

УДК 553.6; 553.5

ПРОБЛЕМЫ ВОЛЛАСТОНИТОВОГО СЫРЬЯ В РОССИИ

Гусев А.И.

*Алтайская государственная академия образования им. В.М. Шукшина, Бийск,
e-mail: anzerg@mail.ru*

Приведены данные по параметрам волластонитовых залежей скарновых месторождений различных регионов России: Северному Кавказу, Кузнецкому Алатау, Горной Шории, Горному Алтаю, Восточному Саяну, Забайкалью. Определены запасы и прогнозные ресурсы волластонита. Приведены химические составы и физические характеристики наиболее изученных месторождений волластонита. Волластонит изученных месторождений обладает высокими отношениями длин сторон кристаллов, безупречной белизной. По качеству волластонит крупных объектов не уступает эталону волластонита месторождения Корона (Индия).

Ключевые слова: волластонит, скарны, залежи волластонита, химический состав, физические свойства, запасы, прогнозные ресурсы

PROBLEMS OF WOLLASTONITE RAW MATERIAL IN RUSSIA

Gusev A.I.

The Shukshin Altai State Academy of Education, c. Biisk, anzerg@mail. Ru

Data on parameters of wollastonite courses skarn deposits different regions of Russia lead: Northern Caucasus, Kuznetskii Alatau, Mountain Shoria, Mountain Altai, Eastern Sajan, Transbaikalia. Assay values, extension ores of wollastonite determined. The chemical compositions, physical characteristics of wollastonite more studies deposits of wollastonite. Wollastonite studies deposits possess high ratio lengths side of crystals, blameless whiteness. Wollastonite of large objects is not let on value standard of wollastonite deposit Corona (India).

Keywords: wollastonite, skarns, courses of wollastonite, chemical composition, physical properties, assay values, extension ores

Волластонит находит широкое применение в различных отраслях производства [1, 2]. Исследование волокнистого нано-волластонита показало, что он в силу высокой проводимости тепла находит применение и в получении смол для лечения некоторых заболеваний [6]. В США и Китае он внесён в список стратегического сырья. Однако в России в настоящее время эксплуатируется единственное месторождение на Алтае – Синюхинское. В настоящее время многие отрасли отечественного производства испытывают потребность в нём. Она существует и среди крупных предприятий Южного индустриального пояса России (в особенности предприятий Кемеровской области), куда входит и Алтай. Все ранее разведанные месторождения волластонита на территории бывшего СССР оказались в Республике Казахстан, Средней Азии (Босагинское, Койташское, Куру-Тегерек и др.) и на Кавказе (Тырныауз). Цель настоящего исследования – проанализировать проблемы волластонитового сырья в России.

Результаты исследования. Волластонитовые месторождения подразделяются на три генетических типа: в скарнах, в кальцифирах метаморфических комплексов архея и протерозоя, в сложных массивах ультраосновных-щелочных пород. Основные месторождения бывшего СССР – Босагинское, Койташское, Западно-Джангалыкское

и другие приурочены к скарнам. Второй тип представлен Слюдянским и Эмельджакским месторождениями в Забайкалье и Устьюбинском в Горном Алтае. Месторождения третьего типа практического значения не имеют. В настоящее время наибольший практический интерес представляет Босагинское месторождение, расположенное в Республике Казахстан, которое представлено залежью волластонитовых скарнов, залегающих среди гранат-пироксеновых и гранатовых образований. Основным критерием для выделения перспективных площадей явилось наличие органогенных карбонатных и карбонатно-кремнистых толщ, прорванных интрузивными телами, и карбонатно-силикатных пород, претерпевших региональный метаморфизм в условиях амфиболитовой и гранулитовой фаций. Месторождение обрабатывается.

Крупнейшими производителями волластонита в мире являются США, Китай, Индия, Финляндия. Китай занимает первое место по наличию ресурсов в мире, экспорту, потреблению внутри, имеет широкие потенциальные возможности развития отрасли. Внедрение в промышленность и широкий экспорт осуществлялись с новой политикой реформ в стране и открытостью к мировой экономике. Объем добычи волластонита в КНР с начала 80-х годов по 1994 год достиг 250000 тонн в год,

и потребность в нем возрастает на 11-15% ежегодно. К 2003 году общий объём потребления китайского волластонита составило 0,5-1,0 млн. тонн в год.

На территории России волластонитовое сырьё преимущественно связано со скарнами. В Алтае-Саянской области золото-медно-скарновые месторождения представлены Натальевским, Фёдоровским (Кузнецкий Алатау), скарново-полиметаллическим Окунёвским (Восточный Саян), Андреевское рудопроявление в Слюдянском районе Хамар-Дабана Иркутской области, золото-скарновыми Лебедским, Майским (Горная Шория), золото-медно-скарновыми Синюхинским, Ульменским, Чойским, скарново-вольфрамитовым Плитнинским (Горный Алтай).

По запасам и прогнозным ресурсам самым крупным объектом на волластонит в России является месторождение Тырнауза.

Месторождение Тырнауза на Центральном Кавказе приурочено к Тырнаузо-Пшекишской мобильной шовной зоне, сложенной сильно метаморфизованными породами палеозоя и нижней юры, прорванными интрузивными телами разного состава и возраста (от палеозоя до неогена). Тырнаузское вольфрам-молибденовое скарновое месторождение, в России (Северный Кавказ). Открыто в 1934 г., разрабатывается с 1939 г. Ориентировочные запасы руд 120 млн. т. при среднем содержаниях W – 0,137% и Mo – 0,03%. Кроме того, в рудах имеются Au, Ag, Cu, Zn и другие элементы. Относится к крупнейшим по запасам вольфрама месторождениям Европы и расценивается как объект мирового класса; сформировалось в позднеальпийскую эпоху тектономагматической активизации, связанной с плюмтектоникой. Кроме перечисленных компонентов на Тырнаузе присутствует волластонит в промышленных масштабах.

Волластонитовые экоскарны развиты на многих участках месторождения: Нижней залежи, скарнах Пика Веры, Мукуланском, Высотном скарне и других. Протяжённости скарнов варьируют от 500 до 1500 м., мощности от 5 до 100 м. На глубину они прослеживаются на несколько сотен метров. Волластонит образует 3 генерации. Наиболее важными являются первые две генерации, составляющие основную массу промышленных залежей волластонита.

Завершены работы по объекту «Оценочные работы на волластонит-гранатовое и полевошпатовое сырьё в пределах Тыр-

наузского рудного узла». Доминирующие по составу волластонитовые залежи тяготеют к контактам с известняками. Содержания волластонита в залежах варьируют от 50 до 65%. Волластонит обладает хорошим качеством, соотношение длин сторон кристаллов досчатого шпата варьируют от 1:10 до 1:30. Примечательной особенностью Тырнаузского месторождения является присутствие игольчатого волластонита с соотношением длин сторон от 1:40 до 1:60. Оценочные работы на волластонитовое сырьё проводились на Мукуланском и Высотном участках Уллу-Тырнаузского месторождения волластонита. Суммарные запасы обоих участков по категории С2 составляют 1 050 тыс. тонн. Прогнозные ресурсы волластонита категории Р2 для Тырнаузского рудного узла оцениваются нами в 20 млн. т.

Натальевское месторождение золота в Кузнецком Алатау расположено на контакте лейкомонцодиоритового интрузивного массива малодудетского комплекса с карбонатными породами усинской свиты нижнего кембрия. Скарны развиты в эндо- и экзоконтактной части массива. Представлены они гранатовыми, гранат-пироксеновыми, реже волластонит-гранатовыми разностями, скарнированными лейкомонцодиоритами и известняками с сульфидами. Скарновые залежи варьируют по мощности от 1 до 35 м и протяжённостью от 10 до 300 м. Наиболее крупное рудное тело № 1 прослежено по простиранию на 300 м, по падению на 200 – 250 м, мощность его 1,5 – 2,0 м, содержание золота – 5 – 15,4 г/т, достигая 4 кг/т. Кроме того, известно 6 рудных тел, представленных линзами скарнов и кварц-кальцитового состава с богатой золото-сульфидной минерализацией расположенных на значительном удалении от интрузивного массива.

Волластонит-гранатовые скарны локализируются на контакте с вмещающими карбонатными породами усинской свиты и имеют мощность от 1 до 5 м. Содержание волластонита в них варьирует от 30 до 55%.

Наиболее крупное в Горном Алтае золото-медно-скарновое Синюхинское месторождение располагается в Чойском административном районе [3-5]. В его пределах волластонит распространён на участках: Первом Рудном, Рудной Сопке, Бныргинском, Полушахтном, Новом, Нижнем, Тушкенском, Западном, расположенных в контуре горного отвода Рудника Весёлый. Скарновые залежи об-

разовались по известковистым протолитам вулканогенно-осадочной усть-семиной свиты, претерпевшим контактовый метаморфизм и метасоматоз в пространственной связи с Синюхинским гранитоидным массивом. Скарны инфильтрационного типа и контролируются зонами трещиноватости и роями даек. За пределами горного отвода метасиликат кальция встречается на ряде скарновых проявлений к западу и к югу. Волластонит в пироксен-гранатовых, гранат-волластонитовых скарнах образует прожилки, гнёзда, линзы и сплошные анхимономинеральные залежи мощностью от 0,5 до 55 м. Последние и представляют промышленный интерес. Протяжённость волластонитовых тел по падению и простиранию от нескольких десятков до нескольких сотен метров. Содержание волластонита в руде составляет 50-75%, сопутствующие минералы представлены гранат-гроссуляром (25-50%), кварц и кальцит (5-7%).

Качество синюхинского волластонита (белизна, морфология кристаллов, химический состав) высокое, он имеет белый и снежно-белый цвет, длину иглы от 3-5 до 10 мм (соотношение сторон кристаллов 10:1-35:1), имеет низкие показатели по содержанию вредных примесей (титан, железо, марганец, сера, фосфор в пределах стандартов, очень низкие потери после прокаливании).

В государственном балансе по участку Новый числятся 114 тыс. тонн волластонита категории C_2 . Прогнозные ресурсы категории P_2 оцениваются в 16 млн. т.

Лебедское месторождение располагается в Турочакском районе Республики Алтай в 5 км южнее пос. Майский. Месторождение образовано скарновой рудной залежью мощностью 10-15 м и протяжённостью более 500 м. Стратиформные залежи скарнов сформировались по мраморам и мраморизованным известнякам мрасской свиты вблизи контактов с Майской интрузией гранитоидов. Состав скарнов: диопсид-гранат-волластонитовый. Содержание волластонита в рудном теле варьирует от 30 до 100%, среднее содержание 64,7%. Местами в рудной залежи кальциевый метасиликат формирует мономинеральные линзы мощностью от 0,5 до 3 м. Волластонит образует длиннопризматические и игольчатые кристаллы. Соотношение длин сторон отдельных индивидов варьируют от 10:1 до 70:1. В обнажениях местами наблюдаются гигантские кристаллы метасиликата кальция длиной до 40 см. Тонкая игольчатость,

высокое соотношение длин сторон кристаллов, оптимальные величины рН суспензии вытяжек из газово-жидких вакуолей позволяют использовать конечный продукт в качестве заменителя асбеста, как функционального наполнителя при производстве пластмасс, для изготовления сварочных электродов с необычными свойствами.

Суммарные запасы категорий C_1 и C_2 по месторождению составляют 143 тыс. тонн.

Кроме разведанной залежи, волластонит прогнозируется на западе и северо-востоке рудного поля, где отмечены пакеты скарнированных известняков с волластонитом мощностью более 10 м. в составе верхней подсвиты мрасской свиты, находящиеся в надинтрузивной позиции майского гранитоидного массива. Прогнозные ресурсы волластонита категории P_2 оцениваются для Майско-Лебедского рудного поля в объёме 9 млн. т.

Айское месторождение волластонита располагается в Алтайском районе в правом борту ручья Инвалидного (в 1,5 км от посёлка Ая к западу). Месторождение выявлено в процессе проведения геолого-съёмочных работ масштаба 1:50 000 в 1973 г. (Захаров Л.К. и др.). Оно приурочено к северной выклинке Айского массива (усть-беловский комплекс – D_3-C_1), где в благоприятных литолого-структурных условиях образовались скарны. Вмещающие породы представлены известняками баратальской серии ((R_3-V_1)), афировыми метабазальтами и кварцитами манжерокской свиты (C_1). Айский массив представлен многофазными образованиями, внедрившимися в следующей последовательности: 1) габбро; 2) диориты, кварцевые диориты; 3) гранодиориты; 4) граниты; 5) лейкограниты пегматоидные. На некоторых участках в эндо- и экзоконтактах массива развиты дайки, варьирующие по составу от диорита до лейкогранита. Вмещающие породы вблизи массива орговикованы, а известняки превращены в мраморы светлой окраски. Мощные скарновые залежи (до 70 м) на Айском месторождении локализуются над полого погружающейся северной кровлей интрузии.

Это типичные биметасоматические скарны сложного состава, представленные пироксен-гранатовыми, геденбергит-волластонитовыми, геденбергит-плагиоклазовыми, геленит-плагиоклазовыми, гранат-волластонитовыми, волластонитовыми агрегатами. Наиболее ранний скарновый парагенезис представлен анортитом, геленитом и волластонитом 1 генерации. Все

три минерала имеют взаимокоррозионные границы и кристаллизовались близко по времени. Волластонит 1 образует спутанно-волоконистые агрегаты размером 1-5 мм белого цвета со слегка розоватым оттенком. Соотношение длин сторон кристаллов варьирует от 10:1 до 15:1. Описанный минеральный агрегат относится к высокотемпературной волластонитовой фации. Волластонит 1 в местах наложения на него поздней минерализации замещается

пектолитом. Ранний парагенезис местами раздроблен и сцементирован гранатом 1 генерации. Вторая генерация волластонита ассоциирует с гранатом андрадитового ряда и образует вкрапленность гнёзда и массивные линзы (до 20 см). Волластонит 2 генерации игольчатый. Соотношение длин сторон кристаллов в нём колеблется от 10:1 до 25:1. Химический состав обеих генераций волластонита приведен в табл. 1.

Таблица 1

Химические составы и физические параметры волластонитов
скарновых месторождений России

Месторождения и генерации волластонита	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	FeO*	MgO	CaO	K ₂ O	pH суспен.	яркость, %	погл., вес. %
Натальевское Волластонит	52,2	0,08	1,45	0,32	0,60	45,1	0,15	9,8	87	26,1
Тырныауз Волластонит I (n=3)	52,5	0,05	1,42	0,23	0,55	45,6	0,13	10,0	89	25,7
Тырныауз Волластонит II (n=4)	51,9	0,04	1,31	0,19	0,43	45,8	0,12	10,1	90	26,2
Верхне-Аккаинское волластонит 2 (n=2)	51,8	0,02	1,31	0,36	0,65	44,6	0,18	10,1	89	26
Оюкское волластонит 2 (n=1)	53,6	0	0,94	0,33	0,9	43,3	0,2	9,8	88	25
Айское волластонит 1 (n=1)	49,2	0,11	1,64	0,9	0,8	44,2	0,31	10,5	80	26,3
волластонит 2 (n=2)	51,5	0,1	0,87	0,72	0,98	45,0	0,07	10,4	81	26,1
Ульменское волластонит 1 (n=2)	52,8	0,03	0,84	0,53	0,7	44,3	0,2	10,0	87	26
Чойское волластонит 2 (n=2)	52,8	0,01	0,33	0,43	0,5	45,0	0,1	10,1	91	26,2
Лебедское волластонит 2 (n=3)	55,5	0,02	0,2	1,19	0,3	41,4	0,1	10,4	79	27,5
Синюхинское волластонит 1 (n=2)	50,8	0,01	0,81	0,90	0,7	46,4	0,1	9,9	89	26,2
волластонит 2 (n=13)	52,8	0,01	0,72	0,51	0,7	43,0	0,1	10,0	95	26,0

Примечание. FeO* – суммарное железо; pH суспен. – pH суспензии вакуолей волластонита; яркость, % – яркость; погл., вес. % – поглощение масла.

Химизм и физические свойства волластонита Айского месторождения обладают высоким качеством и близки таковым волластонита Синюхинского, Чойского, Ульменского месторождений.

Северная выклинка интрузивного массива «амёбообразная» с большим количеством пальцеобразных выступов. Незаконномерное поведение контакта массива и значительная мощность рыхлых отложений весьма затрудняют проведение поисковых и разведочных работ.

По монофракции проведены определения объёмного веса (пикнометром), кото-

рые составили (г/см³): 1) 2,8186, 2) 2,8397, 3) 2,8312. Среднее значение из трёх определений даёт 2,83 г/см³. По таким показателям, как содержание титана, фосфора, железа, марганца, сумме щелочей, анализируемый волластонит имеет высокие качественные характеристики. Из других свойств следует отметить безупречную белизну и высокую игольчатость с соотношением элементарных длин сторон кристаллов от 10:1 до 25:1.

Волластонитовые экзоскарны образуют линзовидные полосы общей мощностью от 2,5 до 8,8 м. (средняя мощность 5 м). Про-

слеженная протяжённость волластонит-содержащих скарнов 60 м., мощность от 1 до 3 м. Содержание волластонита в скарнах варьирует от 50 до 85% (среднее содержание 60%). Прогнозные ресурсы волластонита категории P_1 по месторождению составляют 46175 т.

Интерпретация результатов. Приведенные данные показывают, что наиболее разведанным на волластонитовое сырьё является Тырнаузское месторождение Северного Кавказа. Качество волластонита высокое и оно не уступает по многим показателям волластониту Синохинского месторождения, изученному в этом плане наиболее детально. Для Синохинского волластонитовых руд проведены и технологические испытания, однако наиболее крупные залежи волластонита находятся на Первом Рудном участке, где шахта и разведочные выработки затоплены. Лебедское месторождение уступает по запасам и прогнозным ресурсам указанных объектов.

Качество волластонита всех рассмотренных скарновых объектов высокое и не вызывает нареканий. По качеству волластонит Российских объектов не уступает эталонному волластониту месторождения Корона (Индия). Волластонит самых крупных объектов (Тырнауз, Синохинское, Лебедское) может найти применение во многочисленных отраслях производства.

Заключение

Таким образом, наиболее крупным объектом по запасам и прогнозным ресурсам волластонита является Тырнаузское месторождение. На этом объекте необходимо провести технологические испытания руд, разработать схемы обогащения метасиликата кальция и технологической переработки под конкретного потребителя по аналогии с вышеуказанными документами по Синохинскому месторождению. Тырнауз находится ближе к основным европейским потребителям волластонита (в особенности Германии) и может составить конкуренцию на зарубежном рынке волластонита.

Список литературы

1. Гусев А.И. Перспективы Горного Алтая на волластонитовое сырьё // Разведка и охрана недр, 1997. – № 4. – С. 12-15.
2. Гусев А.И. Волластонит Синохинского месторождения // Отечественная геология, 1997. – № 12. – С. 14-19.
3. Гусев А.И., Крупчатников В.И. Количественная и геолого-экономическая оценка прогнозных ресурсов высококальциевого полевошпатового сырья и волластонита Республики Алтай. – Москва, 2003. – 45 с.
4. Гусев А.И., Фомичёва Т.В. Новые данные о перспективах Горного Алтая на волластонитовое сырьё // Актуальные проблемы географии. – Горно-Алтайск, 2008. – С. 161-167.
5. Гусев А.И. Минерально-сырьевая база волластонита Горного Алтая // Современные наукоёмкие технологии, 2011. – № 2. – С. 11-16.
6. Taghiyari H.R., Mobini K., Sarvari Samadi Y., Doosti Z., Karimi F. Effects of Nano-Wollastonite on Thermal Conductivity Coefficient of Medium-Density Fiberboard // J. Nanomater Mol Nanotechnol, 2013. – V. 2-1. – Pp. 7-15.