

КОСТОМУКША — КОМПЛЕКСНЫЙ РУДНЫЙ ОБЪЕКТ РЕСПУБЛИКИ КАРЕЛИЯ



В. Я. ГОРЬКОВЕЦ,
 ведущий
 научный сотрудник,
 проф.,
 д-р геол.-минерал. наук



Л. А. МАКСИМОВИЧ,
 начальник цеха
 по производству
 геологических работ



М. Б. РАЕВСКАЯ,
 старший научный
 сотрудник,
 канд. геол.-минерал. наук

Представлены схемы геологического строения Костомукшского рудного района, площади развития Вокнаволоцкого блока архейских зеленокаменных плавос, размещения золотого оруденения Костомукшского месторождения, а также структурные элементы Фенноскандинавского щита и др.

Ключевые слова: докембрий, геологические структуры, месторождения железных руд, золотоносные рудопроявления, кимберлиты, лампроиты.

Среди древнейших структур Фенноскандинавского щита наиболее значимым, изученным и перспективным является Костомукшский рудный район Карелии, отличающийся формационным составом кристаллических образований и наличием полихронных полезных ископаемых. Здесь расположено крупнейшее Костомукшское железорудное месторождение (рис. 1).

Костомукшское месторождение железистых кварцитов находится на юго-западе Республики Карелия. Месторождение открыто в 1946 г. в результате аэромагнитных исследований Западного геофизического треста и разведано в 1948–1954 гг. Северо-западным геологическим управлением (СЗГУ) Министерства геологии и охраны недр СССР в процессе работ по выявлению рудной базы для черной металлургии северо-запада СССР. Было высказано предположение о моноклиналином залегании рудных тел и вмещающих пород и, как следствие, разведанные запасы железных

руд до глубины 150–200 м, реже — до 450 м, по категориям А + В + С составили 840 млн т, а утвержденные запасы руд в Государственной комиссии по запасам полезных ископаемых (ГКЗ) СССР в 1953 г. — 423,3 млн т. Таким образом, Костомукшское месторождение было переведено в разряд забалансовых как месторождение, не имеющее промышленной значимости.

Дальнейшее изучение геологии Костомукшского месторождения было связано с перспективами его промышленного освоения в качестве рудной базы для черной металлургии северо-запада СССР. Исследования, проведенные в Институте геологии Карельского филиала АН СССР имели комплексный характер [1–4].

Основанием для продолжения научных исследований в Костомукше явилось несоответствие между мощным магнитным полем месторождения, которое было зафиксировано в 1946 г. экспедицией А. А. Логачева, и скромными рудными запа-

сами месторождения, которые были определены СЗГУ.

По результатам исследований руд и вмещающих пород специалисты Института геологии КарНЦ РАН выделили минеральные типы руд месторождения, на базе которых была составлена карта типов руд, необходимая для начала эксплуатации Костомукшского месторождения. Именно эту карту использовали в Карельской геологоразведочной экспедиции при подсчете запасов железных руд Костомукшского месторождения в качестве основы для математического пересчета содержания в рудах железа растворимого и перевода на железо магнетитовое.

В 1989 г. по материалам геологоразведочных работ в институте «Гипроруда» разработано технико-экономическое обоснование (ТЭО) разработки Костомукшского железорудного месторождения. По данным ТЭО, ГКЗ СССР утвердила балансовые запасы, подготовленные для промышленного освоения по категориям, млн т: В — 328,2; С₁ — 779,4; С₂ — 261,9. Проектная производительность добычи сырой железной руды в год составила 24 млн т, производство окатышей — 8 млн т/год. Обеспеченность Костомукшского ГОКа разведанными запасами по проектной производительности комбината составляет 45 лет, а с учетом Корпангского месторождения — 58. Разработка Костомукшского месторождения началась открытым способом с 1982 г., а Корпангского — с 2005 г. [5]. В настоящее время добыча железосодержащих руд двух карьеров составляет 31 млн т/год, производство окатышей — 10 млн т/год.

В основе научно-исследовательских работ по комплексному изучению Костомукшского рудного района лежит историко-геологический метод, включающий литологические, палеовулканологические,

стратиграфические, изотопно-геохимические исследования. В пределах восточной части Фенноскандинавского щита выделяют ряд стратифицированных, генетически самостоятельных железисто-кремнистых формаций, последовательно сменяющих друг друга во времени. Они образовались в специфических физико-химических, палеогеографических и геодинамических условиях и характеризуются ассоциацией с различными комплексами вмещающих пород, определенным минеральным и химическим составом железисто-кремнистых пород, текстурными особенностями, масштабом продуктивности железорудного проявления [3].

Первый генетический тип — риодацитовая железисто-кремни-

стая формация определяется эндогенными условиями формирования. Второй — наиболее продуктивный, терригенная (флишевая) железисто-кремнистая формация определяется экзогенными процессами, т. е. формированием неоархейской площадной коры химического выветривания подстилающих комплексов — гранулитов Вокнаволоцкого комплекса, а также базальтов, коматиитов, риодацитов и ассоциирующих с ними железисто-кремнистых образований контоксской серии.

Экзогенные процессы выветривания в этой активной зоне сформировали протяженные толщи железистых кварцитов ($n=10$ км) в сочетании с терригенными осадками флишевого типа [6].

Исследование геологического строения, структуры Костомукшского месторождения, а также распространение рудных горизонтов постоянно корректировалось на основе геофизических исследований (магнито-разведкой, гравиразведкой, сейсмическими данными).

Было отмечено, что на основании изучения геологии разреза, наличия в нем до 50 % метаморфизованных терригенных и хемогенных морских отложений разрез неоархейских супракустульных образований Костомукшского железорудного района можно отнести к стратотипическому для лопия Карелии [7].

Костомукшская структура (рудное поле) находится на границе двух различных по геолого-структурным, металлогеническим, геохимическим характеристикам блоков. С запада к Костомукшской структуре примыкает раннеархейский комплекс кристаллического фундамента, являющийся основанием для лопия Костомукшского района — Вокнаволоцкого блока. К востоку от Костомукшского синклинория располагается позднеархейская (лопийская) гранит-зеленокаменная область, представленная сочетанием овальных, изометричных купольно-блоковых структур, сложенных гранитоидами и гранитогнейсами, лопийскими железорудно-сланцевыми супракустульными толщами [3, 4, 6].

Вокнаволоцкий блок расположен в северо-западной части Фенно-Карельского кратона, в пределах которого развиты древнейшие палеоархейские интенсивно переработанные супракустульные комплексы с реликтами гранулитовой фации метаморфизма — слюдястые гнейсы, амфибол- и пироксенсодержащие, двупироксеновые амфиболиты и гнейсы, эндербиты и инфракустульные комплексы — плагиогнейсограниты, тоналитогнейсы [8] (рис. 2).

Блок оконтурен со всех сторон поясом ранне- и позднеархейских тектонических долгоживущих разломных зон, служащих путями подъема магматитов для формирования лопийских вулканогенно-осадочных комплексов.

Наряду со складчатыми деформациями в Костомукшском районе широко развиты наложенные деформации в виде разновозрастных систем разрывных нарушений различных

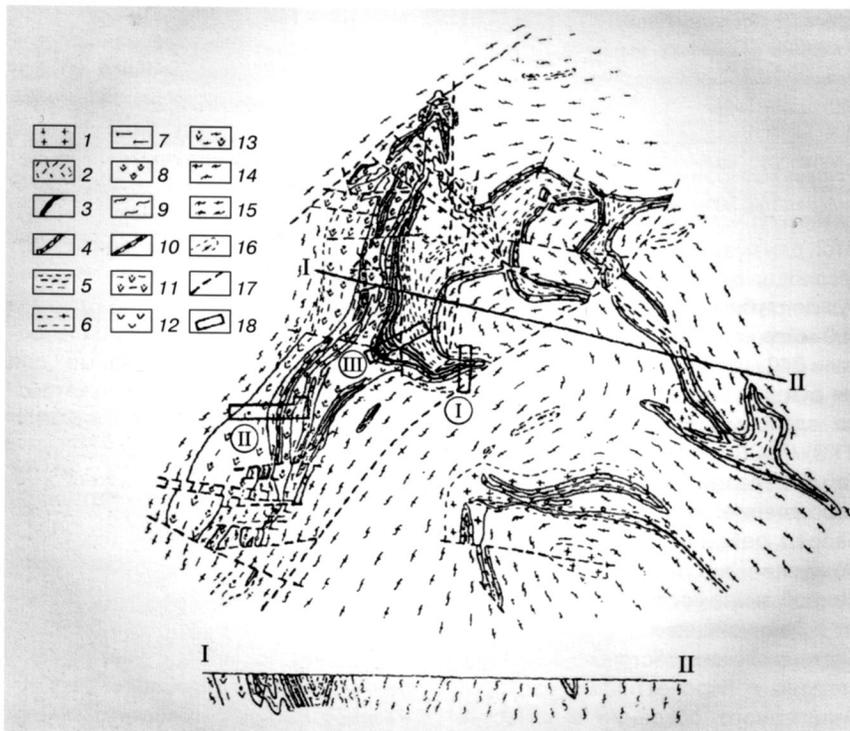


Рис. 1. Схема геологического строения Костомукшского рудного района:

1 — микроклиновые граниты; 2 — геллефлиты. Гимольская серия: 3 — магнетитовые кварциты; 4 — полимиктовые конгломераты; 5 — слоистые и ритмично-слоистые биотит-полевошпат-кварцевые и кварц-биотитовые сланцы; 6 — мигматиты плагиомикроклиновых и микролин-плагиоклазовых гранитов по кварц-биотитовым и биотит-кварцевым сланцам. Контокская серия. Рувинваарская свита: 7 — коматииты; 8 — метабазальты. Шурловаарская свита: 9 — слюдясто-кварц-плагиоклазовые сланцы по туффитам и туфам риодацитов; 10 — магнетитовые сланцы и кварциты. Ниемярвинская свита: 11 — метабазальты; 12 — нерасчлененные вулканы основного состава контоксской серии; 13 — мигматиты плагиомикроклиновых гранитов по метабазальтам. Ньюозерская толща: 14 — биотитовые, мусковитовые и двуслюдяные гнейсы. 15 — плагиогнейсограниты; 16 — супракустульные образования лопия нерасчлененные; 17 — тектонические нарушения; 18 — участки стратотипических разрезов

порядков, которые определяются различными этапами тектономагматической активизации. Они представлены долгоживущими, постоянно подновляемыми глубокофокусными разломными зонами разной ориентировки, определяющими металлогению района [6].

В Костомукшском районе рудопроявления золота встречаются в пределах всего Костомукшского рудного пояса и относятся к одному из перспективных типов золоторудных месторождений — золотосульфидно-кварцевому типу зеленокаменных поясов, связанных с железисто-кремнистыми формациями [9].

Геолого-структурные и вещественно-морфологические особенности золоторудных проявлений Костомукшского рудного района позволяют выявить гидротермальный генезис руд, образовавшихся при регенерации и переотложении рудного вещества вмещающих комплексов, несущих сингенетическое и ранее эпигенетическое оруденение.

Первый этап формирования золоторудных проявлений ассоциируется с гранитоидами (возраст 2,65 млрд лет) и контролируется субмеридиональными тектоническими структурами глубинного заложения. Для этого этапа характерны золото-кварцевый и золотопирит-кварцевый типы оруденения.

Второй, наиболее продуктивный, этап формирования руд связан с селецкими, микроклиновыми гранитами и рапаквивоподобными гранитами (возраст 2,45 млрд лет) и контролируется региональными северо-западными тектоническими зонами простирания. Такие трансструктурные протерозойские разрывные дислокации являются основным фактором размещения центров магматических проявлений (малые интрузии) и обуславливают высокую активность метасоматических процессов. Для этого типа характерен золотоарсенопирит-кварцевый тип оруденения.

Прогнозные ресурсы золоторудного проявления Луупеансуо (рис. 3) по категории P₁ составляет 125 т, что соответствует крупному по запасам золота рудопроявлению. Размер зерен золота — от 10 до 250 мкм (средний 42 мкм). Золото высокопробное, самородное, легко-

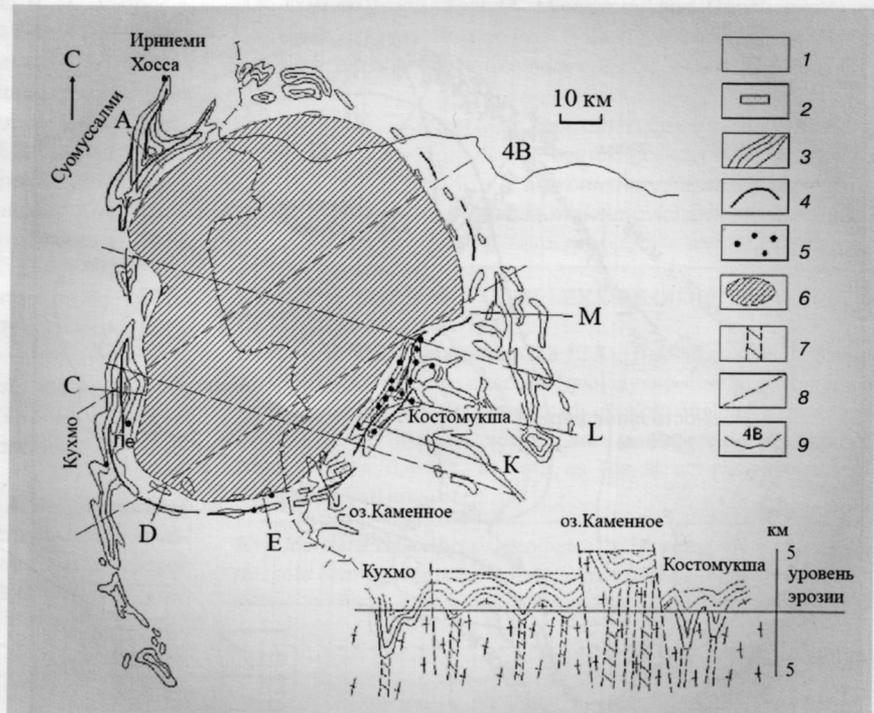


Рис. 2. Структурная схема площади развития Вокнаволоцкого блока архейских зеленокаменных поясов:

1 — гнейсограниты и тоналиты; 2 — дайки долеритов и габбро-долеритов; 3 — позднеархейские супракрупные толщи; 4 — архейские разломы; 5 — диатремы и дайки ультраосновных щелочных пород; 6 — Вокнаволоцкий блок; 7 — реконструируемые подводные каналы базальтов; 8 — протерозойские тектонические зоны; 9 — геолого-геофизический профиль 4В «М7»

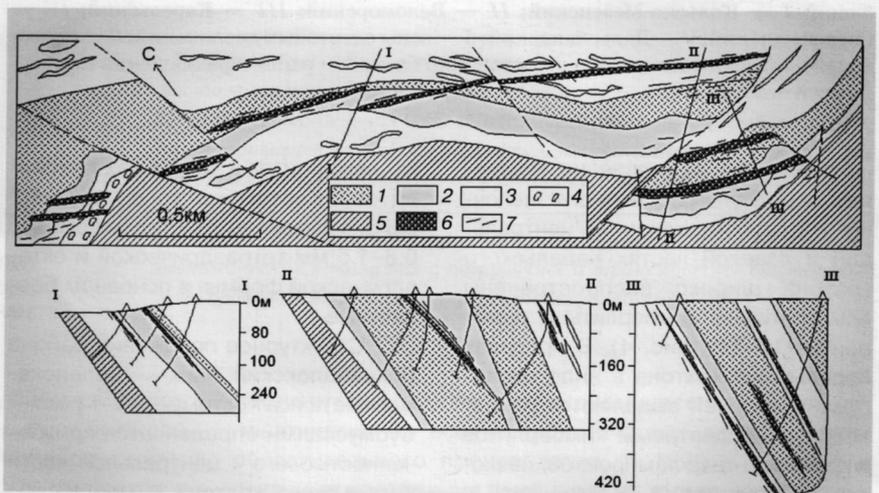


Рис. 3. Схема размещения золотого оруденения в южной части Костомукшского месторождения (рудопоявление золота Луупеансуо):

1 — риодациты (геллефлинты); 2 — магнетитовые кварциты; 3 — ритмично-слоистые слюдястые сланцы; 4 — конгломераты; 5 — базальты; 6 — установленная золоторудная минерализация; 7 — рудоконтролирующие тектонические зоны

обогатимое, что предполагает применение гравитационных, флотационных методов обогащения [10].

Для докембрия Фенноскандинавского щита с 1960–1970-х годов

приобретает большое значение выявленный кимберлитовый и лампроитовый магматизм. Геолого-минералогические, геофизические и изотопно-геохимические исследования,

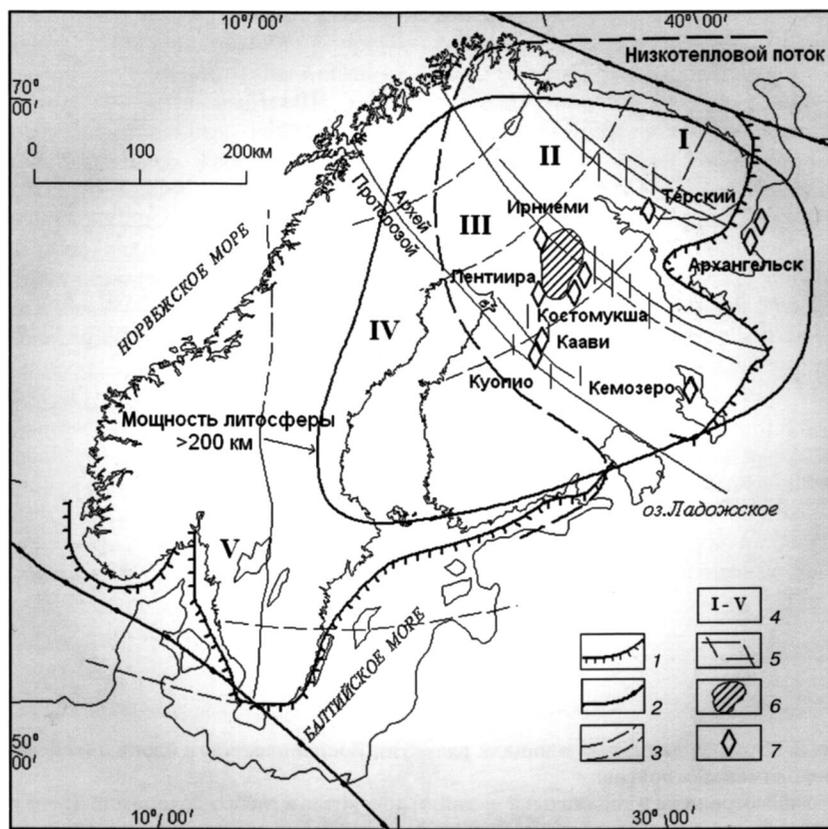


Рис. 4. Основные структурные элементы Фенноскандинавского щита (ФСС) и положение Фенно-Карельской лампроитовой и кимберлитовой провинции:

1 — граница платформенного чехла; 2 — краевые ограничения ФСС; 3 — системы осевых линий протерозойских тектонических напряжений ФСС; 4 — геоблоки: I — Кольско-Мезенский; II — Беломорский; III — Карельский; IV — Свекофеннский; V — Дальсландский; 5 — зоны сдвиговых дислокаций; 6 — палеоархейский гранулитовый Вокнаволоцкий блок; 7 — районы размещения кимберлитов и лампроитов

направленные на выявление и изучение пород ультраосновного щелочного ряда, показали, что в центральной и краевой частях Карельского кратона широко распространены алмазоносные кимберлиты и лампроиты [10–14] (рис. 4). В пределах Карельского кратона в виде изолированных полей выделяются разновозрастные диатремы кимберлитов и дайковые тела лампроитов: свекофеннского этапа (1,75 млрд лет) — Порьегубское и Кемозеро; рифейского (1,32 млрд лет) — Костомукшское, Леантиира, Ирниеми, Лапинсуо; палеозойского (0,59 и 0,44 млрд лет) Куопио-Каави. Алмазоносность кимберлитов и лампроитов подтверждена находением в них минералов-спутников алмазов и непосредственно наличием самих алмазов.

В Костомукшском рудном районе в многочисленных (более 100) дай-

ках лампроитов и диатремах кимберлитов Костомукшского рудного района выявлены кристаллы алмазов 0,8–1,5 мм тетраэдрической и октаэдрической формы, в основном бесцветные.

Структурное положение района Вокнаволоцкий блок — зеленокаменные пояса Костомукша — Кухмо — Суомуссалми определяется приуроченностью его к центральной части Карельского кратона с мощностью литосферы архейского кратона более 200 км и мощностью земной коры 40 км, что отвечает основным параметрам алмазоносных районов мира.

Сравнительный анализ тектонического развития Карельского кратона и алмазоносных провинций мира свидетельствует о большом сходстве основных геотектонических позиций, что позволяет выделить в восточной

части Фенноскандинавского щита Фенно-Карельскую кимберлитовую алмазоносную провинцию.

Таким образом, наличие крупнейшего на Фенноскандинавском щите Костомукшского железорудного месторождения, золотого и алмазного рудопроявлений свидетельствует о длительности, многоэтапности и закономерном сочетании процессов рудопроявления, способствовавших созданию условий для формирования крупных рудных концентраций, определяемых глубинными структурами, а также позволяет выделить Костомукшский рудный район как крупнейший комплексный рудный объект Республики Карелия.

Библиографический список

1. Чернов В. М., Инина К. А., Горьковец В. Я., Раевская М. Б. Вулканогенные железисто-кремнистые формации Карелии. — Петрозаводск : Карелия, 1970. — 285 с.
2. Лазарев Ю. И. Структурная и метаморфическая петрология железистых кварцитов Костомукшского месторождения. — Л., 1971. — 192 с.
3. Горьковец В. Я., Раевская М. Б., Белоусов Е. Ф., Инина К. А. Геология и металлогения района Костомукшского железорудного месторождения. — Петрозаводск : Карелия, 1981. — 143 с.
4. Горьковец В. Я., Раевская М. Б., Володичев О. И., Голованова Л. С. Геология и метаморфизм железисто-кремнистых формаций Карелии. — Л. : Наука, 1991. — 173 с.
5. Железорудная база России / под ред. В. П. Орлова. — М., 1998. — 842 с.
6. Горьковец В. Я., Раевская М. Б. Геология и рудоносность геологических формаций Костомукшского рудного района // Крупные и суперкрупные месторождения, закономерности размещения и условия образования. — М. : ОНЗ РАН, 2004. С. 95–109.
7. Общая стратиграфическая шкала нижнего докембрия России. — Апатиты: Изд-во КНЦ РАН, 2002. — 13 с.
8. Mutanen T., Huhma H. The 3,3 Ga Siurua trondhjemite gneiss in the Archaean Pudasjarvi Granulite Belt, northern Finland // Bulletin of the Geological of Finland. Vol. 5. P. 51–68.

9. Сафонов Ю. Г., Волков А. В., Горьковец В. Я., Митрофанов Г. Л., Серафкин И. Б. Золоторудный потенциал территории России и перспектива поисков крупных золоторудных месторождений рудных полезных ископаемых. Стратегические виды рудного сырья / под ред. Н. П. Лаверова, Ю. Г. Сафопова. — М.: ИГЕМ РАН, 2006. Т. 2. С. 241–270.
10. Горьковец В. Я., Раевская М. Б. Рудопоявление золота Луупеансуо (Костомукшский рудный район) // Геология и полезные ископаемые Карелии. — Петрозаводск, 2009. С. 48–59.
11. Проскуряков В. В., Увадьев Л. И. Лампроиты восточной части Балтийского щита // Изв. АН СССР, сер. геол., 1992. № 8. С. 65–75.
12. Богатииков О. А., Кононова В. А., Носова А. А., Кондрашов И. А. Кимберлиты и лампроиты Восточно-Европейской платформы: петрология и геохимия // Петрология. 2007. Т. 15, № 4. С. 339–360.
13. Богатииков О. А., Кононова В. А., Носова А. А., Каргин А. В. Полигенные источники кимберлитов, составы магм и алмазность (на примере Восточно-Европейской и Сибирской платформ) // Петрология. 2009. Т. 17, № 6. С. 651–671.

14. O'Brien Hugh, Tyni M. Mineralogy and Geochemistry of Kimberlites and Related from Finland // Proceedings of the 7th International Rimberrite Conference, Espoo. 1999. P. 625–636. **ГМ**

Горьковец Валентин Яковлевич,
e-mail: gorkovet@krc.karelia.ru

Максимович Лариса Андреевна,
e-mail: la.maksimovich@kostomuksha.ru

KOSTOMUKSHA AS A COMPLEX ORE OBJECT OF KARELIAN REPUBLIC

Gorkovets V. Ya., Maksimovich L. A., Raevskaya M. B.

There are presented the schemes of geology aspects of Kostomuksha mining region, development area of Voknavoloksky block of Archaean earth-stone zones, ore grade gold location of Kostomuksha deposit, as well as the structure elements of Fennoscandian area, etc.

Key words: Precambrian, geological structures, iron ore deposits, gold bearing ore occurrences, kimberlites, lamprorites.

ISSN 522.271.3.06

С. В. КОРНИЛКОВ, В. Л. ЯКОВЛЕВ (ИГД УрО РАН)

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ И ПЕРСПЕКТИВ РАЗВИТИЯ ГОРНЫХ РАБОТ В КАРЬЕРЕ ОАО «КАРЕЛЬСКИЙ ОКАТЫШ»



С. В. КОРНИЛКОВ,
директор,
проф.,
д-р техн. наук



В. Л. ЯКОВЛЕВ,
советник РАН,
чл.-корр. РАН

Рассмотрены основные положения эффективного развития Костомукшского ГОКа. Представлен процесс разработки железорудного месторождения ОАО «Карельский окатыш», включая проведение горных работ, схемы вскрытия, подготовку сырья к обогащению, применение различного оборудования и транспорта.

Ключевые слова: объемы производства, горные работы, технико-экономические показатели, погрузочное и транспортное оборудование, производительность, перспективы развития.

В отличие от большинства действующих в России, Украине и Казахстане железорудных карьеров большой глубины и производительности, интенсивное строительство и ввод в эксплуатацию которых относится к периоду конца 1950-х — началу 1960-х годов, Костомукшский карьер был сдан в эксплуатацию в 1982 г. Накопленный опыт проектирования и эксплуатации других карьеров, а также возможность использования достижений научно-технического прогресса, применения новых моделей бурового, выемочно-погрузочного и транспортного оборудования, высокая квалификация инженерно-технического персонала и работников комбината позволили с первых дней эксплуатации карьера

достигать высоких технико-экономических показателей практически на всех технологических линиях горно-обогатительного производства. К 1990 г. производственные достижения комбината не только не уступали, но в ряде случаев и превосходили соответствующие показатели других железорудных предприятий [1]. Так, производительность среднесписочного бурового станка СБШ-250МН достигла 38,4 тыс. м, экскаватора 1120 тыс. м³, самосвалов 144 тыс. м³ при средней грузоподъемности 108 т. При этом объемы добычи руды практически приблизились к проектным — 23,6 млн т, а вскрыши — превысили проектные (17,4 вместо 17 млн м³), в то время как на многих железорудных карьерах, в част-