

DOI: 10.17076/tm13\_13

## ПРЕДВАРИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА РАДИАЦИОННО-ГИГИЕНИЧЕСКОЙ ОБСТАНОВКИ АГАНОЗЕРСКОГО КОМПЛЕКСНОГО ОБЪЕКТА

*Савицкий А. И., Ильина В. П., Кевлич В. И.*

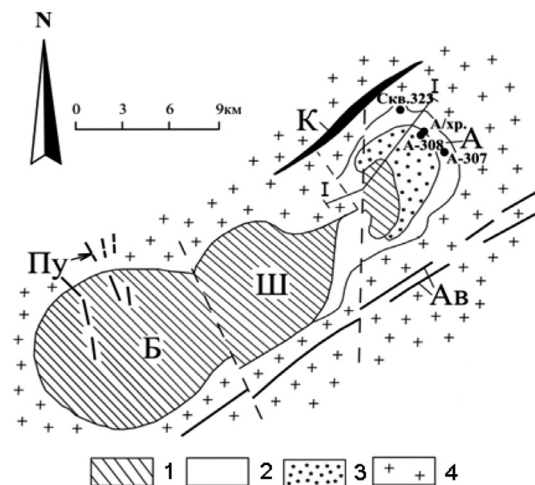
*Институт геологии КарНЦ РАН, Петрозаводск*

Аганозерское месторождение хромовых руд находится на территории Пудожского района Карелии, расположено в 45 км север-

нее г. Пудож. С геологической позиции входит в состав Бураковско-Шалозерско-Аганозерского интрузивного массива (рис. 1).

Рис. 1. Схематический геологический план Бураковско-Шалозерско-Аганозерского интрузивного массива [3]

1 – габбронориты; 2 – серпентиниты; 3 – никель-магнезиальные руды в проекции на дневную поверхность; 4 – вмещающие гранитоиды и прочие породы. Блоки массива; Б – Бураковский, Ш – Шалозерский, А – Аганозерский. Свиты даек: Ав – авдеевская, К – копполозерская, Пу – пудожгорская



Бураковско-Шалозерско-Аганозерский раннепротерозойский массив является типичным представителем мафит-ультрамафитовых расслоенных интрузий, распространенных в восточной части Фенноскандинавского щита. Размер интрузива 50×13–16 км, глубина залегания подошвы до 3.5–7 км, форма лополитообразная. Характерна высокая степень дифференцированности и присутствие стратиформных хромитовых залежей [6, 7].

Аганозерское месторождение (рис. 2) является комплексным объектом. Потенциальными полезными ископаемыми на Аганозерском месторождении, помимо основного – хромовых руд, могут быть магнезиальные ультрамафиты – оливиниты, дуниты, серпентиниты и пироксениты, объемы которых значительны [11]. Высокомагнезиальные породы являются

вскрышными и вмещающими для хромовых руд. Извлекаемые при комплексной разработке месторождения они требуют утилизации в целях снижения экологического ущерба окружающей среде.

Высокое содержание в серпентините Аганозера оксидов железа несколько ограничивает возможность их использования. Однако, по данным патентов и публикаций, были выявлены требования к химическому составу серпентинитов, применяемых для изготовления различных видов изделий и материалов. Так, например, большое количество железа в серпентините, используемом в качестве заполнителя бетона, не является недостатком, а наоборот, повышает защитные свойства бетона, используемого в качестве биологической защиты атомных реакторов [10].

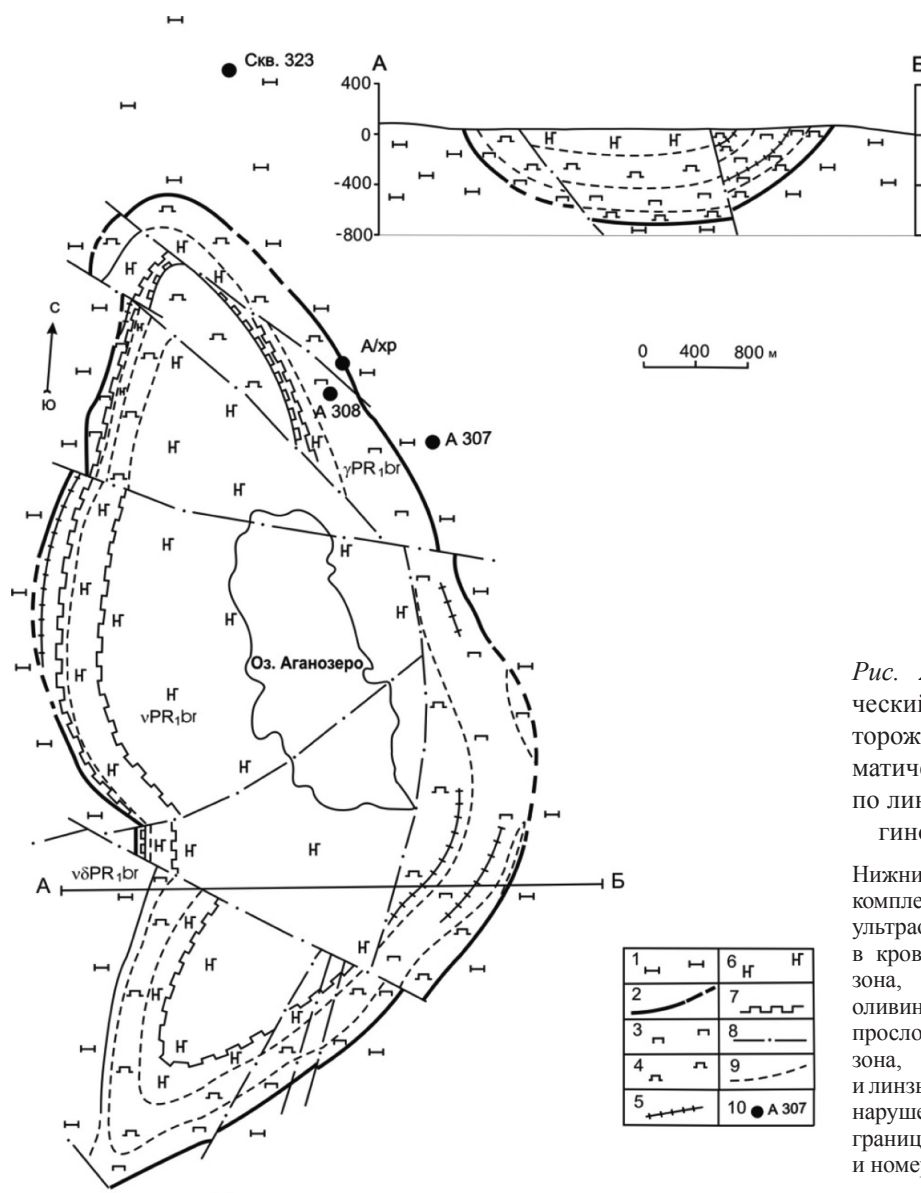


Рис. 2. Схематический геологический план Аганозерского месторождения хромовых руд, схематический геологический разрез по линии А–Б (по материалам Логинова В. Н. с дополнениями)

Нижний протерозой, бураковский комплекс расслоенных интрузий: ультраосновная зона, перидотиты (1), в кровле – ГХГ (2); пироксенитовая зона, клинопироксениты, в т. ч.: оливиновые (3), вебстериты (4), прослой верлитов (5); габброноритовая зона, габбронориты (6), горизонты и линзы вебстеритов (7); тектонические нарушения – 8; геологические границы – 9; места отбора проб и номера – 10

Предварительные испытания проб серпентинизированных ультрамафитов Аганозера на машине трения и частичное апробирование результатов испытаний на реальных механизмах позволяют сделать вывод о вероятной перспективности использования материала для приготовления триботехнических смесей.

Хромовые руды Аганозерского объекта представляют собой практический интерес не только как сырье для извлечения металлического хрома, но и, в первую очередь, как источник хромшпинелидов в качестве индустриального минерала. В отдельных зонах хромитовому оруденению сопутствует и платиновая минерализация [6, 7].

В целом радиационно-гигиеническая обстановка в пределах площади Бураковско-Шалозерско-Аганозерского массива может быть оценена по карте радиационно-гигиенической обстановки Пудожского района масштаба 1:200 000, составленной по результатам многолетних работ ГГП «Невскгеология» [9]. Мощность дозы гамма-излучения в пределах массива по аэрогеофизическим данным составляет менее 0.06 мкЗ/час и это свидетельствует, что в массиве преимущественно развиты горные породы с низким фоновым содержанием радиоактивных элементов (и, соответственно, с пониженной радиоактивностью). Однако опыт работ ГГП «Невскгеология» в Карело-Кольском регионе показывает, что при наземной гамма-съемке возможно обнаружение участков с гамма-фоном местности 0.30–0.35 мкЗ/час и более. В обрамлении Бураковского блока также имеют место единичные точки с повышенными содержаниями радиоактивности [2]. Дополнительно работами ГГП «Невскгеология» установлено, что в пределах водосборных площадей севернее озера Аганозеро отмечаются аномально радиоактивные водоисточники вторичной аккумуляции урана в торфяниках и почвах. Локальные аномалии достигают 1–3 мкЗ/час. Наибольшие значения радиоактивности следует, вероятно, ожидать в породах дайковых комплексов. Дайки перидотитов, дунитов кополозерского субвулканического комплекса завершают позднеархейский тектономагматический цикл; габбро-нориты, габбро-долериты авдеевского комплекса и лейкограниты рагнозерского комплекса завершают раннепротерозойскую тектоно-магматическую фазу формирования интрузивных образований [5].

Нами проведено радиационно-гигиеническое изучение отдельных проб ультрамафитов Аганозерского объекта, нескольких проб хромовых руд главного хромитового горизонта. С целью общей оценки радиационно-гигиенической обстановки Аганозерского объекта дополнительно были проанализированы пробы пород из обнажений р. Кукручей, несколько южнее площади Аганозерского блока (площадь Шалозерского блока), ввиду отсутствия обнажений вмещающих гранитоидов и габброидов в пределах непосредственно Аганозерского блока. Габброиды и гранитоиды Кукручья дают низкие, «фоновые» значения радиоактивности, за исключением дайки микроклиновых гранитов (мощностью > 2 м) в гранодиоритах, что подтверждается и полевыми замерами прибором СРП-68-01 (проба А-11).

Для измерений были отобраны представительные пробы для определения лабораторным гамма-спектрометрическим методом удельной эффективной активности естественных радионуклидов (ЕРН) в соответствии с требованиями ГОСТ 30108-94 [4]. Настоящий стандарт распространяется на неорганические сыпучие материалы (щебень, гравий, песок, цемент, гипс и др.) и строительные изделия, а также отходы промышленного производства [1, 8].

Удельная эффективная активность ( $A_{эфф}$ ) – суммарная удельная активность естественных радионуклидов в материале, определяемая с учетом их биологического воздействия на организм человека по формуле:  $A_{эфф} = A_{Ra} + 1.30A_{Th} + 0.09A_K$ , где  $A_{Ra}$ ,  $A_{Th}$ ,  $A_K$  – удельные активности радия-226, тория-232, калия-40, соответственно, Бк/кг. За результат определения удельной эффективной активности ЕРН в контролируемом материале при установлении класса принимается значение, определяемое по формуле:  $A_{эфф м} = A_{эфф} + \Delta$ , где  $\Delta$  – абсолютная погрешность определения значений  $A_{эфф}$ . Определение удельной активности естественных радионуклидов (радия-226, тория-232 и калия-40) выполнено гамма-спектрометрическим методом на аттестованном гамма-спектрометре со сцинтилляционным детектором БДЭГ2СП-1 № 2-286 и программным обеспечением «СПЕКТР-1С». Свидетельство о метрологической поверке № 42210.1Б324 выдано метрологическим центром «ВНИИФТРИ» Госстандарта России.

Результаты измерений удельных активностей ЕРН и расчетные значения  $A_{эфф м}$  представлены в Таблице.

Таблица

**Гамма-спектрометрические определения удельных активностей естественных радионуклидов (урана (радия), тория и калия (калия-40) в породах с Шалозерско-Аганозерской площади**

№ п/п	Полевое название породы	№ проб	Активность радионуклидов Бк/кг			А <sub>эфф.м</sub> Бк/кг	МЭД* мкЗ/час
			Радий А <sub>Ра</sub>	Торий А <sub>Th</sub>	Калий А <sub>К</sub>		
Участок «Аганозеро»							
1	хромовая руда из ГХГ**	A1/Cr	2	2	10	13	—
2	хромовая руда из ГХГ	A2/Cr	3	3	8	13	—
3	хромовая руда из ГХГ	A3/Cr	2	2	8	10	—
4	перидотит	A/307	3	6	10	18	—
5	пироксенит	A/308	2	3	11	13	—
6	пойкилит	A/309	2	3	15	15	—
Участок «Кукручей»							
7	габбро	B-1	3	4	162	30	0.035–0.048
8	габбро	B-2	2	6	176	29	0.035–0.040
9	кварц-микроклиновый гранит	B-3	2	2	254	31	0.040–0.050
10	габбро	B-4	2	4	292	39	0.045
11	диорит	A-9	3	6	358	53	0.060
12	диорит	A-10	2	4	220	41	0.060
13	кварц-микроклиновый гранит	A-11	38	95	1076	278	0.100–0.180
14	диорит	A-12	3	7	278	42	0.055–0.065
15	габбро	Л-1	3	4	101	25	0.045
16	кварц-микроклиновый гранит, на контакте с габбро	Л-2	2	2	415	49	0.040–0.550
17	кварц-микроклиновый гранит	Л-3	3	4	443	53	0.050
18	габбро	Л-3–1	3	3	40	18	0.035–0.040
19	габбро	Л-3–2	2	8	90	29	0.035–0.040
20	гранодиорит	315	5	4	176	32	0.060

*Примечание:*\*МЭД – мощность экспозиционной дозы внешнего гамма-излучения, \*\*ГХГ – главный хромитовый горизонт.  
1 мкЗ/час = 100 мкР/час.

### Выводы

Предварительно по Аганозерскому объекту радиационно-гигиеническую обстановку в целом можно оценить по классу 1 (удельная эффективная активность  $\leq 370$  Бк/кг, мощность экспозиционной дозы  $\leq 20$  мкР/час), т. е. как ра-

диационно-безопасная. Для окончательной оценки необходимо проведение специальных работ.

*Финансовое обеспечение исследований осуществлялось из средств федерального бюджета на выполнение государственного задания Института геологии КарНЦ РАН.*

### ЛИТЕРАТУРА

1. Беляев А. М., Иванюкович Г. А., Киреленко Д., Хайкович И. М. Радиоэкология. СПб., 2003.
2. Ганин В. А. Геологическое строение и полезные ископаемые Бураковско-Аганозерского массива и его обрамления. Отчет о результатах ГГС масштаба 1:50000 и общих поисков никеля в пределах Бураковско-Аганозерского массива и его обрамления // Фонды КГЭ. Петрозаводск, 1989.
3. Горощко А. Ф. Новый геолого-промышленный тип месторождений комплексного никель-магнезиального сырья в ультрамафитах Карелии // Геология и полезные ископаемые Карелии, 1998. Вып. 1. Петрозаводск. С. 24–35.
4. ГОСТ 30108–94. Материалы и изделия строительные. Определение удельной эффективной активности естественных радионуклидов. М: Госстрой России, 1995.
5. Гриневич Н. Г. Отчет по теме: «Разработка петрологической модели расслоенного Бураковско-Аганозерского массива ультраосновных-основных пород на основе обобщения ГГК-200, ГГК-50». // Фонды КГЭ. Петрозаводск, 2000.
6. Лавров М. М., Голубев А. И., Трофимов Н. Н. Геохимия и рудоносность Бураковского расслоенного интрузива // Геология и полезные ископаемые Карелии. Вып. 7. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2004. С. 75–92.
7. Лавров М. М., Трофимов Н. Н., Голубев А. И., Слюсарев В. Д. Геология и петрология Бураковского расслоенного интрузива // Отечественная геология. 2004. № 2, С. 23–30.

8. Новиков Г. Ф. Радиометрическая разведка. Л., Недра, 1989.

9. Объяснительная записка к карте радиационно-гигиенической обстановки Пудожского района Республики Карелия масштаба 1:200000. ГГП «Невск-геология», ВСЕГЕИ, 1992. Под ред. А. В. Савицкого.

10. Серпентинит в защите атомных реакторов. Под ред. Егорова Ю. А. М., 1973. С. 103–104.

11. Щипцов В. В. Магнезиальное сырье: история, мировой потенциал и ресурсы Карелии // Геология и полезные ископаемые Карелии. Вып. 15. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2012. С. 45–61.