора) титансодержащих минералов – манганомангана, рутила, псевдорутита, титаномagnetита в ассоциации с кристаллами циркона, содержание которых в породе достигает 10–15 об. %, также присутствует апатит (3–5 об. %). По морфологии цирконов предполагаются относительно низкотемпературные условия их формирования, что в совокупности с необычной циркон-титаномagnetитовой ассоциацией позволяет предполагать метасоматическую природу руды. Значение изотопного возраста цирконов составляет 277 ± 1.5 млн лет, отвечающее возрасту рифтогенного магматизма Западного Забайкалья. Находка таких необычных циркон-титаномagnetитовых руд в ассоциации с золото-флюоритовым оруденением определяет возможность нахождения на территории Забайкалья нового типа комплексных руд подобных благороднометалльным рудам Южной Австралии.

ИСТОЧНИК ФИНАНСИРОВАНИЯ

Исследования выполнены в рамках государственного задания ГИН СО РАН, проект № АААА-А21-121011390003-9 и ИГХ СО РАН, проект IX.130.3.1 (№ 0284-2021-0001).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Куприянова И.И., Шпанов Е.П., Новикова М.И., Журкова З.А.* Бериллий России: состояние, проблемы развития и освоения минерально-сырьевой базы. М.: Геоинформмарк, 1996. 40 с.
2. *Платов В.С., Терещенков В.Г., Савченко А.А., Бусуек С.М., Аносова Г.Б., Полянский С.А.* Государственная геологическая карта Российской Федерации масштаба 1:200 000. Лист М-48-VI. Селенгинская серия. Объяснительная записка. – М.: МФ ВСЕГЕИ, 2013. 156 с.
3. *Хубанов В.Б., Буянтуев М.Д., Цыганков А.А.* U–Pb изотопное датирование цирконов из PZ₃–Mz магматических комплексов Забайкалья методом магнитно-секторной масс-спектрометрии с лазерным пробоотбором: процедура определения и сопоставление с SHRIMP данными // Геология и Геофизика. 2016. Т. 57. № 1. С. 241–258.
4. *Lepage L.D.* ILMAT: An Excel worksheet for ilmenite–magnetite geothermometry and geobarometry // Computers & Geosciences. 2003. V. 29. P. 673–678.
5. *Pupin J.P.* Zircon and granite petrology // Contributions to Mineralogy and Petrology. 1980. V. 73. P. 207–220.
6. Геодинамика, магматизм и металлогения Востока России: в 2 кн./ под ред. А.И. Ханчука. Владивосток: Дальнаука, 2006. Кн. 2. С. 573–981.
7. *Бадмацыренова Р.А., Орсов Д.А., Бадмацыренов М.В., Канакин С.В.* Титаномagnetит-ильменитовое оруденение Арсентьевского габбро-сиенитового массива Западного Забайкалья // Известия Сибирского отделения Секции наук о Земле РАН. 2011. № 1 (38). С. 57–66.
8. *Холоднов В.В., Бочарникова Т.Д., Шагалов Е.С.* Состав, возраст и генезис магнетит-ильменитовых руд стреднерифейского стратифицированного Медведевского массива (Кусинско-Копанский комплекс Южного Урала) // Литосфера. 2012. № 5. С. 145–165.
9. *Горячев Н.А.* Рудные месторождения в истории Земли. Тектоно-металлогенический очерк. Владивосток: Дальнаука, ИП Сердюк, 2021, 208 с.
10. *Budd A.R., Skirrow R.G.* The Nature and Origin of Gold Deposits of the Tarcoola Goldfield and Implications for the Central Gawler Province, South Australia // Economic Geology. 2007. V 102. No 8. P. 1541–1563.
11. *Litvinovsky B.A., Bor-ming Jahn, Zanzvilevich A.N., Saunders A., Poulain S., Kuzmin D.V., Reichov M.K., Titov A.V.* Petrogenesis of syenite- granite suites from the Bryansky complex (Transbaikalia, Russia): implications for the origin of A-type granitoid magmas // Chemical Geology. 2002. V. 189 (1–2). P. 105–133.
12. *Буянтуев М.Д., Хубанов В.Б., Врублевская Т.Т.* U–Pb LA-ICP-MS датирование цирконов из субвулканитов бимодальной дайковой серии Западного Забайкалья: методика, свидетельства позднепалеозойского растяжения земной коры // Геодинамика и тектонофизика. 2017. Т. 8. № 2. С. 369–384.
13. *Занвиевич А.Н., Литвиновский Б.А., Андреев Г.В.* Монголо-Забайкальская щелочно-гранитоидная провинция. Москва: Наука. 1985. 232 с.
14. *Ярмолюк В.В., Литвиновский Б.А., Коваленко В.И., Бор-мин Джань, Занвиевич А.Н., Воронцов А.А., Журавлев Д.З., Посохов В.Ф., Кузьмин Д.В., Сандимирова Н.П.* Этапы формирования и источни-

- ки щелочно-гранитоидного магматизма Северо-Монгольского – Забайкальского рифтового пояса в перми и триасе // Петрология. 2001. Т. 9. № 4. С. 350–380.
15. Быховский Л.З., Потанин С.Д. Геолого-промышленные типы редкометальных месторождений. Москва: РИС ВИМС. 2009. 156 с.
16. Гордиенко И.В., Бадмацыренова Р.А., Ланцева В.С., Елбаев А.Л. Селенгинский рудный район Западного Забайкалья: структурно-минерогеническое районирование, генетические типы месторождений и геодинамические условия их образования // Геология рудных месторождений. 2019. Т. 61. № 5. С. 3–36.

COMPOSITION AND AGE OF UNUSUAL ZIRCON-TITANOMAGNETITE ORES FROM TRETYAKOVSKOE GOLD-FLUORITE DEPOSIT (WESTERN TRANSBAIKALIA)

**B. B. Damdinov^a, V. B. Khubanov^a, Academician of the RAS N. A. Goryachev^{b, c},
L. B. Damdinova^a, A. D. Izvekova^a**

^a*Dobretsov Geological Institute, Siberian Branch of the Russian Academy of Science, Ulan-Ude, Russian Federation*

^b*North-East Interdisciplinary Scientific Research Institute, Far East Branch
of the Russian Academy of Science, Magadan, Russian Federation*

^c*Institute of Geochemistry, Siberian Branch of the Russian Academy of Science, Irkutsk, Russian Federation*

Unusual zircon-titanomagnetite ores were discovered the ore field of the Tretyakovskoe gold-fluorite deposit, which is part of the Gilberinsky gold-silver-fluorite-rare-metal ore cluster. Quartz-fluorite vein-like bodies (vein zones) forming the deposit are areas of metasomatic argillization, fluoritization and silicification, with a thickness of about 0.3–1 m, rarely up to 2.3 m. A feature of quartz-fluorite ores of the Tretyakovskoe deposit is their increased gold content. According to exploration data, gold grades in ores vary from 0.3 to 19.5 ppm, with an average value of 3 ppm, silver – 1.9–18.6 ppm, with an average value of 7 ppm. Unusual zircon-titanomagnetite ores are composed of an aggregate of Fe-Ti minerals with rare thin veinlets of quartz-chlorite composition, containing numerous segregations of idiomorphic zircon crystals and rare dissemination relative to apatite, quartz and monazite. In situ U-Pb isotopic dating of zircon using LA-ICP-MS showed a value of -277 ± 1.5 Ma, corresponding to the age of rift magmatism in Western Transbaikalia. The discovery of such unusual zircon-titanomagnetite ores in association with gold-fluorite mineralization determines the possibility of finding a new type of complex ores similar to the precious metal ores of South Australia in the territory of Transbaikalia.

Keywords: Tretyakovskoe gold-fluorite deposit, zircon-titanomagnetite ores, mineralogy, age