

А. К. и Ю. Н. Яковлевы – исследователи рудных месторождений Кольского региона и разреза Кольской сверхглубокой скважины (СГ-3) (к 95-летию со дня рождения)

Рундквист Т. В., Припачкин П. В.

Геологический институт КНЦ РАН, Апатиты, t.rundkvist@ksc.ru

Аннотация. Статья посвящена памяти сотрудников Геологического института КФАН СССР – КНЦ РАН, исследователей геологии рудных месторождений – А. К. и Ю. Н. Яковлевых. Юрий Николаевич Яковлев, кроме этого, многие годы работал в должности главного геолога Кольской сверхглубокой скважины (СГ-3) вплоть до завершения этого проекта в 2008 г. В результате обработки данных химического анализа амфиболов пород архейского комплекса СГ-3 в интервале глубин 7262.1–11998.6 м из коллекции А. К. и Ю. Н. Яковлевых, нами получены новые данные, касающиеся минеральных видов кальциевых амфиболов, тенденций изменения их химизма по разрезу и приблизительной оценки температуры образования амфиболовых пород архейского комплекса СГ-3, соответствующей высокотемпературной амфиболитовой фации.

Ключевые слова: А. К. и Ю. Н. Яковлевы, рудные месторождения, амфиболы, Кольская сверхглубокая скважина.

A. K. Yakovleva and Yu. N. Yakovlev – researchers of ore deposits in the Kola region and the Kola Superdeep Borehole (SG-3) section: marking the 95th anniversary of the birth

Rundkvist T. V., Pripachkin P. V.

Geological Institute of the Kola Science Center of the Russian Academy of Sciences, Apatity, t.rundkvist@ksc.ru

Abstract. This article is dedicated to the memory of A. K. Yakovleva and Yu. N. Yakovlev, two of the most senior employees of the Geological Institute of the Kola Branch of the USSR Academy of Sciences – Kola Science Center of the Russian Academy of Sciences and researches of ore deposits geology. Yu. N. Yakovlev also served for many years as the chief geologist of the Kola Superdeep Borehole (SG-3), until the project's completion in 2008. By processing chemical analysis data from amphibole rocks in the SG-3 Archean complex within the depth range of 7262.1–11998.6 m from the collection of A. K. Yakovleva and Yu. N. Yakovlev, we obtained new data concerning the mineral species of calcium amphiboles, the trends in the variation of their chemical composition across the section, and an approximate estimate of the formation temperature of amphibole-bearing rocks of the SG-3 Archean complex, corresponding to the high-temperature amphibolite facies.

Keywords: A. K. Yakovleva and Yu. N. Yakovlev, ore deposits, amphiboles, Kola Superdeep Borehole.

Введение

В 2025 г. незамеченным прошел юбилей – 95 лет со дня рождения Антонины Константиновны и Юрия Николаевича Яковлевых – геологов-рудников, большую часть жизни проработавших в ГИ КНЦ РАН, а начиная с 1994 г. полностью посвятивших себя изучению Кольской сверхглубокой скважины (СГ-3). Спустя год мы стараемся заполнить этот пробел и напомнить о вкладе этих выдающихся геологов в изучение геологии рудных месторождений Кольского региона. Кроме того, нами по просьбе Ю. Н. Яковлева был подготовлен материал для публикации – результаты классического химического анализа 57 кальциевых амфиболов из пород архейского комплекса СГ-3 в интервале глубин 7262.1–11998.6 м из коллекции Яковлевых. В настоящее время данный материал в виде статьи и табличного сопроводительного материала принят к рассмотрению в редакции журнала «Геология и геофизика», и мы надеемся на его опубликование в ближайшее время. В то же время нам хотелось бы напомнить новым поколениям ученых об одних из тех, кто создавал основные направления научных исследований геологии Кольского региона.

Яковлев Юрий Николаевич (1939–2019)

Юрий Николаевич Яковлев окончил Ленинградский горный институт (ЛГИ) в 1953 г. После окончания института работал участковым и старшим геологом в геологоразведочных партиях Нижне-Дебинского разведрайона Магаданской области, затем – старшим научным сотрудником Всесоюзного института методики и техники разведки в г. Ленинграде. Параллельно проходил учебу в очной аспирантуре ЛГИ. Ю. Н. Яковлев – участник разведки и изучения месторождений золота в Магаданской обл. (1953–1956) и Западной Сибири (1960–1961), железорудных месторождений Казахстана (1957–1959). С 1961 по 1994 гг. Ю. Н. Яковлев трудился в Геологическом институте КНЦ РАН, где прошел путь от младшего научного сотрудника до заведующего лабораторией геологии рудных месторождений, которую возглавил в 1965 г. после успешной защиты кандидатской диссертации (1962). Он являлся признанным специалистом в области геологии рудных месторождений и общей металлогении, а также изучения конкретных сульфидных медно-никелевых месторождений. Юрий Николаевич Яковлев – автор и соавтор 180-ти научных работ, в том числе – 9-ти монографий.

С 1994 по 2008 гг. Ю. Н. Яковлев занимал должность главного геолога НПЦ «Кольская сверхглубокая», где проявил себя в области изучения рудной минерализации в породах всего разреза СГ-3. За время своей научно-производственной карьеры Юрий Николаевич был награжден нагрудным знаком «Отличник разведки недр», Серебряной и Бронзовой медалями ВДНХ, Серебряной медалью им. П. Л. Капицы Российской академии естественных наук, Почетной грамотой администрации Мурманской области (Ученые Кольского ..., 2010; Кольская энциклопедия... URL: https://ke-culture.gov-murman.ru/slovnik/?ELEMENT_ID=503338).

В Геологическом институте Ю. Н. Яковлев работал в тесном сотрудничестве с руководителем КФАН СССР, член-корреспондентом АН СССР Г. И. Горбуновым (рис. 1). Результатом их со-



Рис. 1. Г. И. Горбунов с сотрудниками, только что организованной лаборатории геологии рудных месторождений, в поездке по месторождениям Печенги. 1969 год. Встреча на нижней дороге Заполярный-Никель в районе 70–72 км с автомашиной из отряда Д. Д. Мирской. Слева направо: Ю. А. Астафьев, Ю. В. Гончаров, Ю. Н. Яковлев, Ю. А. Шабунников, А. К. Яковлева, Г. И. Горбунов. Ю. В. Гончаров дарит букет полевых цветов А. К. Яковлевой

Fig. 1. G. I. Gorbunov with staff from the newly organized laboratory of ore deposit geology on a trip to the Pechenga deposits. 1969. Meeting on the lower Zapolyarny-Nikel road, around 70–72 km, with a vehicle from D. D. Mirskaya's group. From left to right: Yu. A. Astafyev, Yu. V. Goncharov, Yu. N. Yakovlev, Yu. A. Shabunnikov, A. K. Yakovleva, G. I. Gorbunov, Yu. V. Goncharov presents a bouquet of wildflowers to A. K. Yakovleva

вместной деятельности стало всестороннее изучение медно-никелевых месторождений Кольского региона, послужившее основой для переноса приоритета исследований института на платиновую тематику в конце XX и начале XXI века (Рундквист, Корчагин, 2002; Припачкин, Рундквист, 2011).

Работа на Кольской сверхглубокой скважине СГ-3 очень увлекала Юрия Николаевича (рис. 2). К сожалению, проект был полностью закрыт в 2008 г., но Ю. Н. Яковлев приложил много сил к тому, чтобы ценнейший керновый материал не был утерян, а был сохранен и упорядочен. Благодаря его усилиям, в настоящее время коллекция части керна пород СГ-3 хранится в музее геологии и минералогии и им. И. В. Белькова Геологического института КНЦ РАН.



Рис. 2. Ю. Н. Яковлев в своем кабинете, НПЦ «Кольская сверхглубокая». Конец 1990-х гг.

Fig. 2. Yu. N. Yakovlev in his office, Kola Superdeep Research Center. Late 1990s.

Интересно, как сам Юрий Николаевич в 2016 г. рассказывал о себе на страницах литературного сборника «Себя природою наполнив...», опубликованного малым тиражом в Геологическом институте (Яковлев, 2017). Здесь Юрий Николаевич очень интересно описывает события Великой Отечественной войны 1941–1945 гг., во время которой он с матерью и сестрами жил в родном селе под Тверью. В конце этого очерка он резюмирует:

«Последующие события моей жизни, уже не имеющие отношения к войне. В 1949 г. я поступил в ЛГИ, который окончил в 1953 г. и по распределению с группой в 6–7 человек был направлен в Дальстрой. Свадьбу с Антониной Константиновной Анисимовой сыграли в новом доме в с. Новое – и поехали в Магадан. В сентябре 1953 г. доехали за 8 дней поездом до Хабаровска, а дальше за 3 дня самолетом с пересадкой до Магадана. Там наших ребят оказалось 6 или 7 человек – все ждали направления. Через неделю нас с А. К. направили в Средне-Колымское управление, пос. Ягодный, что в 1500 км на запад по трассе, оттуда – назад на 100 км в пос. Бючанчех на берегу Колымы, на россыпи (вероятно, имеется в виду пос. Быченнах Ягоднинского р-на Магаданской обл. – Прим. авт.) Там мы прожили более 2.5 лет и вернулись в с. Новое втроем, с сыном Сергеем. Затем в Ленинграде я окончил аспирантуру у П. М. Татаринова, а А. К. – у Д. П. Григорьева. Потом была работа в Геологическом институте КФАН СССР, с 1995 г. – на Кольской сверхглубокой скважине СГ-3, наконец, с 2005 г. – на пенсии. Вот и вся жизнь!» (Яковлев, 2017).

Яковлева Антонина Константиновна (1930–2023)

Антонина Константиновна окончила Ленинградский горный институт в 1953 г. Вместе с мужем после окончания института работала на Колыме. Ее кандидатская диссертация (1962) была посвящена геологии и минералогии Соколовско-Сарбаевского месторождения (Южный Урал). В Геологическом институте Антонина Константиновна работала с 1961 по 1988 гг. (см. рис. 3–8). Она занималась изучением ультраосновных пород Аллареченского и Ловноозерского районов и стала выдающимся специалистом в области минералогии силикатов. Особенно детально А. К. Яковлева исследовала минералогию амфиболов, хлоритов и других силикатных минералов из медно-никелевых месторождений Кольского п-ова и пород в разрезе скважины СГ-3. Антонина Константиновна – автор более 70-ти научных трудов (Ученые Кольского..., 2010).



Рис. 3. Коллектив минералогов.

Слева-направо: А. К. Яковлева, С. А. Егорова, Н. В. Левкович, Т. В. Казакова

Fig. 3. Team of mineralogists.

From left to right: A. K. Yakovleva, S. A. Egorova, N. V. Levkovich, T. V. Kazakova



Рис. 4. В рабочем кабинете.

Слева-направо: С. М. Баржицкая, А. К. Яковлева, Н. В. Левкович

Fig. 4. In the study room.

From left to right: S. M. Barzhitskaya, A. K. Yakovleva, N. V. Levkovich

Говоря об исследованиях Ю. Н. и А. К. Яковлевых пород Кольской сверхглубокой скважины, следует отметить, что они являются соавторами широко известных обобщающих сводок по этому объекту (Кольская сверхглубокая ..., 1984; Архейский комплекс..., 1991; Кольская сверхглубокая ... 1998). Эти ученые всегда стремились к тому, чтобы их научные результаты были максимально опубликованы (Яковлев, Скуфьин, 2007; Яковлев, Скуфьин, 2014; Яковлев и др., 2017 а; Яковлев и др., 2017 б; Яковлев, 2021). Тем не менее, данные Ю. Н. и А. К. Яковлевых о составе амфиболов из пород архейского комплекса разреза СГ-3 были обработаны ими лишь частично – опубликованы усредненные составы амфиболов и некоторые геохимические диаграммы (Архейский комплекс..., 1991). Эти исследования легли в основу различных схем расчленения разреза скважины (Архейский комплекс..., 1991; Яковлев и др., 2017 а). В то же время, оригинальные результаты полного химического анализа амфиболов пока нигде не приводились и этот пробел, согласно прижизненной просьбе Ю. Н. Яковлева, мы стараемся восполнить в ряде публикаций, включая настоящую работу.

Амфиболы нижней (архейской) части разреза Кольской сверхглубокой скважины

Образцы для выделения мономинеральных фракций отбирались Ю.Н. и А.К. Яковлевыми непосредственно из керна скважины СГ-3. Выделение мономинеральных фракций проводилось в лаборатории сепарации вещества и первичной обработки проб ГИ КНЦ РАН. Полный силикатный анализ мономинеральных фракций амфиболов проводился в химико-аналитической лаборатории ГИ КНЦ РАН. Из общей базы данных, содержащей 90 анализов, авторами были отобраны 57 в интервале глубин 7262.1–11998.6 м. Выбраны были те анализы, результаты которых содержались



Рис. 5. На полевых работах.
Слева-направо: В. В. Задворнов, А. К. Яковлева,
Н. В. Левкович

Fig. 5. At field work.
From left to right: V. V. Zadvornov, A. K. Yakovleva,
N. V. Levkovich

вые амфиболы представлены следующими минеральными видами: паргасит, магнезио-роговая обманка, чермакит, ферро-паргасит, ферро-саданагаит, ферро-роговая обманка, ферро-чермакит и актинолит (рис. 9). Наиболее распространены паргасит и магнезио-роговая обманка. Каких-либо резких отличий в составе амфиболов из отдельных групп пород не отмечено.

в картотеке химико-аналитической лаборатории ГИ КНЦ РАН, они были проверены и уточнены. Расчет формульных коэффициентов выполнен кислородным методом на 24 заряда.

База данных Ю. Н. и А. К. Яковлевых содержит результаты полного силикатного анализа, авторские номера образцов и точную глубину отбора образца по стволу скважины, однако название породы, из которой была извлечена мономинеральная фракция амфибола, в базе данных отсутствует. Поэтому авторы использовали названия пород, приведенные в картотеке химико-аналитической лаборатории ГИ КНЦ РАН. Согласно определениям Ю. Н. и А. К. Яковлевых, исследуемые образцы достаточно условно были объединены в следующие группы пород:

- 1) Амфиболиты и горнблендиты (АГ)
- 2) Габбро и метагаббро (ГМ)
- 3) Метагаббродолериты и порфириты (МП)
- 4) Пироксен-роговообманковые кристаллосланцы (КР)
- 5) Гранат-амфибол-биотитовые и амфибол-биотитовые сланцы и гнейсы (СГ).

Все проанализированные амфиболы относятся к группе амфиболов с преобладанием $^w(\text{OH}, \text{F}, \text{Cl})$ и подгруппе кальциевых амфиболов. Согласно классификации (Hawthorne et al., 2012), данные кальциевые амфиболы представлены следующими минеральными видами: паргасит, магнезио-роговая обманка, чермакит, ферро-паргасит, ферро-саданагаит, ферро-роговая обманка, ферро-чермакит и актинолит (рис. 9). Наиболее распространены паргасит и магнезио-роговая обманка. Каких-либо резких отличий в составе амфиболов из отдельных групп пород не отмечено.



Рис. 6. Обед в полевом лагере. Слева на заднем плане – А. К. Яковлева
Fig. 6. Lunch at the field camp. In the background on the left is A. K. Yakovleva



Рис. 7. В машине на полевых работах. Справа: Н. В. Левкович и А. К. Яковлева
Fig. 7. In a car during field work. On the right are N. V. Levkovich and A. K. Yakovleva

При изучении распределения образцов по глубине скважины наметились некоторые неярко выраженные тенденции в изменении химизма кальциевых амфиболов по разрезу: магнезиальность кальциевых амфиболов в составе первой толщи и верхней части второй толщи стабильно выше по сравнению с таковой нижней части разреза; также намечается тенденция повышения значений Fe^{3+} к нижней части разреза.

Данные о содержании двух- и трехвалентного железа показали, что степень окисления железа Fe^{3+} в составе кальциевых амфиболов по разрезу СГ-3 варьирует в пределах 0.11–0.33 к.ф. (арфу). Содержания Fe^{3+} и Fe^{2+} во всех рассмотренных кальциевых амфиболах связаны прямой пропорци-



Рис. 8. А. К. и Ю. Н. Яковлевы с сыном Сергеем. 1985 г.
Fig. 8. A. K. Yakovleva and Yu. N. Yakovlev with their son Sergei. 1985.

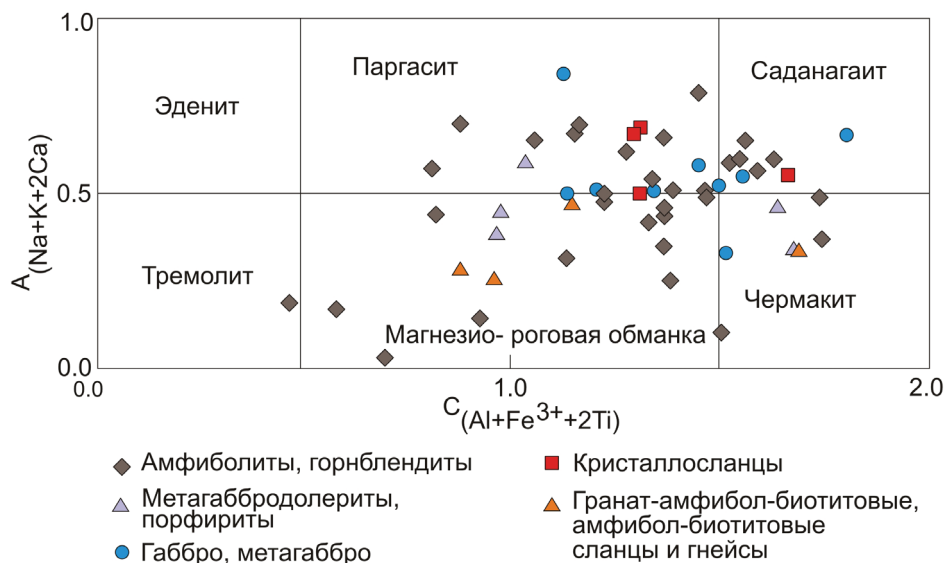


Рис. 9. Состав амфиболов СГ-3, представленных в коллекции Ю. Н. и А. К. Яковлевых, на диаграмме для кальциевых амфиболов (Hawthorne et al., 2012)

Fig. 9. Composition of SG-3 amphiboles, presented in the collection of Yu. N. Yakovlev and A. K. Yakovleva, on the diagram for calcium amphiboles (Hawthorne et al., 2012)

ональной зависимостью. Существенных различий по показателю $Fe^{3+}\#$ для кальциевых амфиболов из пород различного типа не установлено.

По содержанию дополнительных анионов среди кальциевых амфиболов СГ-3 преобладают амфиболы с преобладанием гидроксил группы. Содержание F не превышает 0.095 арфу. В трех образцах отмечается содержание Cl в количестве 0.007–0.026 арфу.

Приблизительная оценка температуры образования амфиболовых пород СГ-3 с помощью геотермометра «Ti в амфиболе» (Liao et al., 2021) показала, что большинство пород сформировались в условиях высокотемпературной амфиболитовой фации.

Подводя итог, авторы выражают надежду, что научное наследие Ю. Н. и А. К. Яковлевых и других исследователей легендарной Кольской сверхглубокой скважины будет в дальнейшем восстановлено следующими поколениями геологов.

Благодарности

Авторы приносят свою глубокую благодарность Н. А. Мансуровой за компьютерную верстку аналитических данных из рукописной таблицы Ю. Н. Яковлева и за обработку фотоматериалов. Особенную признательность мы выражаем М. Г. Тимофеевой, взявшей на себя труд по поиску анализов в картотеке химико-аналитической лаборатории ГИ КНЦ РАН. Мы также признательны Л. И. Константиновой за ценные консультации по вопросам методического обеспечения химико-аналитических работ. Мы благодарим Н. В. Левкович за предоставление фотографий из ее личного архива.

Литература

1. Архейский комплекс в разрезе СГ-3 / Митрофанов Ф. П., Яковлев Ю. Н., Смирнов Ю. П., Ланев В. С., Губерман Д. М., Ветрин В. Р., Яковлева А. К., Балашов Ю. А., Толстихин И. Н., Каменский И. Л., Нерадовский Ю. Н., Икорский С. В., Павлова М. А., Горбацевич Ф. Ф., Галдин Н. Е., Шаров Н. В. Апатиты. Изд-во: КНЦ АН СССР, 1991. 185 с.
2. Кольская сверхглубокая. Исследование глубинного строения континентальной коры с помощью бурения Кольской сверхглубокой скважины / Гл. ред. Е. А. Козловский. М. Изд-во: Недра, 1984. 490 с.
3. Кольская сверхглубокая. Научные результаты и опыт исследований / Гл. ред. В. П. Орлов, Н. П. Лавров. М. Изд-во: МФ «ТЕХНОНЕФТЕГАЗ», 1998. 260 с.

4. Кольская энциклопедия...URL: https://ke-culture.gov-murman.ru/slovník/?ELEMENT_ID=503338 (дата обращения 04.05.2026).
5. Припачкин П. В., Рундквист Т. В. Роль ученых Кольского филиала АН СССР и Кольского научного центра РАН в исследовании и освоении Федорово-Панских тундр // Вестник КНЦ РАН. 2011. № 1 С. 4–16.
6. Рундквист Т. В., Корчагин А. У. От никеля и меди – к платине и палладию // Книга памяти (Воспоминания о замечательных сотрудниках Геологического института КНЦ РАН). 2002. С. 88–100.
7. Ученые Кольского научного центра 1930–2010. Апатиты. Изд-во: КНЦ РАН. 2010. 514 с.
8. Яковлев Ю. Н. Что я помню о Великой Отечественной войне 1941–45 гг. // Себя природею наполнив... Литературный сборник / Сост. и ред. Ю. Л. Войтеховский. Апатиты. Изд-во: К & М, 2017. С. 72–82.
9. Яковлев Ю. Н., Скуфьин П. К. Рудная минерализация пород нижних вулканогенных свит протерозойского комплекса в разрезе СГ-3 и их гомологов в приповерхностной зоне // Вестник МГТУ. 2007. № 1. С. 88–103.
10. Яковлев Ю. Н., Скуфьин П. К. Основные особенности развития рудных минералов в разрезе СГ-3 // Тр. Ферсмановской научной сессии ГИ КНЦ РАН. 2014. № 11. С. 122–126.
11. Яковлев Ю. Н., Яковлева А. К., Серов П. А. Новые данные о строении и составе архейского комплекса разреза СГ-3 // Вестник КНЦ РАН. 2017 а. № 3(9). С. 88–98.
12. Яковлев Ю. Н., Нерадовский Ю. Н., Пахомовский Я. А., Савченко Е. Э. Изменение составов рудных минералов в разрезе Кольской сверхглубокой скважины (СГ-3) // Тр. Ферсмановской научной сессии ГИ КНЦ РАН. 2017 б. № 14. С. 189–208.
13. Яковлев Ю. Н. Исследование разреза Кольской сверхглубокой скважины СГ-3 радиоактивными методами // Тр. Ферсмановской научной сессии ГИ КНЦ РАН. 2021. № 18. С. 447–453. <https://doi.org/10.31241/FNS.2021.18.084>.
14. Liao Y., Wei C., Rehman H. U. Titanium in calcium amphibole: behavior and thermometry // American Mineralogist. 2021. V. 106. P. 180–191. <https://doi.org/10.2138/am-2020-7409>.
15. Hawthorne F. C., Oberti R., Harlow G. E., Maresch W. V., Martin R. F., Schumacher J. C., and Welch M. D. Nomenclature of the amphibole supergroup. IMA Report // American Mineralogist. 2012. V. 97. P. 2031–2048. <http://dx.doi.org/10.2138/am.2012.4276>.