УДК 553.677.2:622(470.22)

МУСКОВИТОВОЕ СЫРЬЕ КАРЕЛИИ: ИСТОРИЯ ДОБЫЧИ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

Т. П. БУБНОВА,
научный сотрудник, bubnova@krc.karelia.ru

О. В. БУКЧИНА,
научный сотрудник

Институт геологии Карельского научного центра РАН, Петрозаводск, Россия

Рассмотрены вопросы, связанные с историей развития слюдяной промышленности в Республике Карелия. Приведен краткий обзор состояния отрасли в России и мире. Проанализирована возможность использования оптической сепарации для обогащения мусковитсодержащего минерального сырья.

Ключевые слова: *Карельский регион, мусковит, слюда, месторождения, запасы, добыча, обогащение, концентрат.*

DOI: *10.17580/gzh.2019.03.04*

Введение

Использование мусковита в промышленности основано на его способности расщепляться на тонкие гибкие прозрачные пластинки, обладающие высокими диэлектрическими показателями, большой механической прочностью, термической и химической стойкостью и очень малой гигроскопичностью. Мусковит применяют в виде листовой слюды и мелкозернистого порошка. До 80 % листовой слюды идет на нужды электроники. Слюдяные продукты сухого помола используют в качестве электротехнического изоляционного материала (например, слюдобумаги); мокрого помола – в качестве наполнителя для производства «перламутровых» красок – в цементной, резиновой и лакокрасочной промышленности.

В Республике Карелия месторождения слюды связаны в основном с мусковитовыми пегматитами и техногенными месторождениями, являющимися отвалами действовавших производств по добыче и переработке листового мусковита. Комплексным объектом является проявление Восточная Хизоваара, сложенное породами преимущественно кианит-мусковит-кварцевого состава [1].

Перспективная технология обогащения – оптическая сепарация, позволяющая разделять слабоконтрастные по цвету и химическому составу минералы.

История развития слюдяного промысла

Слюда-мусковит – один из минералов, использование которого человеком известно с глубокой древности. На европейском Севере упоминания об использовании слюды датируются I тысячелетием до н. э. По некоторым данным, карельскую слюду добавляли в сырьевую массу при изготовлении керамики [2]. Позже, к XII в., мусковит стали поставлять в центральные районы Руси, а к XVI в. Россия уже широко торговала слюдой на мировом рынке, поскольку ее предпочитали еще несовершенному тогда оконному стеклу. На севере Карелии, в Лоухском районе, сохранились открытые выработки – «слюдяные ямы» более 100 м в длину и около 80 м глубиной. При увеличении глубины открытые разработки переходили в подземные. Таким образом, к началу XVII в. в Карелии существовала развитая слюдяная промышленность, начавшаяся с ломки листовой слюды. В то время основной слюдяной промысел был приурочен к территориям Керетьской волости, являвшейся вотчиной Соловецкого монастыря [3]. В XVIII в. решение Адмиралтейской коллегии о более широком применении мусковита в фонарях морского флота предопределило очередной виток интереса к слюде. За 20 лет для флотских нужд было добыто более 500 пудов [4]. Дальнейшая история слюды, несмотря на широкое распространение стекла, связана с ее употреблением при изготовлении специальных вставок и «стекол» в таких изделиях, как абажуры ламп, очки пожарных и металлургов, газовые горелки и керосинки, печи и противогазы. В отличие от стеклянных, они полностью сохранялись при повышенных температурах. Как декоративный материал мелкую слюду и слюдяной порошок использовали для оформления икон, добавляли в краски и обои. В начале XX в. в связи со стремительным развитием военно-промышленного комплекса, потреблявшего до 70 % слюды, произошло возрождение отрасли, в том числе и в Карелии. С 1960-х по 1990-е годы в СССР слюдяное производство достигло наивысшего расцвета, когда основное использование слюды было связано с активно развивающейся электротехнической промышленностью. Распад Советского Союза в конце XX в., общий структурный кризис российской экономики, уменьшение спроса на листовую слюду привели к полному краху как добывающей, так и слюдоперерабатывающей промышленности в Карелии. Подземная добыча мусковита оказалась убыточной и была прекращена полностью. Шахтный комплекс был затоплен еще до проведения необходимого комплекса ликвидационных мероприятий. ГОК «Карелслюда» был признан банкротом, запасы переведены в нераспределенный фонд недр.

Современное состояние добычи и перспективы использования мусковитового сырья

Благодаря своим специфическим свойствам слюда незаменима в отдельных областях промышленности, а во время Второй

© Бубнова Т. П., Букчина О. В., 2019

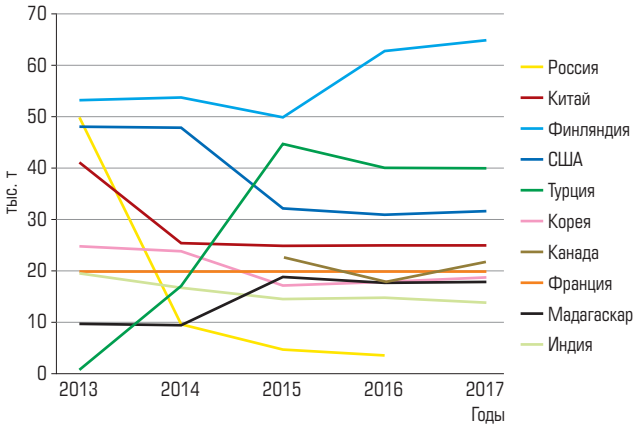

Рис. 1. Динамика мирового производства мелкоразмерной слюды

мировой войны даже входила в первую пятерку стратегических минералов. Основные направления промышленного использования слюды определяются такими свойствами, как способность к расщеплению, значительные механическая прочность и сопротивление сжатию, относительно высокие химическая и термическая стойкость, электрическая прочность. Продукцией из листовой слюды (sheet mica) являются «подборы» – пластины различной формы (толщиной 100–400 или 5–45 мкм), прямоугольные (5–650 мкм) и фасонные изделия – штампованные детали. Мелкоразмерные отходы, образующиеся при производстве листовой слюды, называются скрап (ground mica). При доизмельчении из них получают слюдяной продукт крупностью 0,16–15 или 0–0,315 мм [5].

Сегодня как листовую, так и молотую слюду используют в радиоэлектронике, электромашиностроении, электротермии, а также для изготовления строительных материалов (например, рубероида), в производстве полимеров, пигментов, резиновых изделий, вяжущих (шпаклевок, затирок), шин, пластмасс, гидроизоляционных и лакокрасочных материалов. Слюда широко применяется при производстве композиционных материалов, таких как миканиты, микалексы, новомикалексы, слюдокерамика и др. [6–8].

Активность мирового рынка слюды обусловлена меняющимся спросом на сырье в тех или иных областях использования. По данным Геологической службы США [9], общий мировой объем производства слюды к 2018 г. снизился с 1 млн до 300 тыс. т, так как, в соответствии с новой информацией из правительственного источника Китая, за последние несколько лет значительно уменьшилось производство скрапа и слюды именно в этой стране (с 785 до 25 тыс. т).

Ведущим мировым производителем натуральной молотой слюды (**рис. 1**) является Финляндия, на долю которой приходится 22 % мирового объема производства [10]. Мадагаскар является главным производителем флогопита. Литиевую слюду добывают в Намибии. Первенство по добыче листового мусковита принадлежит Индии, где производится бóльшая часть этого сырья высокого качества, поступающего на мировой рынок.

Максимум производства слюдяной продукции в нашей стране пришелся на 1990 г., но в результате распада СССР в этой отрасли произошел спад. Так, в 1999 г. практически не осуществлялись экспортные поставки слюдяного сырья. Тем не менее в России, по данным Государственного баланса запасов полезных ископаемых Российской Федерации, на 01.01.2018 числится 79 месторождений листового [11] и 25 (в том числе 5 техногенных) – мелкоразмерного мусковита [12].

Основные запасы листового мусковита сосредоточены в Сибирском федеральном округе. В Северо-Западном ФО 16,2 % запасов листовой слюды России практически поровну распределены в Мурманской области и Республике Карелия. Добычу листового мусковита в России в 2017 г. не производили. В Карелии месторождения листового мусковита приурочены к гранитным пегматитам мусковитовой, реже – мусковит-редкометалльной формаций, образующих крупные пегматитовые провинции в Чупино-Лоухском и Кемско-Беломорском районах. Более 80 % запасов сосредоточено в пределах трех месторождений – Малиновая Варака, Плотина, Тэдино (Лоухский район).

Месторождения мелкоразмерного мусковита связаны с мусковитовыми и редкометалльными пегматитами и гранитами, грейзенами, метаморфическими сланцами и гнейсами, корами выветривания по всем этим породам. За исключением метаморфогенных и техногенных месторождений, в других генетических типах мусковит хотя обычно и является важным, но все же лишь попутным сырьем (на месторождениях листовой слюды, редких металлов, кварц-полевошпатовых). Более 90 % балансовых запасов мелкоразмерного мусковита сосредоточено на Центральном месторождении двуслюдяных сланцев (Иркутская обл., Сибирский федеральный округ). В Северо-Западном ФО учтены запасы в нераспределенном фонде недр, составляющие 0,2 % общего объема сырья (Республика Карелия – 7 коренных месторождений листового мусковита, Мурманская обл. – 3 месторождения).

Добыча и переработка полезных ископаемых является наиболее перспективным направлением деятельности в Лоухском районе. Однако этот потенциал по вышеуказанным причинам используется далеко не полностью. Кадастром месторождений и проявлений мусковита Республики Карелия учтено 97 месторождений и проявлений [13]. Все объекты, за исключением проявления мелкоразмерного мусковита Восточная Хизоваара, связаны с мусковитовыми пегматитами. Как правило, они являются комплексными рудами, так как сложены, помимо слюд различного состава и качества, плагиоклазом, микроклином, кварцем, в подчиненном соотношении – кианитом, гранатом, турмалином, апатитом, сульфидами и оксидами железа. Проявление Восточная Хизоваара, сложенное породами преимущественно кианит-мусковит-кварцевого состава (**рис. 2**, *а*, *б*), было оценено на маложелезистый мелкочешуйчатый мусковит [14]. В результате метасоматических преобразований Fe и Mg активно выносятся из биотита (см. рис. 2, *в*), что приводит к формированию безжелезистого мусковита (см. рис. 2, *г*). За рубежом такой мусковит широко используют для производства лакокрасочных изделий и перламутровых пигментов. Дополнительно проведенные исследования по обогащению показали возможность получения кианитового и кварцевого концентрата высокого качества [15].

В последнее время в отработку все чаще вовлекают техногенные месторождения, являющиеся отвалами действующих производств по добыче и переработке минерального сырья. Отвалы

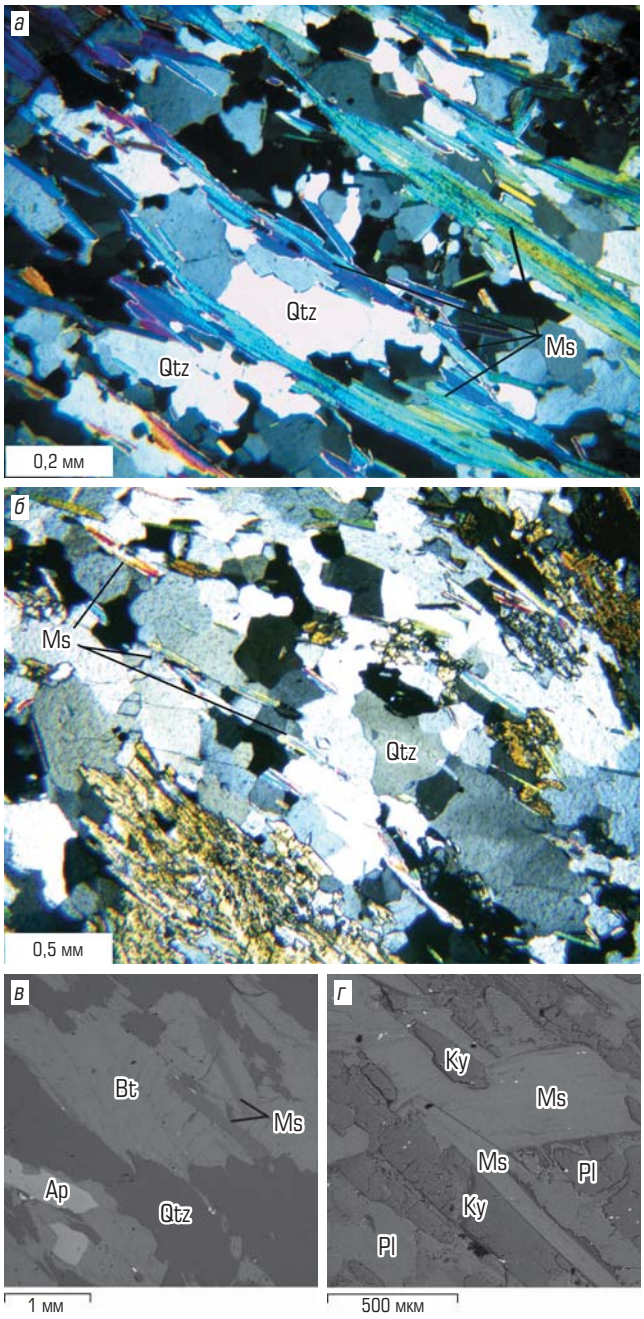

Рис. 2. Мусковитовые руды проявления Восточная Хизоваара: *а*, *б* – шлифы, николи скрещенные; *в*, *г* – изображение сканирующего электронного микроскопа VEGA II LSH (Tescan)

месторождений листовой слюды сложены отходами, получаемыми при обработке забойного сырца до промышленного (рудничный скрап), а также при обработке слюды (фабричный скрап). Геологической экспедицией северных районов (ГЭСР) в 2007 г. была проведена промышленная оценка отвалов горных пород мусковитовых и керамических пегматитов Чупино-Лоухского района с оценкой геологических ресурсов мусковита и кварца и экономической целесообразности возобновления добычи слюды. Комплексные работы, выполненные в Институте геологии КарНЦ РАН по оценке потенциала георесурсов слюдяных отвалов с разработкой технологии разделения минералов из отвалов, базировались на результатах изучения их минерального состава, структурно-текстурных параметров, особенностей состава отдельных минералов – кварца, мусковита, биотита, плагиоклаза, микроклина [16].

В технологической схеме переработки техногенных отвалов отсутствуют стадии дробления, так как минеральная масса представляет собой уже измельченный материал. Соответственно снижаются затраты на переработку сырья. При этом основная задача обогащения сводится к выбору технологии, обеспечивающей селективность разделения минералов, но традиционные методы (магнитные, гравитационные, флотационные) в данном случае малоэффективны или экономически и экологически нецелесообразны. Создаваемая технология должна обеспечить возможность получения поточным методом минеральных концентратов разного гранулометрического состава с максимально возможным показателем извлечения.

В связи с развитием технологий оптической сепарации, представляющих уникальную рациональную и рентабельную альтернативу традиционным процессам обогащения, появились возможности для совершенствования и повышения эффективности способов переработки минерального сырья. Исследования по созданию инновационных технологий разделения (селекции) слабоконтрастных по цвету и химическому составу минералов из пегматитовых отвалов проводили на кафедре оптико-электронных приборов и систем Университета ИТМО (г. Санкт-Петербург) [17]. Для определения возможности разделения различных минералов анализировали такие характеристики образцов, как цветность, бликование, яркость, область различных оттенков. Так, например, разделение мусковита и биотита можно осуществить на основе различия цветового признака – поверхность исследуемых образцов биотита характеризуется отсутствием бликов и для оптико-электронной системы является очень темной, фактически черной. В отличие от мусковита, оптические изображения биотита не содержат желтых и оранжевых оттенков. Таким образом, создаваемая технология позволяет поточным методом с высокой полнотой извлекать минералы, характеризующиеся различными оптическими характеристиками.

Начиная с 2000 г. на фоне постепенного выхода России из экономического кризиса повышается потребность отечественного рынка в слюде, которая до сегодняшнего дня удовлетворяется за счет импорта, несмотря на наличие собственных запасов сырья. За период с сентября 2017 г. по сентябрь 2018 г. товарооборот России по категории «слюда» составил 50,3 млн долл. при объеме 7,36 тыс. т [18]. Из них более 94 % приходится на импорт слюды различного качества, в котором доля необработанной и расщепленной на пластинки слюды составляет почти 90 %. Среди импортеров лидируют Мадагаскар (49 %) и Индия (35 %). Экспортируется же в основном (92 %) молотая слюда в Украину (37,7 %), Беларусь (34,7 %), Казахстан (12,8 %), Южную Корею, Китай, Сербию и др. На сегодняшний день ситуация такова, что крупнейшее в стране предприятие ФГУП «ГОК Мамслюда», добывающее листовой мусковит, с 2005 г. признано банкротом с введением на предприятии конкурсного управления. Главная проблема заключается в высокой себестоимости продукции, в основном из-за подземной добычи в условиях многолетней

мерзлоты. Предприятие не выдержало конкуренции с низкокачественным и дешевым сырьем из Юго-Восточной Азии. По мнению арбитражного управляющего, единственное, что могло бы сделать продукцию «Мамслюды» конкурентоспособной – это введение импортных квот. Тем не менее пример ОАО «Слюда», созданного в кризисные 1990-е годы на базе Филинской слюдяной фабрики в Нижегородской области, показывает возможность развития предприятия, занимающегося переработкой слюдяного сырья и производством широкого перечня изделий на его основе [19]. Другое предприятие – АО «Малышевское рудоуправление» в Свердловской области, одно из старейших в России предприятий по добыче и переработке руд изумрудно-редкометалльного рудного района, с получением широкого ассортимента минеральных концентратов, в том числе молотого мусковита для производства сварочных электродов [20].

Заключение

Таким образом, для успешного возрождения слюдяной промышленности необходимо решение вопросов, связанных как с расширением минерально-сырьевой базы, так и с поиском новых перспективных областей использования слюды. Кроме того, весьма привлекательным может быть использование «забытых территорий» слюдяного промысла в качестве объектов горно-геологического туризма. Местное население карельских поморских деревень издавна занималось различными промыслами, в том числе и солеварением, добычей слюды и даже жемчуга. Интересны необычные каменные сооружения древних саамов – сейды, лабиринты Беломорского побережья, петроглифы. Опыт использования индустриального наследия (Горный парк Рускеала в Карелии, медная шахта Отокумпу в Финляндии) показывает высокую рентабельность такого направления работ.

Библиографический список

1. *Никифоров А. Г., Бубнова Т. П.* Геолого-технологическое картирование промышленных типов мусковитовых руд проявления Восточная Хизоваара (Республика Карелия) // Обогащение руд. 2018. № 5. С. 49–56. DOI: 10.17580/or.2018.05.09
2. *Кочкуркина С. И., Косменко М. Г., Филатова В. Ф.* и др. Археология Карелии. – Петрозаводск : КарНЦ РАН, 1996. – 413 с.
3. *Скамницкая Л. С., Шахнович М. М., Букчина О. В.* Использование слюды и расположение мест добычи мусковита в позднем средневековье на Кольском полуострове и в Северной Карелии // Труды Карельского научного центра Российской академии наук. Сер. Геология докембрия. 2015. № 7. С. 181–191.
4. *Петров В. П.* Рассказы о трех необычных минералах. – М. : Недра, 1978. – 176 с.
5. *Ерёмин Н. И.* Неметаллические полезные ископаемые. – 2-е изд., испр. и доп. – М. : Изд-во МГУ, 2007. – 459 с.
6. *Шишелова Т. И., Житов В. Г.* Современное состояние слюдяной области: проблемы и перспективы // Успехи современного естествознания. 2018. № 3. С. 133–139.
7. *Rothon R.* Fillers for Polymer Applications // Polymers and Polymeric Composites : A Reference Series. – Cham : Springer International Publishing, 2017. – 489 p.
8. *Shanming Ke, Chang Chen, Nianqing Fu, Hua Zhou, Mao Ye* et al. Transparent Indium Tin Oxide Electrodes on Muscovite Mica for High-Temperature-Processed Flexible Optoelectronic Devices // ACS Applied Materials & Interfaces. 2016. Vol. 8(42). P. 28406–28411.
9. Statistical Summary / U.S. Geological Survey, 2018. URL: http://minerals.usgs.gov/minerals/pubs/commodity/statistical_summary (дата обращения: 09.12.2018).
10. Metals and minerals production 2016–2017. URL: http://en.gtk.fi/informationservices/mineralproduction/finmipr1117.html (дата обращения: 09.12.2018).
11. Государственный баланс запасов полезных ископаемых Российской Федерации на 1 января 2018 г. Вып. 55. Мусковит листовой. – М. : Росгеофонд, 2018.
12. Государственный баланс запасов полезных ископаемых Российской Федерации на 1 января 2018 г. Вып. 56. Мусковит мелкоразмерный. – М. : Росгеофонд, 2018.
13. Минерально-сырьевая база Республики Карелия / под ред. В. П. Михайлова, В. Н. Аминова. – Петрозаводск : Карелия, 2006. Кн. 2. Неметаллические полезные ископаемые. Подземные воды и лечебные грязи. – 356 с.
14. *Скамницкая Л. С., Данилевская Л. А., Бубнова Т. П., Щипцов В. В.* Разработка новых подходов к технологиям комплексного освоения месторождений мелкоразмерного мусковита (на примере месторождения Восточная Хизоваара) // Современные методы технологической минералогии в процессах комплексной и глубокой переработки минерального сырья : матер. Междунар. совещания «Плаксинские чтения-2012». – Петрозаводск : КарНЦ РАН, 2012. С. 276–279.
15. *Данилевская Л. А., Скамницкая Л. С.* Мусковитовые метасоматиты месторождения Восточная Хизоваара как нетрадиционный источник кварцевого сырья // Разведка и охрана недр. 2012. № 6. С. 60–65.
16. *Скамницкая Л. С., Щипцова Е. В.* Потенциал георесурсов техногенных месторождений на примере отвалов слюдяных пегматитов Северной Карелии // Промышленные минералы: проблемы прогноза, поисков, оценки и инновационные технологии освоения месторождений : матер. Междунар. науч.-практ. конф. – Казань, 2015. С. 190–194.
17. *Skamnitskaya L. S., Bubnova T. P., Chertov A. N., Gorbunova E. V.* Technological aspects of the utilization of Karelian artificial micaceous pegmatite dumps // Proceedings of the14th International Multidisciplinary Scientific Geo-Conference and Expo 2014. – Albena, 2014. Book 1. Vol. 3. P. 957–964.
18. Товарооборот России по категории «слюда». URL: http://ru-stat.com/date-M201709–201809/RU/trade/world/052525 (дата обращения: 10.12.2018).
19. О фабрике / ОАО Слюда. URL: http://www.sluda-nn.ru/o-fabrike.htm (дата обращения: 10.12.2018).
20. Продукция / АО «Малышевское рудоуправление». URL: http://оао-мру.рф/produktsiya.html (дата обращения: 10.12.2018). ГЖ

«GORNYI ZHURNAL», 2019, № 3, pp. 21–25
DOI: 10.17580/gzh.2019.03.04

Muscovite reserves of Karelia: History of mining and application prospects

Information about authors
T. P. Bubnova [1], Researcher, bubnova@krc.karelia.ru
O. V. Bukchina [1], Researcher
[1]Institute of Geology, Karelian Research Center, Russian Academy of Sciences, Petrozavodsk, Russia

Abstract
Muscovite mica is a mineral human has been utilizing from the earliest times. In the European North, the first knowledge on mica use dates back to the 1st century BC. On some evidence, Karelian mica was added to a raw mix in ceramics making. Later on, muscovite was shipped to central Russia, and by the 16th century Russia widely traded mica in the world market.
Industrial use of muscovite is based on the capacity of this mineral to split into fine, flexible transparent plates possessing high dielectric characteristics, high mechanical strength, thermal and chemical endurance, as well as low water absorbency.
Muscovite is used as sheet mica (mostly in electronics) and fine-grained powder (insulation, cement/rubber/pink-and-varnish industries).
The world's top producer of natural ground mica is Finland. Madagascar is the leading produce of phlogopite. Namibia produces Lithia mica. In the Republic of Karelia, mica deposits mainly adjoin muscovite pegmatite and mining-and-processing waste accumulations. The latter require modern processing methods.
Keywords: Karelian region, muscovite, mica, deposits, reserves, mining, processing, concentrate.

References
1. Nikiforov A. G., Bubnova T. P. Geological and technological mapping of industrial types of muscovite ores of Eastern Hizovaara structure (Republic of Karelia). *Obogashchenie Rud*. 2018. No. 5. pp. 49–56. DOI: 10.17580/or.2018.05.09
2. Kochkurnika S. I., Kosmenko M. G., Filatova V. F. et al. Archeology in Karelia. Petrozavodsk : KarNTs RAN, 1996. 413 p.
3. Skamnitskaya L. S., Shakhnovich M. M., Bukchina O. V. Applications of mica and locations of muscovite mining areas in the late medieval period in the Kola peninsula and North Karelia. *Trudy Karelskogo nauchnogo tsentra Rossiyskoy akademii nauk. Ser.: Geologiya dokembriya*. 2015. No. 7. pp. 181–191.
4. Petrov V. P. Stories about three unusual minerals. Moscow : Nedra, 1978. 176 p.
5. Eremin N. I. Nometallic minerals. 2nd enlarged and revised edition. Moscow : Izdatelstvo MGU, 2007. 459 p.

6. Shishelova T. I., Zhitov V. G. Modern condition of the mica sphere. Problems and prospects. *Uspekhi sovremennogo estestvoznaniya*. 2018. № 3. С. 133–139.
7. Rothon R. Fillers for Polymer Applications. Polymers and Polymeric Composites : A Reference Series. Cham : Springer International Publishing, 2017. 489 p.
8. Shanming Ke, Chang Chen, Nianqing Fu, Hua Zhou, Mao Ye et al. Transparent Indium Tin Oxide Electrodes on Muscovite Mica for High-Temperature-Processed Flexible Optoelectronic Devices. *ACS Applied Materials & Interfaces*. 2016. Vol. 8(42). pp. 28406–28411.
9. Statistical Summary. U.S. Geological Survey, 2018. Available at: http://minerals.usgs.gov/minerals/pubs/commodity/statistical_summary (accessed: 09.12.2018).
10. Metals and minerals production 2016–2017. Available at: http://en.gtk.fi/informationservices/mineralproduction/finmipr1117.html (accessed: 09.12.2018).
11. Russian Federation State Balance of Mineral Reserves as of January 1, 2018. Issue 55. Sheet Muscovite. Moscow : Rosgeofond, 2018.
12. Russian Federation State Balance of Mineral Reserves as of January 1, 2018. Issue 56. Fine-Grained Muscovite. Moscow : Rosgeofond, 2018.
13. Mikhailov V. P., Aminov V. N. (Eds.). Mineral and raw material base of the Republic Karelia. Petrozavodsk : Kareliya, 2006. Book 2: Non-metallic mineral resources. Underground waters and medical muds. 356 p.
14. Skamnitskaya L. S., Danilevskaya L. A., Bubnova T. P., Shchiptsov V. V. New approaches to integrated mining technologies for fine muscovite production (in terms of East Khizovaara deposit). *Modern Technological Mineralogy Techniques in Integrated Advanced Mineral Processing : Plaksin's Lectures 2012 International Conference Proceedings*. Petrozavodsk : KarNTs RAN, 2012. pp. 276–279.
15. Danilevskaya L. A., Skamnitskaya L. S. Muscovite metasomatites of the Vostochnaya Hizovaara deposit as an unconventional source of quartz raw material. *Razvedka i okhrana nedr*. 2012. No. 6. pp. 60–65.
16. Skamnitskaya L. S., Shchiptsova E. V. Georesource potential of mining waste in terms of mica pegmatite dumps in North Karelia. *Industrial Minerals – Prediction, Prospecting and Appraisal Problems and Innovative Mining Technologies: International Conference Proceedings*. Kazan, 2015. pp. 190–194.
17. Skamnitskaya L. S., Bubnova T. P., Chertov A. N., Gorbunova E. V. Technological aspects of the utilization of Karelian artificial micaceous pegmatite dumps. *Proceedings of the14th International Multidisciplinary Scientific Geo-Conference and Expo 2014*. Albena, 2014. Book 1, Vol. 3. pp. 957–964.
18. Russia's Trade: Mica including splitting; and mica waste. Available at: http://ru-stat.com/date-M201709-201809/RU/trade/world/052525 (accessed: 10.12.2018).
19. Slyuda Factory. Available at: http://www.sluda-nn.ru/o-fabrike.htm (accessed: 10.12.2018).
20. Malyshevka Mine Management products. Available at: http://оао-мру.рф/produktsiya.html (accessed: 10.12.2018).

УДК 552.54(470.22)

КАРБОНАТНОЕ СЫРЬЕ КАРЕЛИИ: ИСТОРИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

П. В. МЕДВЕДЕВ,
старший научный сотрудник, канд. геол.-минерал. наук

Н. И. КОНДРАШОВА,
научный сотрудник, канд. геол.-минерал. наук,
kondr@krc.karelia.ru

Институт геологии Карельского научного центра РАН, Петрозаводск, Россия

Представлен краткий обзор обеспеченности Карелии карбонатным сырьем. Приведены сведения из истории использования карельского декоративного камня (мрамора). Помимо традиционного применения, предложено изучить возможность использования карельских карбонатов для очистки вод от тяжелых металлов.

Ключевые слова: *продукция горнопромышленного комплекса, карбонатное сырье, стратиграфическая позиция продуктивных толщ, месторождение известняка, месторождения доломитов, карельский мрамор, многоцелевое использование карбонатов.*

DOI: *10.17580/gzh.2019.03.05*

Введение

В структуре экономики Республики Карелия основными видами продукции горнопромышленного комплекса являются: железорудный окатыш, строительный щебень, камнелитейное сырье, продукция из шунгита и шунгитсодержащих пород, а также блочный камень. Если с начала XVIII в. для добычи блочного камня на территории Карелии использовали преимущественно мрамор, то в настоящее время – это магматические породы разного состава, а также кварциты и кварцитопесчаники.

На сегодняшний день в кадастре республики указано 40 месторождений и рудопроявлений карбонатного сырья [1]. Из них только два объекта связаны с магматическими телами карбонатитов, все остальные относятся к осадочным и осадочно-метаморфическим образованиям палеопротерозоя.

Стратиграфически осадочные карбонаты приурочены преимущественно к отложениям ятулийского и людиковийского надгоризонтов нижнепротерозойской (карельской) зонотемы (**табл. 1**). Ятулийский надгоризонт подразделяется на онежский и сегозерский горизонты [2]. Если сегозерский горизонт – это кварцитопесчаниковая толща с силлами и лавовыми покровами основных пород, то онежский горизонт представлен преимущественно терригенно-карбонатной толщей. Людиковийский надгоризонт подразделяется на заонежский и суйсарский (преобладают магматические породы) горизонты. Заонежский горизонт делится на два подгоризонта: нижний – существенно карбонатный и верхний – преимущественно терригенно-карбонатный, с обогащением пород шунгитовым веществом. В Северном Приладожье в составе людиковийского надгоризонта выделяют сортавальскую (существенно вулканогенную) и ладожскую (турбидитовую) серии. В разрезе сортавальской серии присутствуют горизонты карбонатов, часто скарнированных.

В обобщающей сводке по нерудному сырью республики [1] указывается возможное практическое использование разведанного карбонатного сырья. Это, главным образом, производство

© Медведев П. В., Кондрашова Н. И., 2019