

УДК 553.07

DOI: 10.21209/2227-9245-2021-27-3-42-52

ФОСФАТЫ СТРЕЛЬЦОВСКОГО РУДНОГО ПОЛЯ ЮГО-ВОСТОЧНОГО ЗАБАЙКАЛЬЯ (ЧАСТЬ II)

PHOSPHATES OF THE STRELTSOVSKY ORE FIELD OF SOUTH-EASTERN TRANSBAIKALIA (PART II)



Ю. В. Павленко, Забайкальский государственный университет, г. Чита
pavurva@mail.ru

Yu. Pavlenko, Transbaikal State University, Chita

Уточнена достоверность выводов геологов, создавших на территории Стрельцовского рудного поля (СРП) Юго-Восточного Забайкалья крупнейшую урановорудную базу страны, о принадлежности пространственно обособленной фосфатной минерализации и мощного промышленного оруденения к единому заключительному этапу позднемезозойской тектономагматической активизации. Актуальность исследования заключается в необходимости изучения геологических материалов по СРП и прилегающего к нему района для оценки перспектив вовлечения в эксплуатацию фосфатной минерализации, развитой на флангах урановых месторождений, осваиваемых по государственной программе ТОР. Объектом исследования являются «слепые» Аргунское и Жерловое месторождения и их западные фланги на поверхности; предметом – фосфатная минерализация, развитая в блоке терригенно-карбонатных пород. *Цель исследований* – уточнить время и особенности формирования фосфатов. *Задача* – оценить промышленную значимость фосфатного оруденения для принятия решения о целесообразности дополнительного изучения этого дефицитного сырья. Методология исследования базируется на интерпретации геологических фактов, приведённых в литературных и фондовых материалах, использовании понятий, терминов, создании гипотез и их следствий, непротиворечивость сопоставления которых с установленными фактами определяет относительно высокую достоверность геологических результатов. Используются описательный метод, учитывающий систему взаимосвязанных непротиворечивых положений, и метод теоретического моделирования, который поднимает на более высокий научный уровень стратегические цели познания природы. Результаты исследований приведены в трёх статьях (частях). Во второй части приведена характеристика уран-молибденовых месторождений, фосфатов региона и СРП, Таланского проявления апатитов. Установлено, что Таланское проявление, несмотря на ограниченный объём предполагаемых запасов, имеет исключительно благоприятные условия экономической целесообразности изучения и, возможно, промышленного освоения. Фосфатная минерализация относится к комплексу докембрийских метаморфических пород. Апатит-карбонатный и апатит-силикатный подтипы фосфатной сорбционно-биогенной металлогенной формации сочетают перспективные второй и третий по значимости промышленные типы месторождений апатита. Рекомендовано выполнить геологоразведочные работы оценочной стадии на площади 20 га, обратив особое внимание на разработку технологии переработки минерального сырья, и апробировать электротермический способ получения эффективных плавящихся фосфато-магниевого удобрений, использованный в проекте Селигдарского горно-химического комплекса

Ключевые слова: фосфаты; Аргунское месторождение урана; рифейские фосфориты; магматические апатиты; Таланское проявление; Стрельцовское рудное поле; Юго-Восточное Забайкалье; ураново-рудная база страны; фосфатная минерализация, промышленный тип месторождений

The reliability of the conclusions of geologists who created the largest uranium ore base in the country on the territory of the Streltsovsky ore field (SRP) in South-Eastern Transbaikalia, about the spatially isolated phosphate mineralization and powerful industrial mineralization belonging to a single final stage of Late Mesozoic tectonomagmatic activation, is clarified. The relevance of the research is the need to study the geological materials on the PSA and the surrounding area to assess the prospects for involving in the exploitation of phosphate mineralization developed on the flanks of uranium deposits developed under the state program of the TOP.

The object of study is the “blind” Argun and Zherlovoe deposits and their western flanks on the surface, and the subject is the phosphate mineralization developed in the block of terrigenous-carbonate rocks. The purpose of the research is to clarify the time and features of the phosphates’ formation, and the task is to assess the industrial significance of phosphate mineralization to make a decision on the feasibility of additional study of this scarce raw material. The methodology of scientific research is based on the interpretation of geological facts given in the literature and stock materials, use of concepts, terms, creation of hypotheses and their consequences, consistency of the comparison of which with the established facts determines the relatively high reliability of geological results. The author has used a descriptive method that takes into account a system of interrelated consistent positions, and a method of theoretical modeling, which raises the strategic goals of nature cognition to a higher scientific level. The results of the research are presented in three articles (parts). The second part describes the characteristics of uranium-molybdenum deposits, phosphates of the region and PSA, and the Talan manifestation of apatites. It is established that the Talan manifestation, despite the limited volume of the estimated reserves, has extremely favourable conditions for the economic feasibility of its study and, possibly, industrial development. Phosphate mineralization belongs to the complex of Precambrian metamorphic rocks. Apatite-carbonate and apatite-silicate subtypes of the phosphate sorption-biogenic metalliferous formation combine the promising second and third most important industrial types of apatite deposits. It is recommended to perform geological exploration of the estimated stage on an area of 20 hectares, paying special attention to the development of technology for processing mineral raw materials and to test the electrothermal method for producing effective fused phosphate-magnesium fertilizers used in the project of the Seligdar mining and Chemical Complex

Key words: phosphates; Argun uranium deposit; Riphean phosphorites; igneous apatites; Talan manifestation; Streltsovskoye ore field; South-Eastern Transbaikalia; uranium ore base of the country; phosphate mineralization, industrial type of deposits

Введение. В первой части статьи изложены сведения о структурно-геологической позиции региона, рудного поля, особенности геологического строения Западного тектонического блока СРП, а также Аргунского и Жерлового урановых месторождений. Установлено, что фосфатная минерализация является продуктом метаморфических преобразований рифейских фосфоритов и магматических апатитов, связанных со среднерифейским умеренно щелочным перидотит-габбро-габбродиоритовым комплексом. Фосфатная минерализация старше позднемезозойского уранового и других видов промышленного оруденения минимум на 1 млрд лет¹.

Генетические особенности промышленного оруденения СРП широко освещены в специальной литературе [1; 6–14; 24; 26]. Научный и большой практический интерес представляют «нетрадиционная» для рудного поля апатитовая и франколитовая минерализация Талаинского проявления.

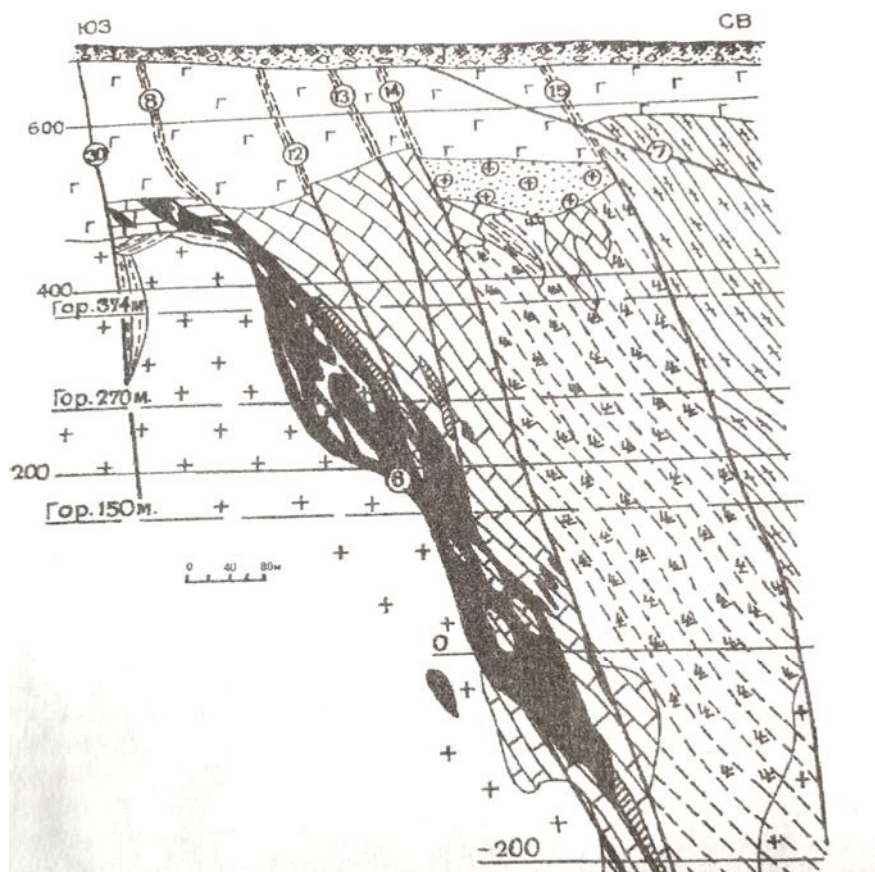
Уран-молибденовые месторождения. Аргунское месторождение расположено в блоке метаморфических битуминозных доломитов и терригенных пород надаровской свиты, прорванных субвулканическими интрузивами граносиенитов, сиенито-диоритов и гранит-порфиров (рис. 1). Они прорваны и габброидами стрельцовского комплекса, и позднемезозойскими дайками сиенит-порфировириолитов. В рудовмещающих породах широко проявлены постгранитизационные высоко-среднетемпературные изменения и поствулканические рудоносные низкотемпературные минеральные комплексы. В известняках, амфиболитах и сланцах накапливаются гранат, ильменит, магнетит-мартит, эпидот, хлорит, повышенные содержания олова, вольфрама, лития, скандия, ванадия, хрома, никеля и кобальта.

Аргунское и Жерловое месторождения представлены низкотемпературным гидротермальным оруденением молибден-урановой формации [11]. Промышленному ру-

¹Павленко Ю. В. Научные и методологические принципы изучения недр: монография. – Чита: ЗабГУ, 2020. – 186 с.

дообразования предшествовали процессы кремнещелочного метасоматоза, сопровождаемые образованием кварц-микроклин-альбитовых метасоматитов, скарнидов, и процессы кислотного выщелачивания, обеспечившие интенсивную грейзенизацию пород. Рудообразующие процессы происходили после завершения вулканизма и полной консолидации вулканических пород при сме-

шивании ювинильных металлоносных флюидов и поверхностных растворов на глубине 1800...2500 м от уровня современного среза. Карбонатные рудоносные растворы температуры 280...230 °С содержали высокие концентрации калия, натрия, лёгких углеводородов (метана, этана и пр.), окиси углерода, а низкие – хлора [22; 23].



1 2 3 4 5 6 7 8

9

Рис. 1. Геологический разрез Аргунского месторождения по разведочной линии 101 [6]: 1 – рыхлые отложения; 2 – базальты (нижний покров); 3 – конгломераты; 4 – позднепалеозойские метасоматические граниты; 5 – доломитизированные известняки; 6 – ортоамфиболиты; 7 – биотит-амфиболовые гнейсы; 8 – тектонические швы и их номера: а – крутопадающие; б – пологие; 9 – молибден-урановые рудные тела: а – рядовые и богатые руды; б – убогие руды / Fig. 1. Geological section of the Argun deposit according to exploratory lines 101 [6]: 1 – loose deposits; 2 – basalts (lower cover); 3 – conglomerates; 4 – late paleozoic metasomatic granites; 5 – dolomitic limestones; 6 – orthoamphibolites; 7 – biotite-amphibol gneisses, 8 – tectonic seams and their numbers: a – steeply falling; b – gentle; 9 – molybdenum-uranium ore bodies: a – ordinary and rich ores, b – wretched ores

Доломитизированные известняки, химически контрастные с гранитами, играли роль геохимических барьеров на пути фильтрации рудоносных растворов, способствовали осаждению рудных компонентов. Штокверковые и жилообразные рудные тела пространственно взаимосвязаны между собой. Первые чаще приурочены к крутопадающим разрывным трещинам, оперяющим основные тектонические швы. Мощность залежей 20...70 м, протяжённость достигает 300 м, высота 50...200 м. Сплошность оруденения зависит от плотности минерализованных трещин; нередко оруденелые интервалы мощностью 2...30 м перемежаются с безрудными мощностью до 3 м. Установлено 10 штокверкоподобных рудных залежей, из которых одна включает 63 % запасов урана [7].

Процесс низкотемпературной минерализации протекал в шесть стадий: 1 – аргиллизации; 2 – криптоварц-сидерит-сульфидную; 3 – альбит-браннеритовую (1-я рудная стадия); 4 – кварц-молибденит-коффинит-настурановую (2-я рудная стадия – главная); 5 – кварц-молибденит-флюоритовую (3-я рудная стадия); 6 – кварц-флюорит-кальцитовую (пострудная). На территории восточного блока кальдеры во внутренней зоне ореолов аргиллизации гидрослюдизированных гранитов увеличивается содержание Mo, Pb, Zn, Ag, Cu и происходит перераспределение Be, U, Ti, Sn, Mn. За пределами Стрельцовского рудного поля в грейзенизированных гранитах концентрируются Sn, W, Ti, P, Li, Y, Yb и незначительное количество урана (3...10 кларков). При наложении на грейзенизацию низкотемпературных хлорит-монториллонитовых изменений привносятся Pb, Mo, Cs.

В оруденелых доломитах в повышенных кларках отмечаются Mo, Sb, Ti (более 100 кларков); Pb, Zn, Ag, Cu (более 10 кларков). Корреляционным анализом выделяются следующие геохимические ассоциации: U-Sb-Pb-Mo (для молибден-урановых месторождений СРП) и Zr-Yb-Li-Be-Y-Sr, Cu-Ag-Zn-Pb-Sn, Sb-Zn, Ag-Zr, связанные с ранними грейзеновым и гидротермальным полиметаллическим этапами минералообразования. Для Аргунского месторождения характерна геохимическая ассоциация: Sn-Th-Rb-Li, определяющая процесс грейзенизации, на который наложена урановая минерализация.

На месторождениях выделено два основных технологических типа руд – алюмо-

силикатный (в гранитах, кристаллических сланцах и кислых вулканитах) и карбонатный (в доломитизированных известняках). По вещественному составу руды подразделяются на собственно урановые, молибденовые (редко – флюорит-молибденовые) и комплексные молибден-урановые. Особенности карбонатных и силикатных руд является преобладание настурана в богатых рудах и коффинита – в бедных рудах.

Состав элементов-спутников урановых руд – Pb, Zn, As, Sb, Cu, Ag, самородное серебро. Для урановых руд, локализованных в доломитах и сиенит-порфирах, характерно повышенное содержание Mo, Sb, Ti. Основные запасы руд сосредоточены в окварцованных известняках. На месторождении, залегающем на глубине 170...1100 м, выделены десятки жилообразных и штокверкоподобных рудных залежей с содержанием урана 0,05...1,4 %, среднее – 0,215 %. Выделяются самостоятельные молибденоворудные жилы мощностью 1,5...4,7 м с содержанием молибдена до 2,2 %. Запасы урана категории С₁ составляют 27957 т, категории С₂ – 9481 т, забалансовые – 4865 т [3].

Фосфаты региона и СРП. В Юго-Восточном Забайкалье фосфатная минерализация представлена восемью проявлениями и двумя пунктами минерализации фосфоритов, а также двумя проявлениями апатита. Все они приурочены к терригенно-карбонатным толщам докембрия и кембрия [3].

В крайней юго-восточной части региона на Дырбылкейском проявлении среди доломитов одноимённой свиты даурской серии верхнего рифея выделяется горизонт глинисто-кремнистых, алевропелитовых и алевритовых пород протяжённостью не менее 17 км с 2...3 пластами микролинзовидно-слоистых фосфоритов и фосфатоносных пород, содержащих 3...14,1 % пятиоксида фосфора при мощности 0,8...10 м. Концентрация P₂O₅ достигает 27 %. Масштабы проявления оценены в 3 млн т руды. Другие проявления фосфоритов в этой серии пород представлены желваковыми стяжениями фосфатного вещества размером до 20 см в прослоях алевролитов. Количество желваков изменяется от единичных до десяти на 1 м². Содержание P₂O₅ – 4...18 %.

Георгиевское проявление фосфоритов вблизи Нерчинского Завода приурочено к кембрийской быстринской свите, представ-

ленной прослоями известняков, доломитов и пород смешанного углисто-кремнисто-карбонатно-глинистого состава протяжённостью до 8 км. Фосфатоносными являются тёмные известняки и смешанные породы. Установлено четыре пласта кремнистых, кремнисто-глинистых пород с прослоями (1...15 см) пеллетных кремнистых и карбонатных фосфоритов. Содержание P_2O_5 достигает 29...34 %, а в рудоносных залежах – 5,4...9,89 % при мощности 0,5...2 м. Фосфаты представлены франколитом и дернитом. Перспективы проявления оценены в 2,2 млн т руды (130 тыс. т P_2O_5).

Проявление апатита Цикейское приурочено к графитизированным сланцам даурской серии рифея. При стволовой мощности рудных пересечений 30...70 м содержание P_2O_5 достигает 4 %.

Таланское проявление в картотеке фонда геологической информации не значится. Сведения о нём опубликованы в работах Л. П. Ищуковой [6–8] и приведены в производственных отчётах авторских коллективов под руководством Е. А. Митрофанова (Сосновское ПГО), выполнявших поисково-оценочные работы и доизучение площади СРП в масштабе 1:50 000 в 1989–1995 гг. [15; 16].

Таланское проявление апатитов расположено на верхнем этаже западных флангов скрытых в недрах Аргунского и частично Жерлового месторождений, приурочено к относительно пологозалегающей сводовой (замковой) части северного крыла субширотной антиклинальной складки (60...80 °), ядро и южное крыло которой замещены позднепалеозойскими гранитоидами, превращёнными процессами кремнещелочного метасоматоза в метасоматиты с ксенолитами незамещённых пород (рис. 2). Северное крыло складки сложено мраморизованными, доломитизированными известняками, прорванными послонной интрузией амфиболитизированных габброидов мощностью 200...400 м. Метаизвестняки мощностью 200...300 м залегают на миланократовых полнокристаллических кварц-плагиоклаз-биотитовых, кварц-плагиоклаз-амфиболовых гнейсах и сланцах, метаалевролитах, металаевропесчаниках, содержащих андалузит, силлиманит, кордиерит, и перекрываются амфиболитами и покровом базальтов, которые служили экраном на пути движения гидротермальных растворов. Такой разрез создал

весьма благоприятные гидродинамические и физико-химические условия, способствовавшие интенсивному рудоотложению и перераспределению минеральных комплексов. Этот ксенолит фундамента дугообразной формы вытянут в субширотном-северо-западном направлении на 1,5 км.

Проявление обнаружено на фланге Жерлового месторождения при оценке с поверхности забалансового уранового проявления Мираж (скважина 6638). Урановое оруденение приурочено к зоне трещиноватости, брекчирования, гидрослюдизации с криптокварцем и пиритом, развитой в доломитизированных известняках, кристаллических сланцах и гранитах. Мощность зоны, расположенной в 40...200 м от поверхности, составляет 60...80 м, по падению она прослежена на 250...300 м. Мощность рудных интервалов 0,9...9,3 м, содержание урана 0,054...0,242 %. Руды криптокварц-настурановые прожилково-вкрапленные.

Ширина зоны фосфорсодержащих пород Таланского проявления составляет 40...100 м, содержание фосфора – 0,5...13,2 %. Пологозалегающая штокверкоподобная фосфатоносная залежь находится на глубинах 4,0...130 м от поверхности. Минерализация, представленная фтор-апатитом, иногда франколитом, отмечается и в урановорудных залежах Аргунского месторождения. В повышенных количествах она развита в виде тонкой (0,2...0,3 мм) вкрапленности в кварце, окварцованных кристаллических сланцах и известняках, сопровождается метасоматическими выделениями флюорита, серицита и сульфидов, а также вторичными минералами урана и молибдена. Фосфаты отмечаются и на ближайших флангах уран-молибденовых рудных тел, где фтор-апатит содержит тончайшие примеси настурана и коффинита; настуран при этом корродирует зёрна фтор-апатита.

Первоначальную оценку проявление получило по результатам прогнозно-поисковых работ Сосновского ПГО [15] и при геологическом доизучении площади масштаба 1:50 000. Этими работами юго-западнее шахт № 19 и 20, пройденных для разведки Аргунского месторождения, оконтурена площадь около 19 га (770×250 м) развития преимущественно доломитизированных карбонатных пород, содержащих 1 % и более пятиоксида фосфора (рис. 2).

Фосфатность геологоразведочных выработок / Phosphate bearing of geological exploration workings

Разведочная линия / Exploration line	Номер выработки / Generation number	Интервал глубины, м / Depth interval, m	Мощность, м / Power, m		Содержание P_2O_5 , % / Contents P_2O_5 , %
			безрудная / barren	рудная / ore	
108	Скв. 7953 Borehole 7953	19,0-59,5	-	40,5	8,02
	Скв. 7991 Borehole 7991	10,0- 66,8	-	56,8	1,00
108+50	К-1605 Ditch 1605	-	-	10,0	7,03
	Скв. 7960 Borehole 7960	16,9- 35,0	-	58,0	5,21
	Скв. 9647 Borehole 9647	47,1-57,2	-	18,1	3,43
	Скв. 7945 Borehole 7945	29,0-58,3	-	10,1	1,56
	Скв. 9648 Borehole 9648	38,0-49,3	-	29,3	4,40
	Скв. 7959 Borehole 7959	65,0-88,0	-	11,3	11,10
	Скв. 9648 Borehole 9648	33,1-48,1	-	23,0	10,30
	Скв. 7959 Borehole 7959	56,0-93,0	-	15,0	2,38
109	Скв.6648 Borehole 6648	12,0-18,5	-	6,5	3,14
	Скв. 7952 Borehole 7952	26,0-49,0	-	23,0	6,50
	Скв.7463 Borehole 7463	-	-	-	-
	Скв. 6638 Borehole 6638	41,0-73,2	-	32,2	2,80
	Скв.7940 Borehole 7940	43,0-100,0	-	57,0	> 1,00
	Скв. 6642 Borehole 6642	43,8-69,2	-	25,4	1,00
	Скв. 6653 Borehole 6653	69,2-126,8	-	57,6	10,26
110	Скв.7459 Borehole 7459	50,0-118,5	-	68,5	1,00
	Скв.7465 Borehole 7465	60,0-126,5	-	66,5	1,00
\111	К-1672 Ditch 1672	117,0-133,0	-	16,0	1,00
	Скв. 7948 Borehole 7948	20,0-45,0	-	25,0	3,00-5,00
	Скв. 7950 Borehole 7950	135,0-165,0	-	30,0	> 1,00
	Скв. 7948 Borehole 7948	10,8-16,7	-	5,9	5,90
112	Скв. 7961 Borehole 7961	33,5-35,5	-	2,0	1,55
	Скв. 7961 Borehole 7961	50,5-55,5	-	5,0	1,36
	Скв. 7961 Borehole 7961	16,0-19,0	-	3,0	4,31
	Скв. 7961 Borehole 7961	40,8-49,0	-	8,2	2,70
	Скв. 7961 Borehole 7961	28,0-44,6	-	16,6	> 1,00
113+50	Скв. 7961 Borehole 7961	44,6-67,0	28,4	-	-
	Скв. 7961 Borehole 7961	67,0- 72,4	-	5,4	> 1,00
113+50	Скв. 7961 Borehole 7961	72,4-93,5	21,1	-	-
	Скв. 7961 Borehole 7961	93,5- 96,2	-	2,7	> 1,00
113+50	Скв. 7963 Borehole 7963	77,0-78,5	-	1,5	0,80

«Нерентабельные» результаты извлечения фосфора, полученные в ЦНИЛ Приаргунского ППГХО по одной пробе массой 110 кг,

поднимают решение вопроса технологии обогащения или переработки таланских апатитов до стратегически важного.

Заключение.

1. Таланское проявление, несмотря на ограниченный объём предполагаемых запасов, имеет исключительно благоприятные условия экономической целесообразности изучения и, возможно, промышленного освоения, включая горно-геологические условия эксплуатации, количество и качество минерального сырья, географо-экономическое положение. Остаётся нерешённым вопрос технологии обогащения или переработки минерального сырья. Проявление находится на территории действующего крупного горно-химического предприятия, представляет интерес как возможная дополнительная база производства дефицитной продукции сельскохозяйственного назначения.

2. Фосфатная минерализация относится к комплексу докембрийских метаморфических пород, развитому в Юго-Западном Прибайкалье, на Алдане, в Китае, КНДР, Танзании и других регионах мира [4; 5; 27–29]. Франколит представляет метаморфически преобразованные среднерифейские фосфориты [25], а фторапатит – магматические апатиты, связанные со среднерифейским умеренно щелочным перидотит-габбро-габбродиоритовым комплексом, примером которого является крупное Селигдарское месторождение Якутии [2].

3. Апатит-карбонатный и апатит-силикатный подтипы фосфатной сорбционно-биогенной металлоносной формации проявления [21] сочетают перспективные второй и третий по значимости промышленные типы месторождений апатита [4; 5]. Содержание пятиоксида фосфора во многих месторождениях этих типов в среднем составляет 5...7 %, достигая в ряде случаев 20 % и более, характерна насыщенность пород кремнезёмом, Mg, Ca, преобладанием Na над K, обогащённость CO_2 и F [13; 19].

Рекомендации.

1. На площади 20 га, включающей Таланское проявление фосфатов, выполнить геологоразведочные работы оценочной стадии, обратив особое внимание на разработку технологии переработки минерального сырья.

2. Апробировать электротермический способ получения эффективных плавных фосфато-магниевого удобрений, широко применяемый в Японии (около десяти предприятий), Китае, Вьетнаме, на Тайване, использован в проекте Селигдарского горно-химического комплекса [18; 20]. Способ плавных магниевых фосфатов (ПМФ) основан на спекании при температуре 1300...1500 °C апатитового концентрата и каустической соды с магниевыми добавками и последующим быстрым охлаждением расплава. Для производства ПМФ можно использовать небогащённую апатит-силикатную массу.

3. При положительной апробации электротермического способа предусмотреть картирование не только рудных тел проявления, но и вмещающих доломитизированных известняков, доломитов надаровской свиты, наиболее обогащённых MgO, а также магниесодержащих компонентов на фронте базификации, высвобождающихся при метаморфизме основных пород фундамента. Они могут использоваться в электротермической технологии переработки сырья.

4. При электротермической обработке местных доломитов можно получать дополнительно доломитовую муку, используемую как раскислитель почв; каустический доломит (650...750 °C); доломитовый цемент (750...850 °C); доломитовую известь (900...950 °C) и огнеупорный доломит (1400...1500 °C).

5. Форсировать оценку Таланского проявления и изучение технологии переработки фосфатов.

Список литературы

1. Андреева О. В., Головин В. А. Типы низкотемпературных метасоматитов Забайкалья. М.: КИТС ВИМСа, 1982. Вып. 73.
2. Василенко В. Б., Кузнецова Л. Г., Холодова Л. Д. Апатитовые породы Селигдара. Новосибирск: Наука, 1982. 173 с.
3. Государственная геологическая карта Российской Федерации. Масштаб 1:1 000 000 (третье поколение). Лист М-50 – Борзя. Объяснительная записка. СПб.: ВСЕГЕИ, 2010. 553 с.
4. Дыбков В. Ф., Шаронов Б. Н. Фосфатное сырьё. // Курс месторождений твёрдых полезных ископаемых / ред. П. М. Татаринцев, А. Е. Карякин. Л.: Недра, 1975. С. 430–446.
5. Дядькина И. Я., Егоров Л. С., Орлова М. П., Смирнов Ф. Л. Апатиты // Критерии прогнозной оценки территорий на твёрдые полезные ископаемые / ред. Д. В. Рундквист. Л.: Недра, 1978. С. 527–547.

6. Ищукова Л. П. Аргунское и Жерловое месторождения // Месторождения Забайкалья. М.: Геоинформмарк, 1995. Т. I, кн. II. С. 144–156.
7. Ищукова Л. П. Геология Урулюнгуевского рудного района и молибден-урановых месторождений Стрельцовского рудного поля: монография. Иркутск: Тип. Глазковская; Москва, 1996. 382 с.
8. Ищукова Л. П. Стрельцовское рудное поле. Месторождения Забайкалья. М.: Геоинформмарк, 1995. Т. I, кн. II. С. 130–132.
9. Ищукова Л. П., Авдеев Б. В., Губкин Г. Н. Геология Урулюнгуевского рудного района и молибден-урановых месторождений Стрельцовского рудного поля. М.: Геоинформмарк, 1998. 526 с.
10. Ищукова Л. П., Модников И. С., Сычев И. В. Геологические условия формирования высокопродуктивных урановых месторождений в областях континентального вулканизма // Металлогения урана Урало-Монгольского пояса. Л.: ВСЕГЕИ, 1986. С. 177–187.
11. Ищукова Л. П., Модников И. С., Сычев И. В. Урановые рудообразования системы областей континентального вулканизма // Геология рудных месторождений. 1991. № 3. С. 16–25.
12. Либрович В. Л., Мызникова Л. М. Фосфориты // Критерии прогнозной оценки территорий на твердые полезные ископаемые: ред. Д. В. Рундквист. Л.: Недра, 1978. С. 547–556.
13. Макрыгина В. А., Антипин В. С. Геохимия и петрология метаморфических и магматических пород Олхонского региона Прибайкалья. Новосибирск: Гео, 2018. 248 с.
14. Менакер Г. И. Тектоносфера и металлогения Забайкалья в геоисторическом освещении // Геология рудных месторождений. 1990. № 1. С. 21–36.
15. Митрофанов Е. А., Макушин М. Ф., Пахомов П. А. Отчёт о результатах прогнозно-поисковых работ на Стрельцовском рудном поле по геологическому заданию 324-37 за 1989–1994 гг. Пос. Октябрьский: ГРЭ-324, 1994. 157 с.
16. Некрасова В. Л., Попова А. Г., Раченская Л. П., Смилкстын А. О. Образование месторождений урана: пер. с англ., франц. и исп. М.: Мир, 1976. 762 с.
17. Почиталкина И. А. Физико-химические и технологические основы комплексной переработки бедного и техногенного фосфатного сырья на минеральные удобрения: дис. ... д-ра техн. наук: 05.17.01. М., 2019. 302 с.
18. Рыбалов Б. Л., Омеляненко Б. И. Источники рудного вещества эндогенных урановых месторождений. М.: Наука, 1988. 285 с.
19. Селигдарский проект. URL: Plastic_A4_rus_11_fin (tcj.ru) (дата обращения: 01.03.2021). Текст: электронный.
20. Строна П. А. Главные типы рудных формаций. Л.: Недра, 1978. 199 с.
21. Структурно-петрофизические условия локализации урановых руд в фундаменте Стрельцовской кальдеры: на примере месторождения Антей / подг. В. А. Минаев. М.: ИГЕМ РАН, 2016. 26 с.
22. Шатков Г. А. Краснокаменный тип урановых месторождений как важнейший резерв промышленного уранового оруденения Стрельцовского рудного узла // Региональная геология и металлогения. 2017. № 69. С. 88–95.
23. Щукин С. И. Состояние и перспективы развития минерально-сырьевой базы ОАО «ППГХО» // Горный журнал. 2008. № 8. С. 24–27.
24. Юдович Я. Э., Кетрис М. П., Рыбина Н. В. Геохимия фосфора. Сыктывкар: ИГ Коми НЦ УрО РАН, 2020. 512 с.
25. Ishchukova L. P., Modnikov I. S., Sychev I. V. Uranium deposits of Streltsovsky rudiogopol in Transbaikalia. Irkutsk: Type. Glazkovskaya. 2007. 260 p.
26. Kumar S. Mineralogy, geochemistry and genesis of Middle Riphean phosphatic carbonates, Tirohan limestone (Lower Vindhyan supergroup), Chitrakut area, Central India // J. Geol. Soc. India, 1993, vol. 41, № 2. P. 133–143.
27. Morikyo T., Morishito Y. The genesis of phosphatic nodules in the Toyoma Formation, Northeastern Japan // Geochim. Cosmochim. Acta, 2009, vol. 73, № 13S. P. A906.
28. Rifai I. R. Authigenic dolomite cementation in the Upper Cretaceous Phosphate Formation, Western Desert, Egypt / I. R. Rifai, M. N. Shaban // Sedimentary geology. 2007. № 202. P. 702–709.

References

1. Andreeva O. V., Golovin V. A. *Tipy nizkotemperaturnykh metasomatitov Zabaykaliya* (Types of low-temperature metasomatites of Transbaikalia). Moscow: KEATS VIMSa, 1982. Issue 73.
2. Vasilenko V. B., Ruznetsova L. G., Kholodova L. D. *Apatitovye porody Seligdara* (Apatite rocks of Seligdar). Novosibirsk: Nauka, 1982. 173 p.
3. *Gosudarstvennaya geologicheskaya karta Rossiyskoy Federatsii. Masshtab 1:1 000 000 (tretie pokolenie). List M-50 – Borzya. Obyasnitelnaya zapiska* (State Geological Map of the Russian Federation. Scale 1:1,000,000 (third generation). Leaf M-50-Borzya. Explanatory note). St. Petersburg: VSEGEI, 2010. 553 p.

4. Dybkov V. F., SHaronov B. N. *Kurs mestorozhdeniy tvorydyh poleznyh iskopaemyh: red. P. M. Tatarinov, A. E. Karyakin* (Course of deposits of solid minerals: ed. P. M. Tatarinov, A. E. Karyakin). Leningrad: Nedra, 1975, pp. 430–446.
5. Dyadkina I. YA., Egorov L. S., Orlova M. P., Smirnov F. L. *Kriterii prognoznoy otsenki territoriy na tvorydye poleznye iskopaemye: red. D. V. Rundkvist* (Criteria for predictive assessment of territories for solid minerals: ed. by D. V. Rundkvist). Leningrad: Nedra, 1978, pp. 527–547.
6. Ischukova L. P. *Mestorozhdeniya Zabaykaliya* (Deposits of Transbaikalia). Moscow: Geoinformmark, 1995, vol. I, book II, pp. 144–156.
7. Ischukova L. P. *Geologiya Urulyunguevskogo rudnogo rayona i molibden-uranovykh mestorozhdeniy Streltsovskogo rudnogo polya: monografiya* (Geology of the Urulyunguyevsky ore district and the molybdenum-uranium deposits of the Streltsovsky ore field: a monograph). Irkutsk: Type. Glazkovskaya; Moscow, 1996. 382 p.
8. Ischukova L. P. *Streltsovskoe rudnoe pole. Mestorozhdeniya Zabaykaliya* (Streltsovskoe ore field. Deposits of Transbaikalia), Moscow: Geoinformmark, 1995, vol. I, book II, pp. 130–132.
9. Ischukova L. P., Avdeev B. V., Gubkin G. N. *Geologiya Urulyunguyskogo rudnogo rayona i molibden-uranovykh mestorozhdeniy Streltsovskogo rudnogo polya* (Geology of the Urulyunguy ore region and the molybdenum-uranium deposits of the Streltsovsky ore field). Moscow: Geoinformmark, 1998. 526 p.
10. Ischukova L. P., Modnikov I. S., Sychev I. V. *Metallogeniya urana Uralo-Mongolskogo poyasa* (Metallogeny of uranium of the Ural-Mongolian belt). Leningrad: VSEGEI, 1986. pp. 177–187.
11. Ischukova L. P., Modnikov I. S., Sychev I. V. *Geologiya rudnykh mestorozhdeniy* (Geology of ore deposits), 1991, no. 3, pp. 16–25.
12. Librovich V. L., Myznikova L. M. *Kriterii prognoznoy otsenki territoriy na tvorydye poleznye iskopaemye: red. D. V. Rundkvist* (Criteria for predictive assessment of territories for solid minerals: ed. D. V. Rundkvist). Leningrad: Nedra, 1978, pp. 547–556.
13. Makrygina V. A., Antipin V. S. *Geohimiya i petrologiya metamorficheskikh i magmaticheskikh porod Olkhonskogo regiona Pribaykaliya* (Geochemistry and petrology of metamorphic and igneous rocks of the Olkhonsky region of the Baikal region). Novosibirsk: Geo, 2018. 248 p.
14. Menaker G. I. *Geologiya rudnykh mestorozhden* (Geology of ore deposits), 1990, no. 1, pp. 21–36.
15. Mitrofanov E. A., Makushin M. F., Pahomov P. A. *Otchyot o rezultatah prognozno-poiskovykh rabot na Streltsovskom rudnom pole po geologicheskomu zadaniyu 324-37 za 1989–1994 gg.* (Report on the results of forecast and prospecting works at the Streltsovsky ore field under geological task 324-37 for 1989-1994). Oktyabrskiy: GRE-324, 1994, 157 p.
16. Nekrasova V. L., Popova A. G., Rachenskaya L. P., Smilkstyn A. O. *Obrazovanie mestorozhdeniy urana: per. s angl., franc. i isp.* (Formation of uranium deposits: trans. from English, French. and isp.). M.: Mir, 1976, 762 p.
17. Pochitalkina I. A. *Fiziko-himicheskie i tehnologicheskie osnovy kompleksnoy pererabotki bednogo i tehnogennogo fosfatnogo syriya na mineralnye udobreniya: dis. ... d-ra tehn. nauk: 05.17.01* (Physico-chemical and technological bases of complex processing of poor and technogenic phosphate raw materials for mineral fertilizers: dis. ... doctor of Technical Sciences: 05.17.01). M., 2019. 302 p.
18. Rybalov B. L., Omelyanenko B. I. *Istochniki rudnogo veshchestva endogennykh uranovykh mestorozhdeniy* (Sources of ore matter of endogenous uranium deposits). Moscow: Nauka, 1988, 285 p.
19. *Seligidarskiy proekt* (19. Seligidar project. Available at: Plastic_A4_rus_11_fin (tcj.ru) (date of access: 01.03. 2021). Text: electronic.
20. Strona P. A. *Glavnye tipy rudnykh formatsiy* (Main types of ore formations). Leningrad: Nedra, 1978. 199 p.
21. *Strukturno-petrofizicheskie usloviya lokalizatsii uranovykh rud v fundamente Streltsovskoy kaldery: na primere mestorozhdeniya Antey / podg. V. A. Minaev* (Structural and petrophysical conditions of uranium ores localization in the foundation of the Streltsovskaya caldera: on the example of the Antey). M.: IGEM RAS, 2016. 26 p.
22. Shatkov G. A. *Regionalnaya geologiya i metallogeniya* (Regional geology and metallogeny), 2017, no. 69, pp. 88–95.
23. Schukin S. I. *Gornyy zhurnal* (Mining Journal), 2008, no. 8, pp. 24–27.
24. Yudovich Ya. E., Ketris M. P., Rybina N. V. *Geohimiya fosfora* (Geochemistry of phosphorus). Syktyvkar: IG Komi Scientific Center of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, 2020, 512 p.
25. Ishchukova L. P., Modnikov I. S., Sychev I. V. *Uroanovye deposits of Streltsovsky rudnogopol in Transbaikalia* (Uroanovye deposits of Streltsovsky rudnogopol in Transbaikalia). Irkutsk: Type. Glazkovskaya. 2007, 260 p.
26. Kumar S. J. *Geol. Soc. India* (Geol. Soc. India), 1993, vol. 41, № 2. pp. 133–143.
27. Morikyo T., Morishito Y. *Geochim. Cosmochim. Acta* (Geochim. Cosmochim. Acta), 2009, vol. 73, no. 13S. P. A906.
28. Rifai I. R. *Sedimentary geology* (Sedimentary geology), 2007, no. 202, pp. 702–709.

Коротко об авторе

Briefly about the author

Павленко Юрий Васильевич, д-р геол.-минерал. наук, профессор, Забайкальский государственный университет, г. Чита, Россия. Область научных интересов: мелко-среднемасштабное геологическое картирование, прогнозирование, поиски, разведка месторождений
pavurva@mail.ru

Yuriy Pavlenko, doctor of geological mineralogical sciences, professor, Transbaikal State University, Chita, Russia. Sphere of scientific interests: small-medium-scale geological mapping, forecasting, prospecting, exploration of deposits

Образец цитирования

Павленко Ю. В. Фосфаты Стрельцовского рудного поля Юго-Восточного Забайкалья (Часть II) // Вестник Забайкальского государственного университета. 2021. Т. 27, № 3. С. 42–52. DOI: 10.21209/2227-9245-2021-27-3-42-52.

Pavlenko Yu. Phosphates of the Streltsovsky ore field of South-Eastern Transbaikalia (Part II) // Transbaikal State University Journal, 2021, vol. 27, no. 3, pp. 42–52. DOI: 10.21209/2227-9245-2021-27-3-42-52.

Статья поступила в редакцию: 22.03.2021 г.
Статья принята к публикации: 31.03.2021 г.