

2. Zagożdżon P. P. Dawne podziemne wyrobiska Dolnego Śląska, jako obiekty badań naukowych i atrakcje turystyczne. *Bezpieczeństwo Pracy i Ochrona Środowiska w Górnictwie*. 2016. Vol. 6.
3. Kajetan d'Obryn, Poleć M., Postawa A. Use of water from the WVII-16 leak in the Wieliczka Salt Mine (Poland). *Mine Water & Circular Economy: Proceedings of the 13th International Mine Water Association Congress*. Lappeenranta, 2017. Vol. 1. pp. 276–281.
4. Agapov I. A., Lyakhnitsky Y. S., Hlebalin I. U. The man-made underground cavities of North-West Russia. *Proceedings of the 16th International Congress of Speleology*. Praha: Czech Speleological Society, 2013. Vol. 2. pp. 179–184.
5. Tsiurlnikov E. V. In the shade of "Mertsalov Palm": prospects of creation and development of "Ukrainian Technoland" mining-metallurgical museum. *Chernye Metally*. 2010. No. 5. pp. 85–88.
6. Bundesberggesetz (BBergG): Ausfertigungsdatum 13.08.1980. Available at: <https://www.gesetze-im-internet.de/bbergg/BBergG.pdf> (accessed: 15.10.2018).
7. Richtlinie für den Betrieb von Besucherbergwerken und Besucherhöhlen. 2009. Available at: http://www.oba.sachsen.de/download/RL_BesBerGw.pdf (accessed: 15.10.2018).
8. Prawo geologiczne i górnictwo: Ustawa z dnia 09.06.2011 No. 163. Available at: <http://prawo.sejm.gov.pl/isap.nsf/download.xsp/WDU20111630981/T/D20110981L.pdf> (accessed: 15.10.2018).
9. Shekov V., Ivanov A., Jalas P., Laaksoharju M., Horner D. BSUIN—A unique innovation programme for underground space development to be tested in the Ruskeala marble quarry and Sortavala

- geopark, Karelia, Russia. *Proceedings of the 18th International Multidisciplinary Scientific GeoConference*. Albena, 2018. Vol. 18. DOI: 10.5593/sgem2018/1.3/S03.019
10. Available at: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_343/ (accessed: 15.10.2018).
11. Basyrov N. R. Foreign experience of legal securing of completion works performance by subsoil users. *Zhurnal zarubezhnogo zakonodatelstva i sravnitel'nogo pravovedeniya*. 2014. No. 4(47). pp. 699–705.
12. Potravnov A., Khmel'nik T., Miroshnichenko P. Caves of the North-West of Russia. Saint-Petersburg: Avra, 2015. 156 p.
13. Agafonov V. B. Legal problems connected with protection of subsoil area of scientific or cultural value. *Aktualnye problemy rossiiskogo prava*. 2010. No. 4(17). pp. 128–136.
14. Lyakhnitskii Yu. S. Sablino caves. *Gosudarstvennoe upravlenie resursami*. 2009. No. 12. pp. 48–59.
15. Wuychik A. Y. Protection and Presenting of the Unique Underground Geological Sites in the Mines of Upper Silesian Coal Basin (Poland). *Geological and mine industry heritage in regional economic development: Collected works*. Petrozavodsk, 2016. pp. 193–202.
16. Shekov K. V. Old mines of the Northwest of Russia in the context of changing role of mining-industrial heritage. *Proceedings of the 18th International Multidisciplinary Scientific GeoConference*. Albena, 2018. Vol. 18. pp. 601–606.
17. Shekov V. A. (Ed.). Mining road. Petrozavodsk: KarNTs RAN, 2014. 365 p.

УДК 553(479.22)

ПРОМЫШЛЕННЫЕ МИНЕРАЛЫ КАРЕЛИИ



В. В. ЩИПЦОВ,

зав. отделом минерального сырья, д-р геол.-минерал. наук, shchiptov@krc.karelia.ru

Институт геологии Карельского научного центра РАН, Петрозаводск, Россия

Введение

В настоящее время при освоении промышленных минералов, интерес к которым год от года усиливается, резко возросли требования, предъявляемые потребителями к их качеству на мировом рынке. Соответственно повышается и ответственность поставщиков промышленных минералов за соблюдение стандартов на готовую продукцию [1–3]. Всегда подчеркивалось большое значение минерально-сырьевой базы Республики Карелия, которая включает в себя ряд важных месторождений и проявлений промышленных минералов [4, 5]. Ее значимость определяется глубиной исследований, которая связана зависимостью от социально-экономических условий, экологических требований и потребностей рынка [2].

История открытия и освоения запасов промышленных минералов в Карелии

На территории современной Карелии многие годы соль, выпариваемая из морской воды и называемая «морянка», была важным минеральным продуктом. С XV по XVIII в. на побережье Белого моря существовали десятки соляных варниц, которые в большинстве своем принадлежали Соловецкому монастырю. Нельзя не упомянуть

Показана роль промышленных минералов (неметаллических полезных ископаемых) в развитии экономики региона. Дана научная и практическая оценка месторождений и крупных проявлений промышленных минералов Карелии.

Ключевые слова: Республика Карелия, промышленные минералы, Фенноскандинавский щит, минеральное сырье, месторождение, проявление, геология, технологическая минералогия, обогащение, доступность недр.

DOI: 10.17580/gzh.2019.03.03

масштабный слюдяной промысел, начатый не позднее X–XI вв. [6]; он обеспечивал как внутренний, так внешний рынок слюдой. На многих реках жемчуголовы-промысловики, жители ближайших деревень, занимались добычей жемчуга. Длительное время существовала артель жемчуголовов на северной реке Кереть.

Строительство Мурманской железной дороги (1914–1916 гг.), создание которой велось с севера от г. Романов-на-Мурмане и с юга от г. Петрозаводска, сыграло важную роль в последующем ускоренном освоении северных «подземных кладовых».

Известный советский геолог проф. П. А. Борисов инициировал создание в Карелии минерально-сырьевой базы керамической промышленности [7], именно он предложил назвать сырье керамическим пегматитом. Созданная в 1922 г. частная контора Чупинских разработок (Чупгорн) начала промышленную добычу мусковита и полевошпатового сырья. Были открыты месторождения пегматитов и создана основа сырьевой базы керамического сырья в стране. Впоследствии был организован трест «Союзслюдкомбинат», силами этого предприятия началась добыча керамического сырья на месторождениях им. Чкалова, Попов Наволок, 8 Марта, Черная Салма, Кривое Озеро, Хетоламбина, Панфилова

Варакка и др. в количестве до 40–60 тыс. т в год [7]. Здесь в 1932 г. впервые в СССР при разведке пегматитовых жил было применено колонковое бурение.

Геологи Управления по горнорудному сырью Карело-Кольского региона внесли огромный вклад в открытие крупных промышленных месторождений неметаллического сырья. Среди первооткрывателей недр было много учеников П. А. Борисова: Н. И. Рябов, Г. Н. Бунтин, Л. А. Косой, П. В. Соколов, В. А. Токарев, Л. Я. Харионов, Н. А. Волотовская, В. Н. Нумерова и др.

К 1930-м годам относятся первые сведения о гранатовых проявлениях Шуерецкого района. В это же время были сделаны первые шаги по геологическому заключению о наличии кианитовых проявлений в Карелии. Исследования проводили по заданию Совнаркома СССР в связи с поисками руд алюминия и созданием алюминиевой промышленности для потребностей и развития самолетостроения. Разведку месторождения проводили в 1940–1941 гг. и в 1952–1953 гг. Запасы утверждены в ГКЗ СССР в 1953 г. [4].

Заонежье уже более двух столетий привлекает внимание специалистов наличием шунгитовых пород — от первого упоминания в 1792 г. известным русским естествоиспытателем Н. Я. Озерецковским до начала систематического изучения, когда в 1877 г. была проведена разведка Шуньгского месторождения, а в 1885 г. профессор Санкт-Петербургского университета А. А. Иностранцев предложил термин «шунгит». Благодаря работам А. А. Иностранцева, С. О. Конткевича, Б. З. Коленко, Г. П. Гельмерсена появляются материалы об этих породах (шуньгские антрациты). В 1928 г. начинается процесс промышленного освоения шунгитовых пород государственным трестом «Шунгит», в ходе которого удалось получить ценную информацию о составе и свойствах породы, а также показать, что данное углеродсодержащее сырье может быть полезным для различных отраслей народного хозяйства.

Еще в середине XVIII в. на Ладогe стал развиваться горный промысел графита Кимамьяки (в 13 км от г. Сортавала). В целом графитовые каменоломни были сосредоточены в окрестностях г. Питкяранта. Наиболее интенсивная добыча проходила на шахте Шварц-1, где в 1890–1892 и 1914 гг., помимо железной и медной руды, было добыто 120 т графита [8].

Изучение пегматитов и жильного кварца также связано с Приладожьем, экспедиционные поисковые работы здесь вели на морион, пригодный для производства пьезокварца. Эту работу проводила Питкярантская партия Ленинградской экспедиции на Питкярантском и Улягеском массивах в 1948 г. [4]. В районе пос. Чула еще в 1930-е годы начались исследования с целью создания сырьевой базы для промышленного использования пегматитового кварца в фарфоро-фаянсовой промышленности. Впервые в начале 1950-х годов трестом «Ленгеолнеруд» МПСМ СССР были выявлены и оценены в Северной Карелии запасы кварца для оптического стекловарения. В 1960–1980-е годы изучался и оценивался кварц участка Фенькина-Лампи и метчангярвинские кварциты для использования в металлургическом производстве. К 1990 г. имелись обоснованные данные, чтобы Карело-Кольскую пегматитовую провинцию отнести к одному из наиболее перспективных районов для создания здесь новой сырьевой базы по производству специальных кварцевых изделий и материалов, отвечающих промышленным требованиям.

Современное состояние сырьевой базы промышленных минералов и перспективы ее освоения

Вышеприведенные материалы однозначно свидетельствуют о том, что промышленные минералы на современной территории Республики Карелия играли важную роль в экономике региона.

Геодинамическая обстановка в пределах восточной части Фенноскандинавского щита существенно отличается структурообразованием и тектоническим строением, режимом развития, в частности изменениями глубинного теплового потока и т. п. Она определила закономерности вещественно-структурной эволюции земной коры — осадочное породообразование, магматизм, метаморфизм и минерагению. Все это привело к формированию полихронных и полигенетических перспективных месторождений и проявлений промышленных минералов и горных пород с высоким содержанием магния, глинозема, кремнезема, углерода, полевого шпата, фтора, фосфора и титана (рис. 1). В свете полученных результатов промышленные минералы разбиты на несколько групп, каждая из которых обладает своими особенностями и практической ценностью.

Высокоглиноземистые руды промышленных минералов. В период 2011–2013 гг. подготовлено трехтомное издание, в котором обобщены сведения по небокситовому алюминиевому сырью России [9, 10]. В этой работе детально охарактеризованы высокоглиноземистые промышленные минералы Хизоваарского рудного поля. На основании изучения рудообразования и вторичных изменений полигенных (метаморфогенных, метаморфогенно-метасоматических и метасоматических) кианитовых руд этого поля выделены три промышленных природных типа руды с их морфометрическими и минералого-технологическими особенностями [10].

Инновационные подходы к технологии обогащения кианитовых руд данного объекта с использованием поцикловой трехстадиальной флотации сульфидов, слюды и кианита привели к получению кианитового продукта с содержанием, %: $60 \text{ Al}_2\text{O}_3$; $37,1 \text{ SiO}_2$; $0,27 \text{ Fe}_2\text{O}_3 + \text{FeO}$; $1,4 \text{ TiO}_2$; $0,05 \text{ S}$. Основные пути использования конечных кианитовых продуктов Хизоваарского рудного поля — это огнеупоры, высокоточное литье (турбинные лопасти в авиационном моторостроении), санитарный и электрический фарфор, керамическая плитка, фильтры и др. (рис. 2). Этот объект наиболее перспективен и подготовлен к освоению.

Исследованиями Института геологии КНЦ РАН показана роль корундсодержащих гнейсов севера Карелии, в которых корунд может быть представлен в промышленной классификации месторождений твердых полезных ископаемых как минерал класса «промышленное сырье» группы «корунд». При комплексной оценке он доступен для получения корундовых концентратов и монокристаллов многоцелевого использования при условии создания экологически и экономически целесообразной технологии переработки.

Впервые на основе геолого-технологических исследований показана принципиальная возможность промышленного использования анортозитов крупного проявления Нижнее Котозеро (Лоухский район), получен лабрадоритовый концентрат высокого качества. Сделано заключение, что запасы нового вида полевошпатового сырья достаточны для организации добычи с годовой производительностью карьера до 100 тыс. т и более [4].

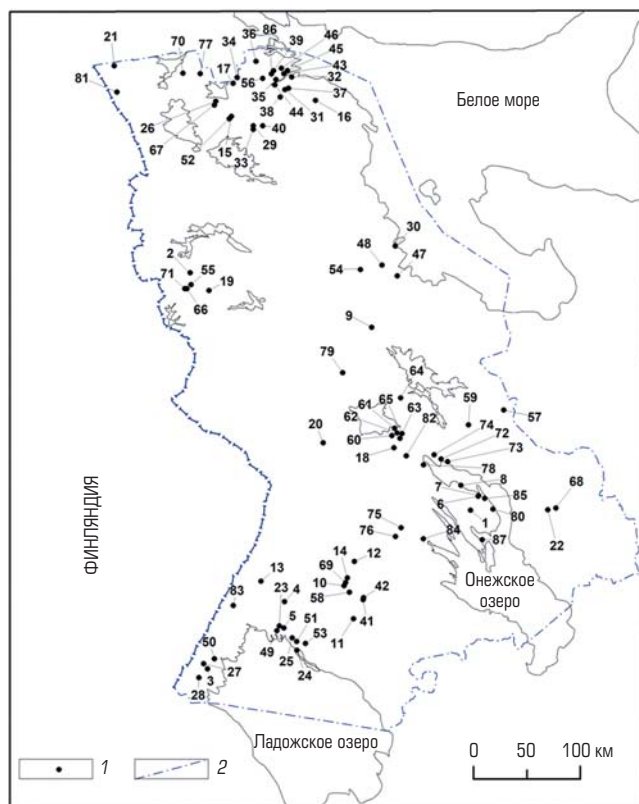


Рис. 1. Месторождения и крупные проявления промышленных минералов Республики Карелия

Минеральные объекты:

Алмаз: 1 – Кимозеро; 2 – Корпанга; *графит:* 3 – Ихала; 4 – Полви-Лампи; 5 – Кительское; *шунгит:* 6 – Забогинское; 7 – Максовское; 8 – Шуньское; *серный колчедан:* 9 – Парандово; 10 – Хаутаваара; 11 – Ведлозеро; 12 – Чалка; 13 – Ялонваара; 14 – Шуйское; *ильменит:* 15 – Суриваара; *кварц:* 16 – Никонова Варакка; 17 – Степаново Озеро; 18 – Фенькина Лампи; 19 – Меломайс; 20 – Метчангярви; 21 – Майское; *хромит:* 22 – Аганозерское; *флюорит:* 23 – Кителя; 24 – Уксинское; 25 – Хопунваара; *апатит:* 26 – Карбонатитовое; 27 – Кайвомаяки; 28 – Райвимаяки; *кианит:* 29 – Хизоваара; *гранат:* 30 – Тербеостров; 31 – Западная Плотина; 32 – Левин Бор; 33 – Высота 181; 34 – Униярви; *мусковит:* 35 – Малиновая Варакка; 36 – Тедино; 37 – Плотина; 38 – Слюдозеро; 39 – Карельское; 40 – Межозерное; *полевой шпат:* 41 – Кюрьяла; 42 – Брусничное; 43 – Хетоламбина; 44 – Чкаловское; 45 – Уракка; 46 – Блинковые Варакки; 47 – Слюдной Бор; 48 – Торлов Ручей; 49 – Линнаваара; 50 – Яккима; 51 – Люпикко; *нетрадиционный полевой шпат:* 52 – Елетьезерское; 53 – Юка-Коски; 54 – Роза-Лампи; 55 – Костомукшское; 56 – Нижнее Котозеро; *тальк:* 57 – Светлоозерское; 58 – Игнойла; 59 – Повенчанка; *тальковый камень:* 60 – Турган-Койван-Аллушта; 61 – Калиево-Муренненваара; 62 – Кала-Лампи; 63 – Остерозеро; 64 – Уросозеро; 65 – Вожемское; 66 – Озерки; *оливин:* 67 – Шапкозерское; 68 – Аганозерское; *серпентинит:* 69 – Хаутаваара; 70 – Ханкус; 71 – Таловейс; *щелочной асбест:* 72 – Краснополянское; 73 – Повенецкое; 74 – Сапенцецкое; *карбонатные породы:* 75 – Пялозерское; 76 – Виданское; 77 – Кукаозерское; 78 – Шайдомское; 79 – Елмозерское; 80 – Кузарандовское; 81 – Соватарвинское; 82 – Чебино-Остречье; 83 – Рускеала; *пироксеновый порфирит:* 84 – Хавчеозерское; *ювелирные камни:* 85 – Тетюгино; 86 – Хитостров; 87 – Волкостров. 1 – минеральные объекты; 2 – административная граница Карелии



Рис. 2. Пилотный карьер кианитовых руд («Южная Линза», Хизоваарское рудное поле)

Высокомагнезиальные руды промышленных минералов. В нижней части земной коры отмечены высокомагнезиальные по составу породы. На территории Карелии подобные комплексы мезо- и неогерха характеризуются определенной геохимической спецификой и представляют собой наиболее перспективную область высокомагнезиального сырья [11].

В результате проведенных работ определена апоультрабазит-базитовая формация, к которой принадлежат талькосодежащие Светлоозерское, Рыбозерское и Игнойльское месторождения. Помимо талька, к настоящему времени выявлено около 20 минеральных объектов талькового камня в центральных районах Карелии и на территории административного подчинения г. Костомукша [4].

Доминирующее положение относительно высокомагнезиального сырья принадлежит Светлоозерскому месторождению магнетит(брейнерит)-тальковых руд, связанных с Сумозерско-Кенозерским зеленокаменным поясом [4]. Здесь тальк относится к главному промышленному минералу, но, говоря о комплексном подходе к оценке объекта, нельзя сбрасывать со счета другой ценный минерал – брейнерит из группы магнетита.

Значительный ресурс высокомагнезиальных пород на территории Карелии связан с широким распространением талькового камня в архейских зеленокаменных поясах. Например, на территории административного подчинения г. Костомукша в рамках проекта «Модель сотрудничества в сфере камнеобрабатывающей промышленности еврорегиона «Карелия» путем совместных работ были выявлены пять перспективных участков талькового камня.

К промышленно перспективным проявлениям высокомагнезиального сырья относятся оливиниты и дуниты в субщелочных пироксенит-габбровых комплексах с карбонатитами и нефелиновые сиениты Тикшеозерского и Елетьезерского массивов на севере Карелии. Содержание MgO в этих промышленно ценных породах, в первую очередь для производства форстеритовых огнеупоров, достигает 45 %. Вторым перспективным объектом являются высокомагнезиальные комплексы в Аганозерском блоке Бураковского расслоенного мафит-ультрамафитового массива (дуниты, пироксениты, серпентиниты и кемиститы) [12].

Углеродистое сырье. В регионе отмечены различные типы графита – крипто- и плотнокристаллический, мелко- и крупночешуйчатый. Последний тип представляет наибольшую коммерческую

ценность благодаря хорошим показателям обогащения графитовых руд [4, 13].

В Западном Приладожье обнаружены графитовые руды метаморфогенного типа (Ихальское рудное поле). Именно месторождения графита подобного промышленно-генетического типа имеют основное значение в мировом балансе графитового сырья. Ихальское рудное поле включает в себя несколько месторождений и проявлений легкообогатимых руд с чешуйчатым графитом. Выделены разновидности графитосодержащих биотитовых гнейсов, руды оценены по технологическим показателям обогащения, которые соответствуют промышленным требованиям к графиту [13]. В настоящее время на Ихальской площади проводят разведочные работы, итогом которых станет минералого-технологическая оценка с подсчетом промышленных запасов, что определит возможность вовлечения этого объекта в эксплуатацию в связи с планированием производства литий-графитовых аккумуляторов.

Шунгитовые породы широко распространены в Заонежье. Их прогнозные ресурсы оцениваются в более 4 млрд т углерода, здесь приоритет имеет Зажогинское рудное поле площадью 240 км² с двумя действующими карьерами [4]. Уникальность этих пород состоит в том, что они рассматриваются как природные углерод-минеральные композиты, содержащие шунгитовое вещество и широкий спектр микро- и наноминералов, образованных в палеопротерозое [14]. Шунгитовое вещество представляет собой неграфитируемый фуллереноподобный углерод со структурой, подобной структуре стеклокристаллических материалов, где высокодисперсные кристаллы распределены в некристаллической матрице [14, 15].

Именно природные типы шунгитовых пород определяют области их комплексного использования в окислительно-восстановительных процессах [16]. Шунгитовые породы вызывают большой интерес промышленников. Их известность вышла на мировой уровень (рис. 3).

Кварцевое сырье. Кварц высокой чистоты (HPQ), содержащий более 99,997 % SiO₂, применяется в производстве высокочистых наполнителей, металлического кремния, солнечных батарей, полупроводников и др. [17–19]. В настоящее время увеличиваются потребности различных отраслей промышленности (оборонной и гражданской) в изделиях из этого сырья.

В Карелии выявлены и изучены наиболее перспективные объекты кварцевого сырья различного назначения. К этим объектам относятся: жильный гранулированный кварц участка Рухнаволок, кварцсодержащие породы проявления Меломайс, сливные кварциты Степаново Озера, молочно-белый жильный кварц месторождения Фенькина-Лампи, жильный кварц месторождения Майское, кварц отвалов слюдяных пегматитов [4]. За разработку определенных проектов в данном направлении ИГ КарНЦ РАН получил специальный приз Петербургской технической ярмарки и входящей в ее состав выставки «Высокие технологии. Инновации. Инвестиции» (Hi-Tech) (март 2017 г., ЭКСПО, Санкт-Петербург).

Полевошпатовое сырье. В Карелии к источникам полевошпатового сырья относятся как традиционные керамические пегматиты (кусовой полевой шпат и пегматит Северной Карелии и Северного Приладожья), так и нетрадиционные – граниты рапакиви (Салминский массив, Питкярантский район), кварцевые



Рис. 3. Зажогинское месторождение шунгитовых пород (Заонежье)

порфиры (месторождение Роза-Лампи (Беломорский район), геллефлинта (Костомукшское железорудное месторождение, территория административного подчинения г. Костомукша), нефелиновые сиениты и щелочные граниты (Елетьозерский массив, Лоухский район) и сиениты (Элисенваарская группа массивов, Лахденпохский район). Если говорить о нетрадиционном полевошпатовом сырье Карелии, то в мировой практике подобные породы используются на протяжении нескольких лет, так как имеют ряд преимуществ по сравнению с пегматитами (одним из преимуществ является расширение областей использования конечных продуктов полевошпатового состава) [4].

Мусковитовое сырье. Как источник сырья для различных отраслей промышленности мусковит традиционно делился на листовый и мелкокоразмерный (пластины площадью менее 4 см²). В Институте геологии КарНЦ РАН разработаны новые технологические решения по вовлечению промышленных отвалов мусковитовой добычи, наработанных ГОКом «Карелслюда» на протяжении многолетней производственной деятельности. Это отвалы бывших слюдяных рудников «Малиновая Варакка», «Плотина», «Тэдино» и др. Оцененные запасы мусковита в них составляют более 150 тыс. т.

В 1999 г. в Лоухском районе было выявлено перспективное проявление маложелезистого мелкочешуйчатого мусковита Межозерное [4]. Руды этого объекта благодаря низкому содержанию примеси железа и высоким технологическим характеристикам мусковита стали привлекательными для инвесторов в качестве нового типа высокочистых промышленных минералов.

Заключение

В данном изложении затронут неполный перечень перспективных месторождений и проявлений промышленных минералов Карелии, который имеет существенное продолжение [4, 20].

В основу решений научных и практических задач, связанных с оценкой потенциала промышленных минералов, заложена главная преамбула, что любая руда будет не у дел, пока геологи, технологи, обогатители и горняки не дадут заключения о ее пригодности для получения конечного минерального продукта, соответствующего современным стандартам, что и будет отвечать понятию доступности недр. В этом отношении минерально-сырьевая база промышленных (индустриальных) минералов Республики Карелия имеет важное народнохозяйственное значение, а эффективность ее использования зависит от создания высоких технологий XXI века.

Библиографический список

1. Tiess G. Minerals policy in Europe: Some recent developments // *Resources Policy*. 2010. Vol. 35. Iss. 3. P. 190–198.
2. Lusty P. A. J., Gunn A. G. Challenges to global mineral resource security and options for future supply // *Geological Society. Special Publications*. 2014. Vol. 393. P. 265–276.
3. Simandl G. J., Akam C., Paradis S. Which materials are 'critical' and 'strategic' // *Symposium on critical and strategic materials proceedings*. – Victoria, 2015. P. 1–4.
4. 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.
5. Gautneb H., Ahtola T., Bergman T., Gonzales J., Hallberg A. et al. Industrial minerals deposits map of the Fennoscandian shield // *Mineral deposits research for a high-tech world: Proceedings of the 12th SGA Biennial Meeting*. – Uppsala, 2013. Vol. 4. P. 1767–1769.
6. Скamnitskaya L. S., Bukchina O. V. Методы диагностики типоморфных свойств слюды при археологических исследованиях // *Фундаментальные и прикладные аспекты технологической минералогии*: сб. ст. – Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2018. С. 100–108.
7. Борисов П. А. Керамические пегматиты СССР и их заменители. – М., 1954. – 270 с.
8. Борисов И. История горного дела северного Приладожья (XVII в. – 1939 г.). – Сортавала, 2009. – 41 с.
9. Огородников В. Н., Коротеев В. А., Воитеховский Ю. Л., Щипцов В. В., Поленов Ю. А. и др. Кианитовые руды России. Сер.: Развитие минерально-сырьевой базы России. – Екатеринбург: УрО РАН, 2012. – 334 с.
10. Огородников В. Н., Коротеев В. А., Воитеховский Ю. Л., Щипцов В. В., Поленов Ю. А. и др. Морфогенетические типы и технология обогащения кианитовых руд. Сер.: Развитие минерально-сырьевой базы России. – Екатеринбург: УрО РАН, 2013. – 310 с.
11. Shchiptsov V. High-magnesian raw materials: mineral products of the Karelia-Kola region (Russia) // *Proceedings of the 15th International Multidisciplinary Scientific GeoConference*. – Albena, 2015. Book 1. Vol. 1. P. 223–230.

12. Ильина В. П., Попова Т. В., Фролов П. В. Высокомагнезиальное сырье Карелии и перспективы его использования // *Геология и полезные ископаемые Карелии*: сб. ст. – Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2011. Вып. 14. С. 190–196.
13. Бискэ Н. С., Скamnitskaya Л. С. Графитовые руды Карелии: обогатимость и перспективы промышленного использования // *Разведка и охрана недр*. 2018. № 12. С. 33–40.
14. Калинин Ю. К., Ковалевский В. В. Шунгитовые породы – 50 лет научно-технологических исследований в Институте геологии // *Геология Карелии от архея до наших дней*: матер. докл. Всероссийской конф., посвященной 50-летию Института геологии КарНЦ РАН. – Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2011. С. 172–179.
15. Kovalevsky V., Shchiptsov V., Sadovnichy R. Unique natural carbon deposits of shungite rocks of Zazhogino ore field, Republic of Karelia, Russia // *Proceedings of the 16th International Multidisciplinary Scientific GeoConference*. – Sofia, 2016. Book 1. Vol. 1. P. 673–680.
16. Рафиенко В. А., Зубков Д. Г. Механизм естественного извлечения шунгитовых пород и его роль при промышленном внедрении. – М.: Филтроткани, 2019. – 100 с.
17. Скamnitskaya Л. С., Светова Е. Н., Светов С. А. Минералогическо-технологические особенности кварцевых конгломератов Карелии как нетрадиционного источника кварцевого сырья // *Обогащение руд*. 2014. № 2. С. 36–42.
18. Рафиенко В. Технология переработки и использование кварцевого сырья. – М.: Филтроткани, 2016. – 184 с.
19. Silica & high purity quartz information / Verdant Minerals Ltd. URL: <http://www.verdantminerals.com.au/projects/dingo-hole-silica-project-nt/silica-high-purity-quartz-information> (дата обращения: 19.10.2018).
20. Петров С. В. О зависимости флотационного извлечения платиноидов от содержания металлов в руде // *Обогащение руд*. 2015. № 5. С. 14–19. DOI: 10.17580/or.2015.05.03

«GORNYI ZHURNAL», 2019, № 3, pp. 16–20
DOI: 10.17580/gzh.2019.03.03

Economic minerals of Karelia

Information about author

V. V. Shchiptsov¹, Head of Minerals Department, Doctor of Geologo-Mineralogical Sciences, shchiptsov@krc.karelia.ru

¹Institute of Geology, Karelian Research Center, Russian Academy of Sciences, Petrozavodsk, Russia

Abstract

The role and value of economic minerals (nonmetallic) in the global economy to a great measure depend of new types of minerals and consistence with increasingly more stringent standards imposed on end products.

This article offers the scientific and practical evaluation of formation of economy minerals reserves and resources in Karelia in historical time, starting with salt pans and mica field development to discovery of large commercial-value deposits of nonmetallic materials (cyanite, muscovite–garnet, graphite, carbonate and sulphur pyrite ores, raw material supply base for creaming and glass industry, shungite development, evaluation of quartz potential, which was of critical importance for the economy inside the modern territory of the republic).

The obtained knowledge on formation of mineral deposits and manifestations of economic minerals and rocks with high content of magnesium, alumina, carbon, feldspar, fluorine, phosphorus and titanium makes it possible to set prospects for high-aluminous and high-magnesian ore, carbonaceous and quartz materials (quartz and quartzite), feldspar and muscovite materials.

Solution of scientific and applied problems connected with evaluation of potential of economic minerals is based on the key preamble any kind ore is of no use until geologists, technologies and miners draw an expert's conclusion on the ore applicability for marketable production at the level of current standards, which complies with the notion of subsoil accessibility. In this regard, the mineral raw materials supply base of the Republic of Karelia has important economic value, and its efficiency depends on creation on high technologies of the 21st century.

Keywords: Republic of Karelia, economic minerals, Fenno-Scandinavian Shield, mineral raw materials, deposit, mineralization, geology, engineering mineralogy, beneficiation, subsoil accessibility.

References

1. Tiess G. Minerals policy in Europe: Some recent developments. *Resources Policy*. 2010. Vol. 35, Iss. 3. pp. 190–198.
2. Lusty P. A. J., Gunn A. G. Challenges to global mineral resource security and options for future supply. *Geological Society. Special Publications*. 2014. Vol. 393. pp. 265–276.
3. Simandl G. J., Akam C., Paradis S. Which materials are 'critical' and 'strategic'. *Symposium on critical and strategic materials proceedings*. Victoria, 2015. pp. 1–4.
4. 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.

5. Gautneb H., Ahtola T., Bergman T., Gonzales J., Hallberg A. et al. Industrial minerals deposits map of the Fennoscandian shield. *Mineral deposits research for a high-tech world: Proceedings of the 12th SGA Biennial Meeting*. Uppsala, 2013. Vol. 4. pp. 1767–1769.
6. Skamnitskaya L. S., Bukchina O. V. Diagnostic techniques of typomorphic properties of mica in archeological research. *Fundamental and applied aspects of technological mineralogy: Collected work*. Petrozavodsk: KarNTs RAN, 2018. pp. 100–108.
7. Borisov P. A. Ceramic pegmatites of the USSR and substitutes. Moscow, 1954. 270 p.
8. Borisov I. History of mining in the northern Ladoga region (17th century–1939). Sortavala, 2009. 41 p.
9. Ogorodnikov V. N., Koroteev V. A., Voitekhovskii Yu. L., Shchiptsov V. V., Polenov Yu. A. et al. Cyanite ores of Russia. Series: Development of mineral raw materials supply base of Russia. Yekaterinburg: UrO RAN, 2012. 334 p.
10. Ogorodnikov V. N., Koroteev V. A., Voitekhovskii Yu. L., Shchiptsov V. V., Polenov Yu. A. et al. Morphogenetic types and processing technology of cyanite ores. Series: Development of mineral raw materials supply base of Russia. Yekaterinburg: UrO RAN, 2013. 310 p.
11. Shchiptsov V. High-magnesian raw materials: mineral products of the Karelia-Kola region (Russia). *Proceedings of the 15th International Multidisciplinary Scientific GeoConference*. Albena, 2015. Book 1, Vol. 1. pp. 223–230.
12. Ilyina V. P., Popova T. V., Frolov P. V. High-magnesian raw materials of Karelia and application prospects. *Geology and minerals of Karelia: Collected works*. Petrozavodsk: KarNTs RAN, 2011. Iss. 14. pp. 190–196.
13. Biske N. S., Skamnitskaya L. S. Graphite ores in Karelia: dressability and prospects for industrial use. *Razvedka i okhrana neдр*. 2018. No. 12. pp. 33–40.
14. Kalinin Yu. K., Kovalevsky V. V. Shungite rocks – 50 years of scientific and technological research at the institute of geology. *Geology of Karelia from the archaean to the present: Proceedings of the All-Russian Conference convened to celebrate the 50th anniversary of the founding of the Institute of Geology, Karelian Research Centre, RAS*. Petrozavodsk: KarNTs RAN, 2011. pp. 172–179.
15. Kovalevsky V., Shchiptsov V., Sadovnichy R. Unique natural carbon deposits of shungite rocks of Zazhogino ore field, Republic of Karelia, Russia. *Proceedings of the 16th International Multidisciplinary Scientific GeoConference*. Sofia, 2016. Book 1, Vol. 1. pp. 673–680.
16. Rafienko V. A., Zubkov D. G. Mechanism of natural acid formation of shungite rocks and its role in industrial introduction. Moscow: Filtrortkani, 2019. 100 p.
17. Skamnitskaya L. S., Svetova Ye. N., Svetov S. A. Mineralogical-technological specialties of Karelian quartz conglomerates as a nonconventional source of quartz material. *Obogashchenie Rud*. 2014. No. 2. pp. 36–42.
18. Rafienko V. Processing technology and use of quartz materials. Moscow: Filtrortkani, 2016. 184 p.
19. Silica & high purity quartz information. Verdant Minerals Ltd. Available at: <http://www.verdantminerals.com.au/projects/dingo-hole-silica-project-nt/silica-high-purity-quartz-information> (accessed: 19.10.2018).
20. Petrov S. V. Upon dependence of platinum-group metals flotation recovery on metals grade in ore. *Obogashchenie Rud*. 2015. No. 5. pp. 14–19. DOI: 10.17580/or.2015.05.03