

В.В. ШИПЦОВ, д-р геол.-мин. наук, Г.А. ЛЕБЕДЕВА, канд. геол.-мин. наук,  
В.П. ИЛЬИНА, канд. техн. наук, Институт геологии КарНЦ РАН  
(Петрозаводск, Республика Карелия)

## **Перспективы использования минерально-сырьевой базы Карелии для производства строительных материалов**

Республика Карелия по запасам разнотипного сырья для производства строительных материалов занимает относительно высокую потенциальную ступень. В недавно вышедшей монографии [1] охарактеризованы в кадастрах сотни известных месторождений и проявлений строительного назначения, к книге приложена полистная карта размещения месторождений и проявлений неметаллических полезных ископаемых. Однако в масштабе Баренцева региона республика занимает скромную позицию по использованию природного сырья в технологии строительных материалов.

На текущий момент в Карелии ведется разработка карьерами нескольких десятков объектов природного камня (граниты, габбро, сланцы, кварциты, мраморы и др.) для производства щебня различного назначения, бутового камня, облицовочных материалов, архитектурно-строительных, мемориальных и других изделий. Минерально-сырьевая база для производства щебня рассматривается как высокопотенциальная, но необходимо весьма осторожно подходить к прогнозам высокопрочного щебня. Высокопрочный щебень — это сырье с особыми физико-механическими свойствами; пока в Карелии ресурсы данных месторождений не определены и требуют оценки [2]. Главным образом для местных целей разрабатываются десятки месторождений песков и песчано-гравийного материала (ПГМ), в основном применяемые в качестве заполнителей бетонов, асфальтобетонных и битумокаменитых смесей для строительства дорог, балласта в железнодорожных путях и т. п. В кадастр включены сведения о запасах и прогнозных ресурсах 239 месторождений и 130 проявлений строительных песков и ПГМ [1].

Единственный действующий кирпичный завод в г. Кондопоге, работающий на базе глин Вороновского месторождения, не удовлетворяет потребностей строительной индустрии Карелии. Цех по производству минеральной ваты в г. Кондопоге, который ранее обеспечивал теплоизоляционным материалом Карелию и другие регионы, к настоящему времени ликвидирован.

Основные строительные материалы, такие как кирпич, цемент, известь, минеральная вата, облицовочная керамика, завозятся в Карелию из других регионов России и соседней Финляндии.

В данной статье охарактеризован потенциал некоторых объектов минерального сырья, в том числе техногенного происхождения, которые представляют интерес как сырьевая база для производства важнейших видов строительных материалов в Карелии.

**Карбонатное сырье.** На территории северной Карелии в границах Тикшеозерского массива щелочно-габброидной формации выявлено наиболее крупное месторождение карбонатного сырья в Карелии. Залегание карбонатитов приурочено к пониженным частям рельефа, и они скрыты рыхлыми отложениями мощностью 5–15 м. Имеется геолого-технологическая оценка комплексного использования карбонатных пород Тикшеозерского массива. Их существенно кальцитовый состав позволяет оценивать карбонатиты как сырье для производства цемента и извести [3]. В то же время карбонатиты являются комплексным сырьем, содержащим кроме кальцита (80%) ряд ценных минералов: апатит — 4,3%, магнетит — 4%, флогопит — 5,6%. В заводских условиях из необогащенного карбонатита получен силикатный кирпич [4].

Разработана схема обогащения для получения кальцитового продукта и концентратов сопутствующих минералов. Средний химический состав кальцитового продукта (мас. %):  $\text{SiO}_2$  — 0,06;  $\text{Al}_2\text{O}_3$  — 0,5;  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  — 0,81;  $\text{FeO}$  — 1,07;  $\text{MgO}$  — 2,67;  $\text{CaO}$  — 51,17;  $\text{P}_2\text{O}_5$  — 0,47;  $\text{CO}_2$  — 41,33. Обсуждалась возможность освоения объекта для производства глинозема, поташа, соды и цемента. Институтом ВАМИ было дано заключение о пригодности данного сырья для этих целей с учетом близко расположенного месторождения нефелиновых сиенитов Елетьозера, проект был назван «Кальцит». Предлагалось начать проектирование по вовлечению в эксплуатацию апатит-карбонатитовых руд участка «Карбонатитовый» и крупных запасов глин, включая вскрышу. Локальный горнопромышленный технологически взаимосвязанный узел состоял из двух карьеров, обогатительной фабрики по производству апатитового концентрата и кальцитового продукта и двух заводов по выпуску цемента и кирпича.

Разработка месторождения возможна открытым карьерным способом с высокой производительностью ГОК.

**Сырье для производства минеральной ваты.** С 1979 по 1989 гг. в Карелии на заводе КИМС производились минераловатные плиты ваграночным способом. Сырьем

**Таблица 1**

| Название породы,<br>место отбора пробы                        | Массовое содержание компонентов, % |                |                         |              |                         |              |              |                       |                      |
|---------------------------------------------------------------|------------------------------------|----------------|-------------------------|--------------|-------------------------|--------------|--------------|-----------------------|----------------------|
|                                                               | $\text{SiO}_2$                     | $\text{TiO}_2$ | $\text{Al}_2\text{O}_3$ | $\text{FeO}$ | $\text{Fe}_2\text{O}_3$ | $\text{MgO}$ | $\text{CaO}$ | $\text{Na}_2\text{O}$ | $\text{K}_2\text{O}$ |
| Пироксеновый порфирит,<br>Хавчозеро (средний состав)          | 51                                 | 1,8            | 13,1                    | 8,6          | 2,3                     | 7,2          | 9,5          | 2,1                   | 0,9                  |
| Миндалекаменный пикритовый<br>базальт, Линдаваара             | 45,12                              | 1,15           | 9,61                    | 9,28         | 1,56                    | 17,96        | 9,32         | 0,9                   | 0,23                 |
| Клинопироксенит, Тикшеозерский<br>массив, центральный участок | 44,8–44,9                          | 2,5–3,5        | 8,8–9,9                 | 6,7–9,1      | 4,4–7,1                 | 8,4–11       | 16–17,9      | 1,3–1,7               | 0,15–0,8             |

Таблица 2

| Оксиды                                             | Разновидность породы |               |                    |
|----------------------------------------------------|----------------------|---------------|--------------------|
|                                                    | Анортозит            | Метаанортозит | В целом по массиву |
| SiO <sub>2</sub>                                   | 50,53                | 50,18         | 50,39              |
| TiO <sub>2</sub>                                   | 0,22                 | 0,24          | 0,23               |
| Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>                     | 28,45                | 27,63         | 28,13              |
| Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>                     | 0,75                 | 1,14          | 0,91               |
| FeO                                                | 1,57                 | 2,08          | 1,78               |
| Fe <sub>общ</sub> в пересчете на Fe <sub>2</sub> O | 2,49                 | 3,45          | 2,88               |
| MnO                                                | 0,03                 | 0,04          | 0,035              |
| MgO                                                | 1,38                 | 1,71          | 1,51               |
| CaO                                                | 11,68                | 11,29         | 11,52              |
| Na <sub>2</sub> O                                  | 3,78                 | 3,89          | 3,82               |
| K <sub>2</sub> O                                   | 0,45                 | 0,58          | 0,5                |
| H <sub>2</sub> O                                   | 0,14                 | 0,16          | 0,14               |
| ППП                                                | 0,83                 | 0,86          | 0,84               |

служили пироксеновые порфиристы Хавчезерского месторождения с добавкой доломитизированных известняков месторождения Рускеала.

Ценными свойствами пироксеновых порфиритов как сырья для базальтовых технологий (производство каменного литя, минерального волокна) является мелкозернистость, отсутствие включений тугоплавких минералов, однородность химико-минералогического состава [5]. Разведанные запасы сырья составляют 12 млн т. В настоящее время порфирит поставляется за пределы Карелии для производства минеральной ваты как дуплекс-способом, так и вагранчным.

Кроме того, работами, проведенными в Институте геологии, установлено, что ультраосновные горные породы (пикритовые базальты, пироксениты) могут служить однокомпонентным сырьем для производства минеральной ваты вагранчным способом. В пределах Кондопожского района эти породы выявлены на шести участках, где образуют серии лавовых потоков протяженностью до нескольких километров, мощностью до 100 м. Химические составы пород приведены в табл. 1. Интерес представляют также клинопироксениты центральной части Тикшеозерского массива вблизи месторождения апатитовых карбонатитов Карбонатитовое.

**Анортозиты.** Проявление анортозитов расположено в Лоухском районе Республики Карелия на северном берегу озера Нижнее Котозеро (в восточной части). На этом участке проведено предварительное минералого-технологическое картирование Институтом геологии [6].

Порода имеет крупно-, среднезернистые структуры. Основным рудообразующим минералом является плагиоклаз, состав которого варьирует от An<sub>52</sub> до An<sub>74</sub> и количество колеблется от 70 до 95%. К главному сопутствующему породообразующему минералу относится амфибол (зеленая роговая обманка). Средний химический состав анортозитов Котозерского массива приведен в табл. 2.

Показаны возможности оценки анортозитов данного объекта как многоцелевого сырья. В частности, анортозит может использоваться в строительных материалах в качестве щебня для светлых дорожных покрытий, садовых дорожек, как составляющий элемент бетонов, минеральной ваты и др. В настоящее время к этому объекту проявляют внимание производители минеральной ваты.

**Техногенные кварцевые пески.** В качестве наполнителя для производства строительных материалов (растворов, бетонов, силикатного кирпича) исследованы отходы обогащения железистых кварцитов Костомукшского ГОК. Отходы представляют собой пески, состоящие из кварца с примесью рудных минералов (магнетит, гематит) и железистых силикатов (слоды, амфиболы, пироксены). Запасы сырья в хвостохранилище составляют миллионы тонн.

По модулю крупности (МК = 2,2–2,3), содержанию серы (менее 1%), отсутствию органических примесей отходы соответствуют требованиям стандартов на природные и дробленые пески для растворов и бетонов. Химический состав их следующий (мас. %): SiO<sub>2</sub> – 73,7–74,8; TiO<sub>2</sub> – 0,14–0,17; Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> – 2,38–5,25; Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> – 4,3–9,78; FeO – 5,25–6,58; MnO – 0,087; MgO – 1,66–2,05; CaO – 1,48–2,38; Na<sub>2</sub>O – 0,37–1,21; K<sub>2</sub>O – 0,09–1,32; H<sub>2</sub>O – 0,02–0,18; S – 0,09–0,32; ППП – до 3,01.

Проведены лабораторные и полупромышленные испытания на строительной площадке треста Костомукшстрой и на заводе силикатного кирпича (г. Петрозаводск) [7]. Установлено, что техногенные пески могут быть использованы в качестве кремнеземистой добавки для производства силикатного кирпича, строительных растворов и бетонов, не уступающей по эксплуатационным характеристикам природным пескам.

**Глинистое сырье.** В Республике Карелия глины распространены достаточно хорошо. Охарактеризованные в кадастре месторождения и проявления выделяются в качестве озерно-ледниковых, морских, озерных и ледниковых по происхождению, относящиеся к группе четвертичных образований [1].

По запасам глинистого сырья наиболее крупным является Ивинское месторождение, расположенное в 65 км от г. Петрозаводска. Это единственное месторождение глинистого сырья на территории Карелии докембрийского возраста, образованное в отложениях котлинского горизонта вендской системы. Экономическая освоенность района удовлетворительная. Расстояние до железнодорожной станции Ладва-Ветка 12 км, с пос. Ладва месторождение связано грунтовой дорогой. В 1980–1984 гг. проведены геолого-разведочные работы, в 1990–1991 гг. – детальная доразведка. Утвержденные запасы по промышленным категориям (A + B + C<sub>1</sub>) составляют 8,6 млн м<sup>3</sup>, по категории C<sub>2</sub> – 37,6 млн м<sup>3</sup>.

Глинистые породы в пределах месторождения четко разделяются на два слоя, отличающиеся друг от друга по внешним признакам, гранулометрическому и химическому составу (табл. 3). Преобладающий глинистый минерал – гидрослюда.

В 1991 г. проведены полупромышленные испытания на опытном заводе ВНИИСТРОМ (Ленинград). Установлена возможность получения строительного кирпича с использованием в качестве отощающей добавки диабазового песка-отсева, при температуре обжига изделий 930–940°C. Из алевроглин (63%), глин (27%) и дробленого песка отсева (10%) получен рядовой и лицевой кирпич высоких марок: по прочности 300, по морозостойкости Мрз35 и Мрз50. По показателю водопоглощения все изделия соответствуют требованиям ГОСТ 7484–78 на лицевой кирпич (6–14%). Обожженный кирпич имеет равномерно окрашенный черепок светло-красного цвета, что соответствует требованиям на лицевой кирпич. Также изучены по две технологические пробы на черепицу и керамическую фасадную плитку. Получены положительные результаты. В Институте геологии показана возможность использования глин для производства облицовочной плитки и в качестве связующего материала для формовочных и стержневых смесей [8, 9]. В настоящее время месторождение относится к государственному резерву.

Таблица 3

| Компоненты                     | Массовое содержание компонентов, % |                |
|--------------------------------|------------------------------------|----------------|
|                                | Слой 1 (алевроглины)               | Слой 2 (глины) |
| SiO <sub>2</sub>               | 75,76                              | 58,22–60,1     |
| TiO <sub>2</sub>               | 0,84                               | 0,9–1,02       |
| Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 11,45                              | 17,59–18,68    |
| Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 4,25                               | 6,32–7,91      |
| FeO                            | 0,08                               | 0,29–0,68      |
| MnO                            | 0,04                               | 0,14–0,15      |
| MgO                            | 0,98                               | 2,16–2,28      |
| CaO                            | 0,63                               | 1–1,4          |
| Na <sub>2</sub> O              | 0,1                                | 0,09–0,1       |
| K <sub>2</sub> O               | 2,8                                | 3,79–3,89      |
| P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>  | 0,07                               | 0,08–0,15      |
| ППП                            | 3,44                               | 6,35–7,52      |
| BaO                            | 0,06                               | 0,05           |
| CrO                            | 0,05                               | 0,05           |
| SO <sub>3</sub>                | 0,05                               | 0,03–0,05      |
| H <sub>2</sub> O               | 0,07                               | 1,79–2,03      |
| F                              | 0,16                               | 0,08–0,11      |

Таблица 4

| Компоненты                     | Массовое содержание компонентов, % |            |
|--------------------------------|------------------------------------|------------|
|                                | Исходная порода                    | Концентрат |
| SiO <sub>2</sub>               | 58,47                              | 62,69      |
| TiO <sub>2</sub>               | 0,77                               | –          |
| Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 18,43                              | 20,5       |
| Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 5,91                               | 0,2        |
| CaO                            | 2,24                               | 0,87       |
| MgO                            | 0,7                                | –          |
| Na <sub>2</sub> O              | 6,37                               | 7,91       |
| K <sub>2</sub> O               | 6,43                               | 6,73       |
| H <sub>2</sub> O               | 0,19                               | –          |
| ППП                            | 0,59                               | 0,65       |

**Щелочные сиениты.** Щелочные и нефелиновые сиениты в пределах Елетьозерского массива занимают площадь около 15 км<sup>2</sup>. Порода состоит на 75–85% из щелочных полевых шпатов (микроклина, альбита, ортоклаза) с примесью железистых силикатов (слюды, амфиболов, пироксенов); аксессуарии – сфен, апатит, магнетит, флюорит.

В Институте геологии разработана схема обогащения сырья и получена опытная партия нефелин-полевошпатового концентрата (содержание Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 0,2–0,3%). Химические составы исходной породы и концентрата представлены в табл. 4. Высокое содержание щелочных оксидов позволило использовать концентраты в качестве плавня в составах санитарно-технической керамики. Исследования концентрата в производственных условиях показали его пригодность для получения керамогранитной облицовочной и

фасадной плитки. В лабораторных условиях разработаны составы тарного и сортового стекла [10, 11].

Приведенные данные показывают, что Карелия обладает большими минерально-сырьевыми запасами для производства строительных материалов различного назначения, в частности кирпича, цемента, извести, минеральной ваты, облицовочной керамики.

Освоение этих месторождений и строительство предприятий по переработке сырья на территории Республики Карелия имеет важное социально-экономическое значение. Необходимы организация комплексных исследований, включая геолого-минералогические, совершенствование технологии добычи, переработки, экономическое обоснование доступности минерально-сырьевой базы строительных материалов в Карелии.

#### Список литературы

1. Минерально-сырьевая база Республики Карелия: Книга 2. Неметаллические полезные ископаемые. Подземные воды и лечебные грязи. Петрозаводск: Карелия, 2006. 356 с.
2. Шипцов В.В. Природные строительные материалы Республики Карелия // Проблемы рационального использования природного и техногенного сырья Баренцева региона в технологии строительных материалов. Петрозаводск, 2005. С. 198–201.
3. Шипцов В.В., Скамницкая Л.С., Бубнова Т.П., Шипцова Н.И. Техничко-экономическая оценка комплексного использования карбонатных пород Тикшеозерского массива // Проблемы рационального использования природного и техногенного сырья Баренцева региона в технологии строительных и технических материалов. Сыктывкар, 2007. С. 228–230.
4. Патент России № 2081861 СО4В 28/20/(СО4В 111: 20) Сырьевая смесь для изготовления силикатного кирпича / Риц Т.Д., Лебедева Г.А., Шипцов В.В. Бюл. № 33. 2001.
5. Лебедева Г.А. Исследование технологических свойств горных пород Карелии как сырья для производства минеральной ваты // Стекло и керамика. 2007. № 10. С. 26–28.
6. Шипцов В.В., Скамницкая Л.С., Бубнова Т.П. и др. Геолого-технологическая характеристика крупного проявления анортозитов Котозерского участка (северная Карелия) // Геология и полезные ископаемые Карелии. Петрозаводск. Вып. 7. 2004. С. 151–162.
7. Риц Т.Д., Адель Л.С., Лебедева Г.А. Перспективы использования отходов обогащения железных руд Костомукшского горно-обогатительного комбината в производстве строительных материалов. Петрозаводск: КФ АН СССР, 1989. 27 с.
8. Ильина В.П., Шипцов В.В. Керамические плитки на основе кварц-полевошпатовых пород горно-промышленных предприятий Карелии // Стекло и керамика. 1994. № 1. С. 16–18.
9. Ильина В.П., Белов Ю.И., Заверткин А.С. Глины Ивинского месторождения и пути их использования // Сб. Комплексное и рациональное использование минерального сырья Карелии. Петрозаводск: КФ АН СССР, 1986. С. 14–152.
10. Кулмала Т.К., Скамницкая Л.С., Шипцов В.В. и др. Петрохимия, геохимия и обогащение щелочных сиенитов Елетьозерского массива // Минеральное сырье Лоухского района. Петрозаводск, 1991. С. 20–34.
11. Киселев В.А., Ноздра В.И., Саморокова В.Д. и др. Опыт обогащения нефелинсодержащих сиенитов в качестве сырья для изготовления керамогранитной плитки на сепараторах с постоянными магнитами // Проблемы рационального использования природного и техногенного сырья Баренцева региона в технологии строительных и технических материалов. Петрозаводск, 2005. С. 100–102.