

Хромшпинелиды в телах-спутниках «Рудного пласта-330» в верхней части массива Сопча (Мончегорский комплекс, Кольский полуостров)

Рундквист Т.В., Припачкин П.В., Базай А.В.

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

Аннотация. Исследованы образцы пород в верхней части разреза массива Сопча – одной из частей раннепротерозойского Мончегорского расслоенного комплекса на Кольском полуострове. Образцы отображены как из расслоенных тел-спутников «Рудного пласта-330» (ортопироксениты и их оливин-содержащие разновидности), так и из вмещающих ортопироксенитов. В линзах расслоенных пород обнаружена редкая мелкая вкрапленность хромшпинелидов. Как и в «Рудном пласте-330», хромшпинелиды в телах-спутниках обладают зональностью (более глиноземистые и магниезиальные ядра зерен и более железистые и титанистые их краевые части). Этот факт может указывать на связь тел-спутников «Рудного пласта-330» с теми же порциями расплава перидотитового состава, внедрившимися во вмещающие ортопироксениты.

Ключевые слова: хромшпинелиды, ортопироксениты, Мончегорский расслоенный комплекс, Кольский полуостров.

Chrome spinels in the satellite bodies of the «Ore layer-330» in the upper part of the Sopcha massif (Monchegorsk complex, Kola Peninsula)

Rundkvist T.V., Pripachkin P.V., Bazai A.V.

Geological Institute KSC RAS, Apatity, t.rundkvist@ksc.ru

Abstract. Rock samples were studied in the upper part of the Sopcha massif section, one of the parts of the Early Proterozoic Monchegorsk layered complex on the Kola Peninsula. The samples were taken both from the layered satellite bodies of the «Ore layer-330» (orthopyroxenites and their olivine-bearing varieties) and from the host orthopyroxenites. In the lenses of layered rocks, a rare small dissemination of chrome spinels was found. As in the «Ore layer-330», chrome-spinels in satellite bodies are zonal (more aluminous and magnesian cores of grains and more ferruginous and titaniferous marginal parts). This fact may indicate the connection of the satellite bodies of the «Ore layer-330» with the same portions of the melt of peridotite composition, intruded into the host orthopyroxenites.

Keywords: chrome spinels, orthopyroxenites, Monchegorsk layered complex, Kola Peninsula.

Введение

Массив Сопча Мончегорского расслоенного мафит-ультрамфитового (2.5 млрд. лет) комплекса (МК) давно привлекают внимание исследователей – как с фундаментальной (развитие различных магматических фаз), так и прикладной (развитие рудной минерализации) точек зрения. Массив сложен гарцбургитами, оливиновыми пироксенитами плагиоипироксенитами, меланократовыми норитами и зонами переслаивания этих пород (рис. 1). Верхняя часть его разреза представлена преимущественно ортопироксенитами, в которых приблизительно на уровне горизонтальной отметки 330 метров, залегает пласт тонкорасслоенных пород (дуниты, гарцбургиты, оливиновые пироксениты, полевошпатовые оливиновые пироксениты), известный в литературе как «Рудный пласт-330». Строение пласта и детальная характеристика, приуроченной к нему сульфидной ЭПГ-содержащей минерализации подробно описаны в ряде работ (Конников, Орсов, 1991; Нерадовский и др., 2002; Расслоенные..., 2004; Шарков, 2006; Chaschin, Savchenko, 2021). Характерной особенностью пород пласта является присутствие в них хромшпинелидов с ярко выраженной зональностью. Ядерные части зерен образует хромшпинелид более глиноземистый и магниезиальный, менее железистый и менее титанистый, по сравнению с хромшпинелидом краевых частей зерен. Два типа хромшпинелидов могут образовывать и отдельные незональные зерна (Орсов, 1988; Chaschin, Savchenko, 2021).

Сложное строение «Рудного пласта-330», в том числе развитие хромшпинелидов контрастного состава, большинство исследователей объясняет поступлением нескольких импульсов новой порции перидотитового расплава в магматическую камеру и изменением его физико-химических

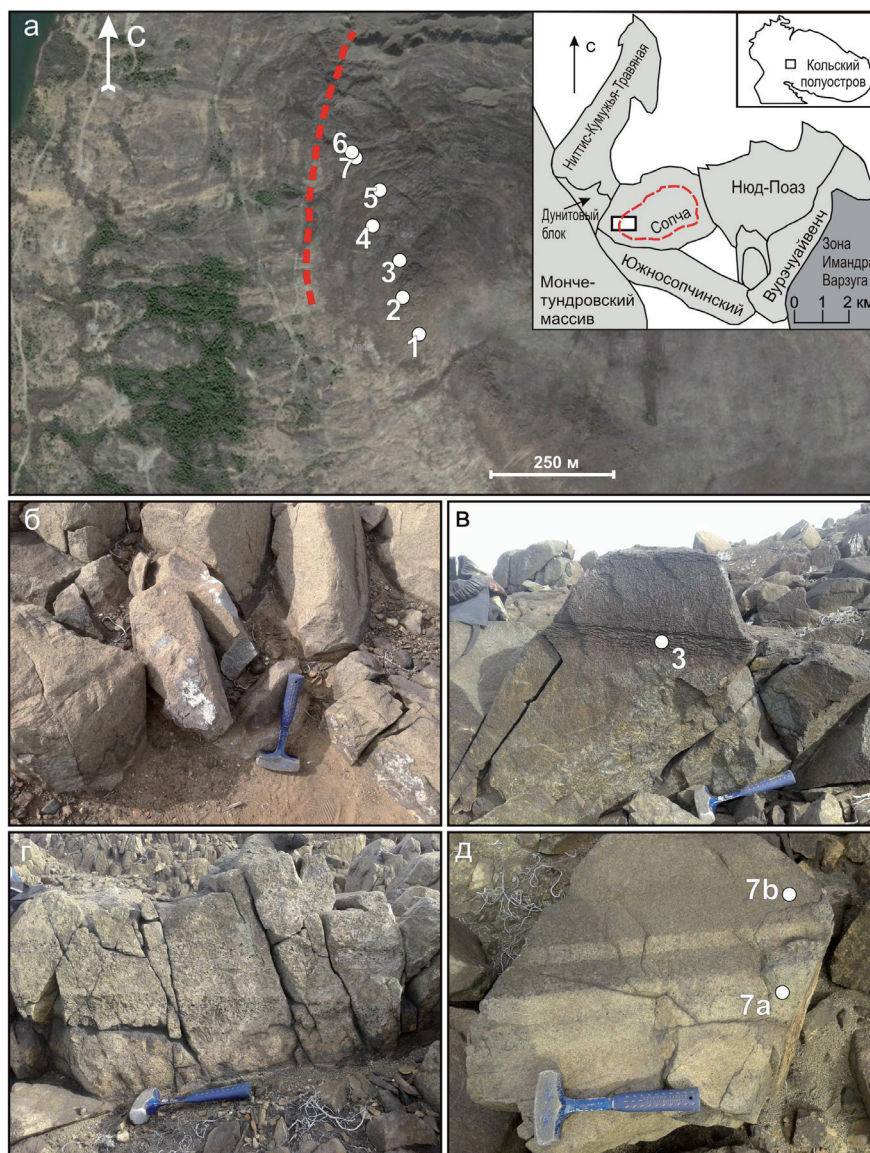


Рис. 1. а – точки отбора исследованных образцов на Яндекс-карте. Положение подошвы «Рудного пласта-330» показано красной пунктирной линией. На врезке – схема Мончегорского комплекса, положение района работ отмечено белым прямоугольником; б-д – фотографии обнажений: вмещающих ортопироксенитов (б) и расслоенных тел-спутников «Рудного пласта-330» (в-д). Белые кружки с цифрами – точка отбора образца и его номер.

Fig. 1. a – sampling points of the studied samples on the Yandex map. The position of the bottom of the «Ore layer-330» is shown by the red dotted line. The inset shows a map of the Monchegorsk complex, the position of the study area is marked with a white rectangle; б-д – photographs of outcrops: host orthopyroxenites (б) and layered satellite bodies of the «Ore layer-330» (в-д). White circles with numbers are the point of sampling and its number.

свойств во время кристаллизации (Орсоев, 1988; Расслоенные..., 2004). Некоторыми авторами зональность в хромшпинелидах объясняется реакцией ранее выделившихся кумулюсных хромшпинелидов с остаточной интеркумуляусной флюидизированной жидкостью во время остывания расплава (Chaschin, Savchenko, 2021).

Мощность пласта в западной части массива составляет в среднем около 5 метров (Расслоенные..., 2004, Chaschin, Savchenko, 2021), но он прослеживается практически по всей обнаженной части горы Сопча в виде своеобразного кольца (рис. 1, врезка). Однако его сплошность часто нарушается поперечными нарушениями взбросового и сбросового типа с амплитудой от нескольких до десятка метров. Наряду со смещенными фрагментами самого пласта (выше и, реже, ниже его по

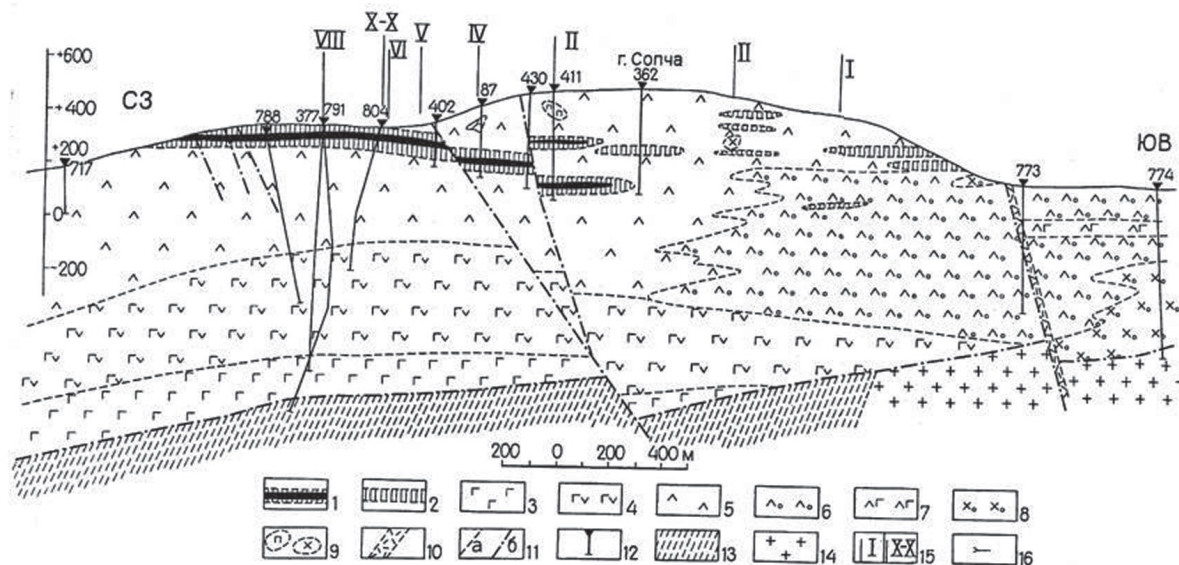


Рис. 2. Схематический продольный геологический разрез массива г. Сопча и положение в нем «Рудного пласта – 330» (Нерадовский и др., 2002).

1 – породы «Рудного пласта – 330»; 2 – породы линз, сложенных ортопироксенитами, оливиновыми ортопироксенитами и плагиопироксенитами; 3 – гарцбургиты; 4 – зона переслаивания гарцбургитов, оливиновых ортопироксенитов и ортопироксенитов; 5 – ортопироксениты; 6 – переслаивание плагиопироксенитов и меланократовых норитов; 7 – переслаивание оливиновых норитов и плагиоклаз-оливиновых ортопироксенитов; 8 – меланократовые нориты; 9 – ксенолиты норитов, габброноритов, дунитов и пойкилитовых перидотитов; 10 – дайки основных пород и лампрофиров; 11 – границы пород (а) и контакта массива (б); 12 – скважина и ее номер; 13 – гнейсы и кристаллические сланцы архейского комплекса; 14 – гнейсовидные гранодиориты.

Fig. 2. Schematic longitudinal geological section of the Sopcha massif and the position of the «Ore layer–330» in it (Neradovsky et al., 2002). 1 – rocks of the «Ore layer–330»; (2) lens rocks composed of orthopyroxenites, olivine orthopyroxenites and plagiopyroxenites; 3 – harzburgites; 4 – zone of intercalation of harzburgites, olivine orthopyroxenites and orthopyroxenites; 5 – orthopyroxenites; 6 – interbedding of plagiopyroxenites and melanocratic norites; 7 – interbedding of olivine norites and plagioclase-olivine orthopyroxenites; (8) melanocratic norites; (9) xenoliths of norites, gabbronorites, dunites, and poikilitic peridotites; 10 – dikes of basic rocks and lamprophyres; 11 – rock boundaries (a) and massif contact (b); 12 – well and its number; 13 - gneisses and crystalline schists of the Archaean complex; 14 – gneissic granodiorites.

разрезу) также наблюдаются небольшие линзы тонко расслоенных пород сходного состава, которые известны в литературе как его спутники (или «сателлиты») (рис. 2). Необходимо отметить, что, в силу небольшой протяженности и мощности, тела-спутники «Рудного пласта-330» детально не закартированы и достаточно плохо изучены. А после выяснения бесперспективности в отношении промышленной добычи из пласта Cu-Ni руды, интерес к его линзам-спутникам (также содержащим сульфидную вкрапленность) и вовсе был утрачен.

Однако мы считаем, что с точки зрения реконструкции магматической истории массива Сопча, их изучение является весьма важным. Например, все-таки неясно, насколько эти линзы связаны с самим пластом: это ксенолиты каких-то других частей разреза МК (Козлов, 1973), продукты «разлинзования» пласта (Нерадовский и др., 2002) или «капли» той же порции магмы? В этой связи было весьма интересно узнать, присутствуют ли в этих образованиях хромшпинелиды, а если присутствуют, то насколько они сходны или отличны от таковых, изученных в «Рудном пласте-330»?

Для выяснения этих вопросов в августе 2020 г. в верхней части горы Сопча, выше «Рудного пласта-330», в коренных обнажениях и близкоренных развалах были опробованы вмещающие ортопироксениты и тела-спутники пласта. Породы были изучены петрографически, а также в них были исследованы хромшпинелиды. Часть полученных результатов представлены в данной статье.

Материалы и методы

В ходе работ были отобраны следующие образцы:

- Обр. 1 – ортопироксенит (хромшпинелиды не обнаружены);
- Обр. 2 – ортопироксенит слабо амфиболизированный, с тонкими вростками магнетита в амфиболе и редкой вкрапленностью хромшпинелида;
- Обр. 3 – оливинный ортопироксенит слабо амфиболизированный, с тонкими просечками магнетита и редкой вкрапленностью хромшпинелида;
- Обр. 4 – ортопироксенит оливинсодержащий, слабо амфиболизированный (хромшпинелиды не обнаружены);
- Обр. 5 – ортопироксенит с единичными зернами хромшпинелида;
- Обр. 6 – авгитовый плагио-ортопироксенит (хромшпинелиды не обнаружены);
- Обр. 7а – ортопироксенит с единичными выделениями плагиоклаза и авгита в интеркумулусе, с единичными зернами хромшпинелида;
- Обр. 7б – оливинный ортопироксенит, с выделениями амфибола в тонком срастании с магнетитом и единичными зернами хромшпинелида.

Точки взятия образцов показаны на рисунке 2а. Образец 1 наиболее удален от подошвы «Рудного пласта-330» (расстояние по вертикали около 18 метров), образцы 6 и 7 приближены к его условной верхней границе (расстояние от подошвы по вертикали около 10 метров).

Состав хромшпинелидов исследован в образцах 2, 3 и 7б с помощью СЭМ LEO-1450 и электронного микроанализатора Cameca MS-46 в ГИ КНЦ РАН по стандартной методике.

Результаты исследований

На исследованном участке верхней части горы Сопча в коренных обнажениях и глыбовых развалах преобладают массивные крупно-среднезернистые ортопироксениты, аналогичные Обр. 1 (рис. 2б).

В ряде точек наблюдения в породах хорошо заметна расслоенность (рис. 2 в-д). Мощность отдельных слоев составляет 7–15 см. Слои различаются по окраске и характеру выветрелой поверхности. Присутствие оливина заметно по более рельефной поверхности (рис. 2 в) или по более темной окраске породы (рис. 2 г, д). Судя по нашим наблюдениям, расслоенные зоны характеризуют так называемые тела-спутники «Рудного пласта-330».

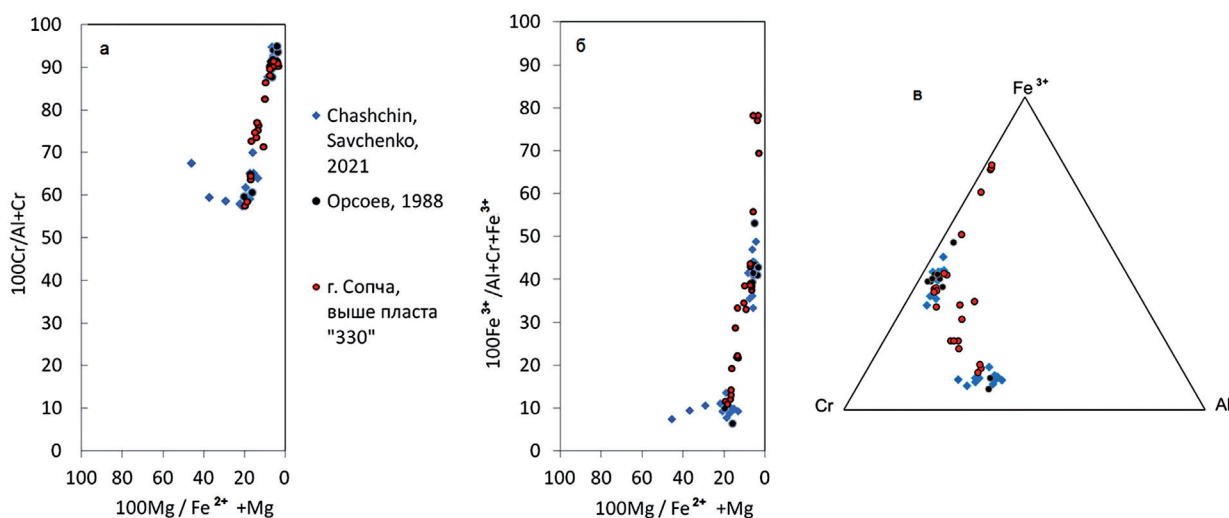


Рис. 3. Диаграммы Ирвайна (Irvine, 1965) – (а, б) и треугольная диаграмма Cr-Fe³⁺-Al – (в), составов хромитов «Рудного пласта-330» (черные кружки (Орсоев, 1988) и синие квадраты (Chashchin, Savchenko, 2021)) и его тел-спутников (красные кружки, данные авторов).

Fig. 3. Diagrams of Irvine (Irvine, 1965) – (a, b) and a triangular diagram of Cr-Fe³⁺-Al – (в), compositions of chromites «Ore layer-330» (black circles (Orsoev, 1988) and blue squares (Chashchin, Savchenko, 2021)) and its satellite bodies (red circles, authors' data).

Хромшпинелиды в проанализированных образцах были встречены в виде мелкой вкрапленности.

Центральные части зерен хромшпинелидов содержат (масс. %): $Al_2O_3 = 10.78–15.66$; $Cr_2O_3 = 33.39–42.75$; $FeO_{общ} = 37.28–54.06$; $MgO = 1.99–3.29$; $ZnO = 0.25–1.24$; $TiO_2 = 0.26–0.88$; $V_2O_5 = 0.06–0.25$.

Краевые части зерен хромшпинелидов содержат (масс. %): $Al_2O_3 = 2.67–3.02$; $Cr_2O_3 = 33.26–38.24$; $FeO_{общ} = 54.80–57.85$; $MgO = 1.24–1.39$; $ZnO = 0.39–0.49$; $TiO_2 = 0.70–1.29$; $V_2O_5 = 0.22–0.29$.

Состав хромшпинелидов нанесен на диаграммы (Irvine, 1965) и на треугольную диаграмму Cr-Fe³⁺-Al (рис. 3). Состав шпинелидов верхней части массива Сопча на диаграммах соответствует трендам, полученным предыдущими исследователями (Орсоев, 1988; Chaschin, Savchenko, 2021) для хромшпинелидов «Рудного пласта-330». Однако замечено существенное различие: хромшпинелиды «Рудного пласта-330» очень четко разделяются на две контрастные группы, что хорошо видно на графиках. Хромшпинелиды верхней части массива Сопча разделяются на две группы менее контрастно, существуют и промежуточные разновидности. Это особенно четко видно на рисунке 3а. В краевых частях зерен определены наиболее железистые разновидности. В целом, график на рисунке 3 показывает, что состав хромшпинелидов верхней части г. Сопча соответствует общему тренду, известному для хромшпинелидов расслоенных интрузий мира (Barnes, Roeder, 2001).

Заключение

В верхней части горы Сопча, выше по разрезу от «Рудного пласта-330» исследованные породы представлены преимущественно ортопироксенитами, среди которых встречаются линзовидные тела с прослоями оливиновых или оливинсодержащих ортопироксенитов. В результате исследований во вмещающих ортопироксенитах хромшпинелидов не обнаружено. В телах-спутниках «Рудного пласта-330» как в ортопироксенитах, так и в их оливинсодержащих разновидностях хромшпинелиды отмечаются в виде мелкой рассеянной вкрапленности. Как ранее отмечалось для пласта, хромшпинелиды из его тел-спутников также обладают зональным строением. Ядерные части зерен образует хромшпинелид более глиноземистый и магнезиальный, менее железистый и менее титанистый, по сравнению с хромшпинелидом краевых частей зерен. В целом состав хромшпинелидов из расслоенных линзовидных тел верхней части массива Сопча соответствует общему тренду, известному для хромшпинелидов расслоенных интрузий мира (Barnes, Roeder, 2001). Сходство состава и внутреннего строения (зональность) хромшпинелидов «Рудного пласта-330» и его тел-спутников подтверждает их происхождение из единой порции расплава.

Работа выполнена в рамках темы НИР АААА-А19-119100290147-7, FMEZ-2022-0026.

Литература

1. Козлов Е.К. Естественные ряды пород никеленосных интрузий и их металлогения. Л. Изд-во: Наука. 1973. 283 с.
2. Конников Э.Г., Орсов Д.А. О природе ритмически расслоенного горизонта массива Сопча в Мончегорском плутоне // ДАН СССР. 1991. Т. 320. № 3. С. 696–699.
3. Нерадовский Ю.Н., Рундквист Т.В., Галкин А.С., Климентьев В.Н. К проблеме платиноносности рудноо «пласта-330» г. Сопча и его промышленного использования (Мончеплутон) // Вестник МГТУ. Тр. Мурманского гос. техн. Университета. 2002. Т. 5. № 1. С. 85–91.
4. Орсов Д. А. Хромшпинелиды из сульфидных вкрапленных руд расслоенных массивов // ЗВМО. 1988. Ч. СХVII. Вып. 2. С. 175–181.
5. Расслоенные интрузии Мончегорского рудного района: петрология, оруденение, изотопия, глубинное строение (ред. Митрофанов Ф.П., Смолькин В.Ф.). Апатиты. Изд-во: КНЦ РАН. 2004. Ч. 1. 177 с.
6. Шарков Е.В. Формирование расслоенных интрузивов и связанного с ними оруденения. М. Изд-во: Научный мир. 2006. 368 с.
7. Barnes S.J. and P.L. Roeder The range of spinel compositions in terrestrial mafic and ultramafic rocks // J. Petrol. V. 4 (12). 2001. P. 2279–2302.
8. Chaschin V.V., Savchenko Ye.E. Cumulus and post-cumulus evolution of chrome-spinel compositions in the «Ore Horizon 330» rocks from the Sopcha massif of the Paleoproterozoic layered Monchegorsk pluton, Kola Peninsula, Russia // Mineralogy and Petrology. 2021. V. 115. P. 557–575. <http://www.kr-emlin.ru/structure/acldditional/12>.
9. Irvine T.N. Chromian spinel as a petrogenetic indicator. Part I: Theory // Can. J. Earth Sci. 1965. V. 2. P. 648–672.