

УДК 553.462576:550.812 (470.22)

МОЛИБДЕНОВОЕ МЕСТОРОЖДЕНИЕ ЛОБАШ – КРУПНЫЙ ПЕРСПЕКТИВНЫЙ ОБЪЕКТ В РЕСПУБЛИКЕ КАРЕЛИЯ

В. М. Тытык¹, П. В. Фролов²

¹ГУП РК «Карельская геологическая экспедиция»

²Институт геологии Карельского научного центра РАН

Приводятся обобщенные данные о крупном месторождении молибдена Лобаш в Центральной Карелии. Месторождение относится к группе эндогенных гидротермальных штокверковых объектов молибденовой формации. Объект представляет собой линейный штокверк зонального строения, приуроченный к неэродированной гранитной интрузии, находящейся на глубине более 100 м. Промышленная рудная залежь локализуется в ближайшем экзоконтакте над апикалью интрузии в толще зеленокаменных вулканогенных пород верхнего архея и прослеживается по простиранию на расстоянии более 2 км, при ширине порядка 600 м и мощности в осевой части 100–200 м и более. Руды месторождения являются прожилково-вкрапленными сульфидными монометалльными с рядовыми концентрациями (сред. 0,06–0,07 %) молибдена и относятся к легкообогатимым.

К л ю ч е в ы е с л о в а: Лобаш, месторождение, молибден, штокверк, руды, запасы.

V. M. Tytyk, P. V. Frolov. LOBASH MOLYBDENUM DEPOSIT: A BIG PROMISING ECONOMIC DEPOSIT IN THE REPUBLIC OF KARELIA

Data on the Lobash molybdenum deposit located in Central Karelia are summarized. It is an endogenous hydrothermal stockwork deposit of a molybdenum formation. It occurs as a large linear zonal-structured stockwork confined to a non-eroded granitic intrusion which occurs at a depth of over 100 m. The minable ore body is located at the nearest endocontact above the apical portion of the intrusion in Upper Archean greenstone volcanogenic rocks, and is traced along a strike length of over 2 km and across a width of 600 m and is at least 100–200 m thick in its axial portion. Lobash ore is of streaky-disseminated sulphide monometal type with routine molybdenum concentrations (average 0.06–0.07 %) and are readily dressed.

Key words: Lobash, deposit, molybdenum, stockwork, ores, reserves.

Восполнение и дальнейшее развитие минерально-сырьевой базы страны является одной из важнейших задач, стоящих перед геологической службой. Это относится и к сырьевой базе цветной металлургии, в том числе и к молибденовой промышленности, продукция которой имеет большое значение

для технического прогресса металлургии, машиностроения и других отраслей. По статистике, свыше 80 % всего добываемого молибдена потребляется в черной металлургии, где он используется в качестве легирующей добавки при производстве высококачественных сталей. Выпуск молибдена в России зна-

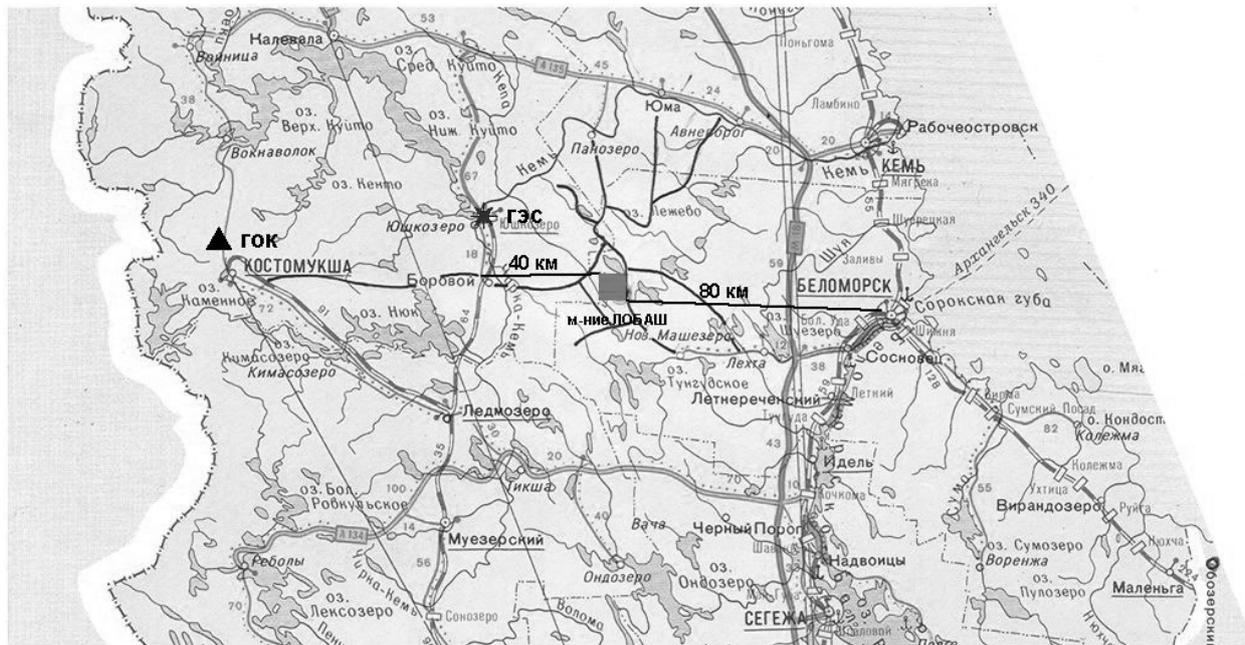


Рис. 1. Обзорная карта района с расположением месторождения Лобаш

чительно отстает от потребности в нем. В целом по стране валовый удельный расход молибдена на 1 тонну выплавляемой стали в 2,5–3 раза ниже, чем в развитых странах, где этот показатель составляет 260–270 г/т. Достижение этого уровня не может быть компенсировано ориентацией на большее потребление вольфрама, традиционное использование которого в нашей стране не обеспечивало должного качества выплавляемой стали. Кроме того, молибден заменяет вольфрам в металлургии с существенным экономическим эффектом [Покалов, 1984; Малая горная энциклопедия..., 2004].

Объем производства молибдена в России в последние годы обеспечивался несколькими действующими горнодобывающими предприятиями, сырьевые ресурсы которых неуклонно исчерпываются, и составлял менее половины потребности нашей промышленности, остальное покрывалось за счет импорта. В то же время Российская Федерация занимает одно из ведущих мест в мире по общим и разведанным запасам молибдена, преобладающая часть которых заключена в недрах Восточной Сибири – Красноярском и Забайкальском краях. Месторождение Лобаш, расположенное в Северо-Западном федеральном округе, может стать весьма экономически эффективным объектом добычи молибдена, учитывая его непосредственную близость к таким крупным потребителям, как Череповецкий (ОАО «Северсталь») и Новоли-

пецкий (ОАО «НЛМК») металлургические комбинаты, находящимся в европейской части страны, которые могут являться и потенциальными инвесторами, заинтересованными в реализации проекта разведки месторождения Лобаш.

Молибденовое месторождение Лобаш расположено в северо-западной части Беломорского района Республики Карелия (рис. 1).

Данный объект является типичным примером эндогенных гидротермальных штокверковых месторождений молибденовой формации [Покалов, 1984; Тытык, 1991; Минерально-сырьевая база..., 2006]. Месторождение пространственно и генетически связано с незродированной интрузией биотитовых среднезернистых порфиroidных гранитов и сопряженных с ней малых дайково-жильных тел лейкократовых мелкозернистых порфиroidных плагиогранитов и плагиогранит-порфиров. Молибденовый штокверк представляет собой массу горных пород, насыщенную прожилково-вкрапленным сульфидно-кварцевым материалом. Оруденение локализуется в ближнем экзоконтакте интрузии – в толще зеленокаменных кристаллических пород лопийского комплекса верхнего архея (рис. 2).

Молибденоворудный штокверк, как и материнская интрузия, имеет линейно-вытянутую форму и расположен в непосредственной близости от кровли массива (рис. 3, 4). Прослеживаясь над сводом кровли на расстоянии более

2 км, рудный штокверк охватывает, главным образом, экзоконтактовую надынтрузивную зону боковых пород и, в значительно меньшей мере, эндоконтактовую часть гранитов. В осевой части штокверка вертикальный размах геохимиче-

ского ореола молибденовой минерализации оценивается в 350–400 м. В пределах молибденоворудного штокверка выделяется промышленное рудное тело, представляющее собой сравнительно узкую (500–650 м) уплотненную

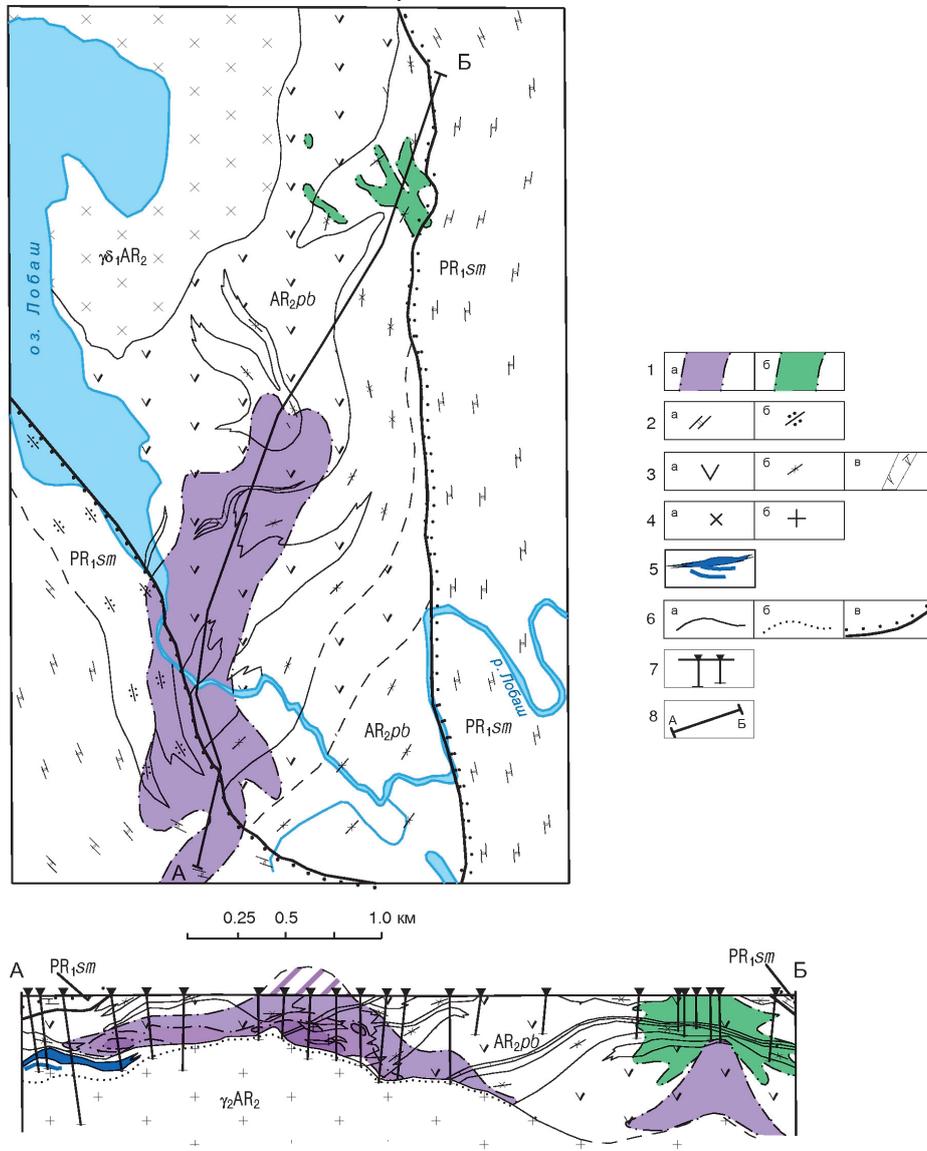


Рис. 2. Схематическая геологическая карта Лобашского рудного поля (сост. В. М. Тытык): 1. Молибденовое месторождение Лобаш (а), золоторудное месторождение Лобаш-1 (б). 2. PR1sm – нижний протерозой, сумийский надгоризонт: сланцы кварц-полевошпат-карбонатные серицит-хлоритсодержащие зеленовато-серые неравномерно-зернистые порфиробластические линзовидно-полосчатые (а); кварциты и кварцито-песчаники светло-серые мелкозернистые от массивных до сланцеватых нечеткополосчатых (б). 3. AR2pb – верхний архей, лопий, пелозерская серия нерасчлененная: измененные эффузивные и интрузивные (субвулканические) породы основного состава – метадиабазы, метагаббро-диабазы зеленые мелко- и среднезернистые массивные (а); сланцевая толща метавулканитов нерасчлененная – зеленоватые амфиболовые плагиосланцы, серые биотитовые кварц-плагиоклазовые сланцы по вулканитам основного и среднего состава, мелкозернистые неяснополосчатые (б); измененные эффузивные и интрузивные (субвулканические) породы кислого состава – липариты (плагиопорфиры) серые тонко- и крипозернистые массивные с отчетливой порфировой структурой (в). 4. $\gamma\delta_1AR_2$ – плагиограниты и гранодиориты биотитовые серые средне- и крупнозернистые порфировидные массивные (а); γ_2AR_2 – рудогенные граниты биотитовые светло-серые среднезернистые порфировидные массивные (б). 5. Жильные сульфидно-кварцевые тела крупных размеров. 6. Геологические границы установленные (а), предполагаемые (б), структурно-стратиграфических несогласий (в). 7. Буровые скважины. 8. Линия геологического разреза

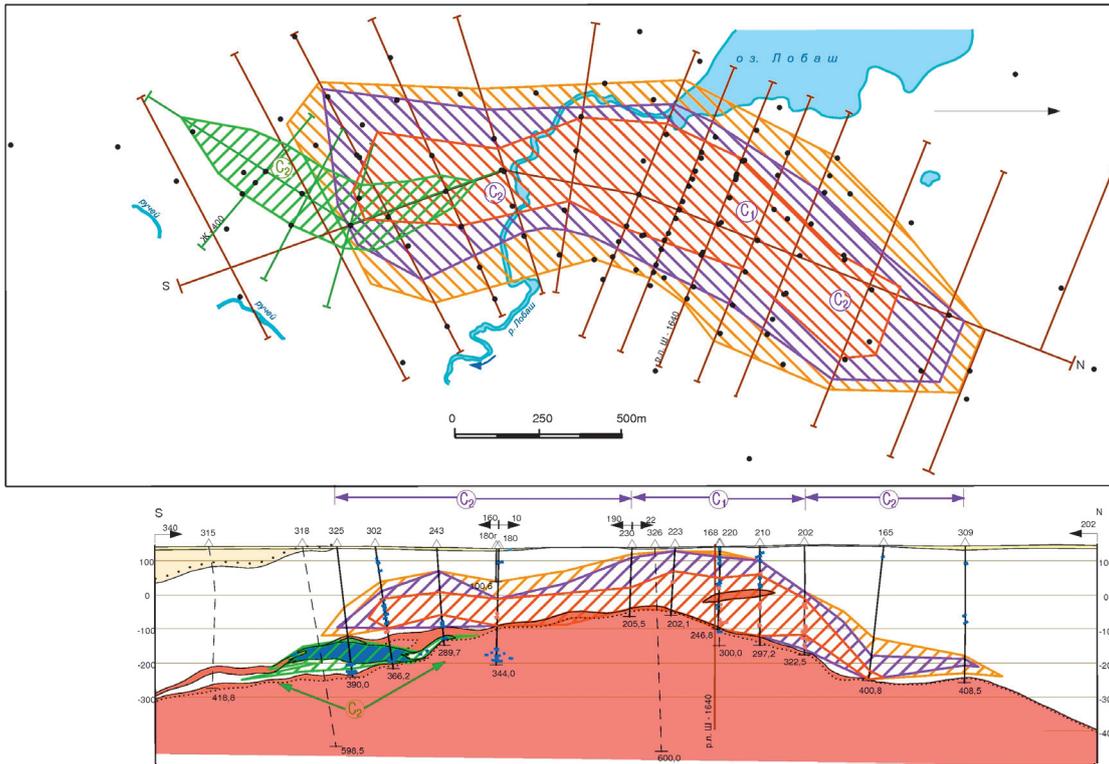


Рис. 3. Схематический план подсчета запасов и продольное вертикальное сечение рудной залежи по линии S-N месторождения Лобаш (условные обозначения – на рис. 4)

(100–200 м) залежь протяженностью более 2 км. Нижняя граница залежи в целом совпадает с поверхностью кровли гранитной интрузии, верхняя устанавливается по данным опробования. Рудная залежь, мощность которой в осевой части превосходит 200 м, по направлению к флангам постепенно выклинивается с одновременным снижением качества руд. Наиболее богатым и выдержанным оруденением характеризуется нижняя часть рудной залежи, где развита густая сеть рудных (молибденит, пирит, реже халькопирит и другие сульфиды) кварцевых прожилков. На флангах штокверковой залежи при крутом погружении склонов гранитного массива молибденовое оруденение резко «угасает», полностью выклиниваясь на коротком расстоянии; при пологом погружении склонов рудная залежь простирается на значительные расстояния от апикали материнской интрузии, постепенно расщепляясь на множество маломощных рудных тел и оруденелых участков до полного выклинивания.

При удалении от массива гранитов насыщенность боковых пород молибденитсодержащими прожилками постепенно снижается, происходит закономерная смена рудных минеральных ассоциаций: исчезает молибденит, пирит вытесняется пирротинном, который, наряду с халькопиритом, уже доминирует в пери-

ферийных частях штокверка, здесь же появляются галенит, сфалерит, золото, серебро (золоторудное месторождение Лобаш-1), что обусловлено рудно-метасоматической зональностью, характерной для данного типа месторождений (см. рис. 2).

На южном фланге месторождения под штокверковой рудной залежью на глубине 250–350 м буровыми скважинами вскрыто крупное жильное кварцевое тело с богатым гнездово-вкрапленным молибденовым оруденением жильного типа (см. рис. 3, 4). Кварцевая жила представляет собой полого залегающее, со склонением на север, линзообразное вытянутое в субмеридиональном направлении тело размерами 150–200 × 750 м и мощностью в осевой части до 40–60 м. Кварцевая жила сопровождается множеством оперяющих более мелких жил и прожилков, образуя обособленную от штокверкового оруденения кварцево-жильную рудную зону мощностью до 130 м и шириной до 300 м, прослеживающуюся на расстоянии около 1 км, с постепенным выклиниванием по направлению к флангам.

Штокверковые руды месторождения являются прожилково-вкрапленными сульфидными монометалльными с рядовыми концентрациями (0,7–0,1 %) молибдена и по своим технологическим свойствам относятся к легкообогащаемым. Извлечение молибдена в концентрат со-

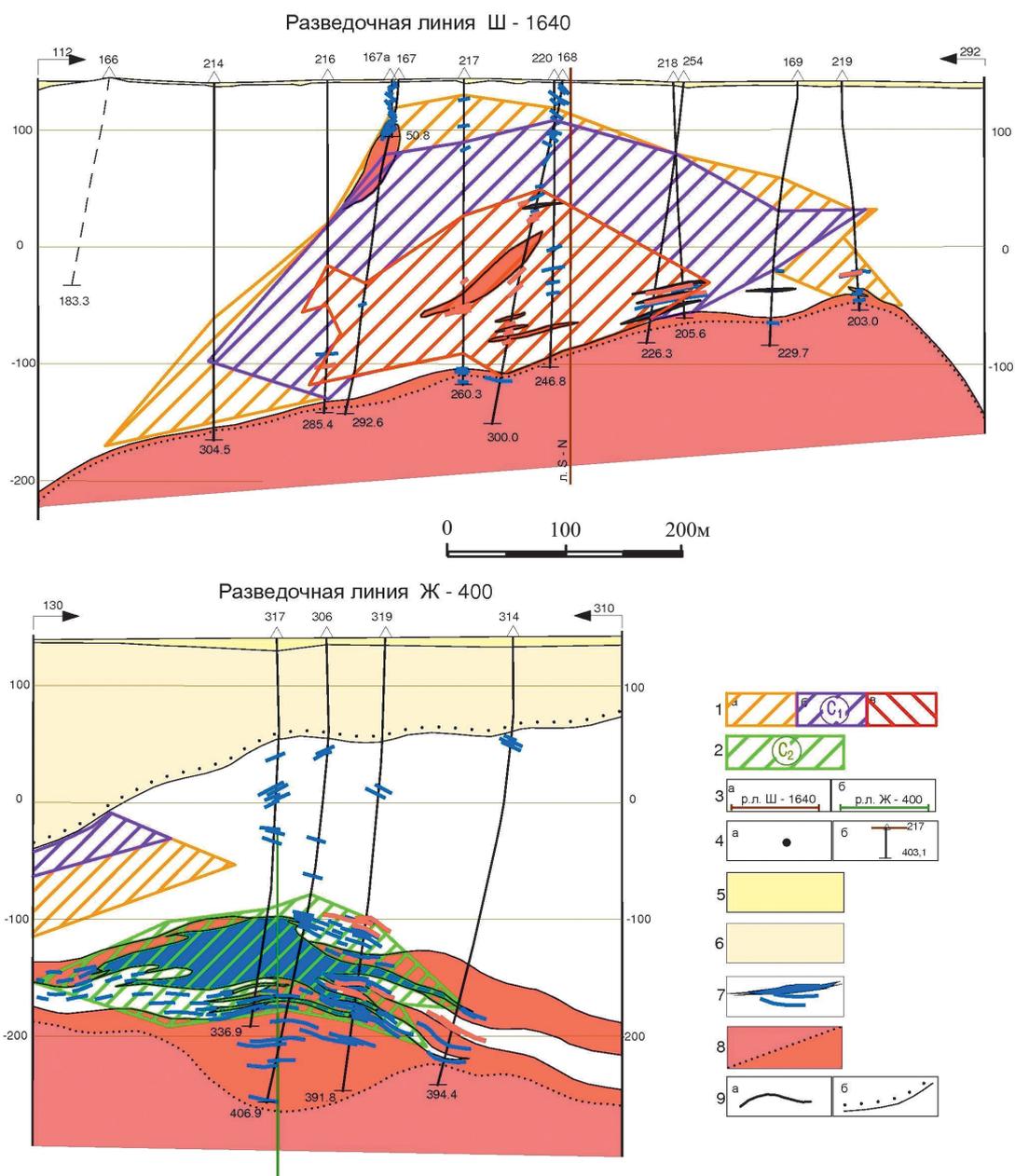


Рис. 4. Поперечные вертикальные сечения штокверковой рудной залежи по разведочной линии Ш-1640 и кварцево-жильной рудной залежи по разведочной линии Ж-400 месторождения Лобаш:

1. Границы штокверковой рудной залежи, оконтуренной по бортовому содержанию молибдена 0,02 % (а), 0,03 % (б), 0,05 % (в), и категория разведанности запасов; 2. Границы кварцево-жильной рудной зоны, оконтуренной по геологическим данным, и категория разведанности запасов; 3. Разведочные линии и их номера для штокверковой залежи (а), для жильной зоны (б); 4. Разведочные буровые скважины на плане (а), на разрезах, их номера и глубина в м (б); 5. Рыхлые четвертичные отложения, перекрывающие месторождение; 6. Скальные породы осадочно-терригенной толщи, перекрывающие месторождение; 7. Скальные породы зеленокаменной толщи, вмещающие штокверковые и жильные рудные тела; 8. Скальные породы гранитного массива, вмещающие и подстилающие штокверковые и жильные рудные тела; 9. Геологические границы между разновозрастными геологическими образованиями (а), они же, залегающие со стратиграфическим и структурным несогласием (б)

ставляет 86–96 % при содержании его в продукте 48–52 %. Кроме молибдена в отдельный концентрат извлекается в небольшом объеме медь, а также незначительное количество вольфрама. В качестве сопутствующих компонентов, повышенное содержание которых от-

мечается в молибденовом концентрате, могут рассматриваться висмут (>300 г/т), ниобий (>330 г/т), рений (15–55 г/т), осмий (~1 г/т).

Разведанные запасы поставлены на Государственный баланс (протокол ЦКЗ Мингео СССР от 14.02.1991 г. № 30) (табл. 1).

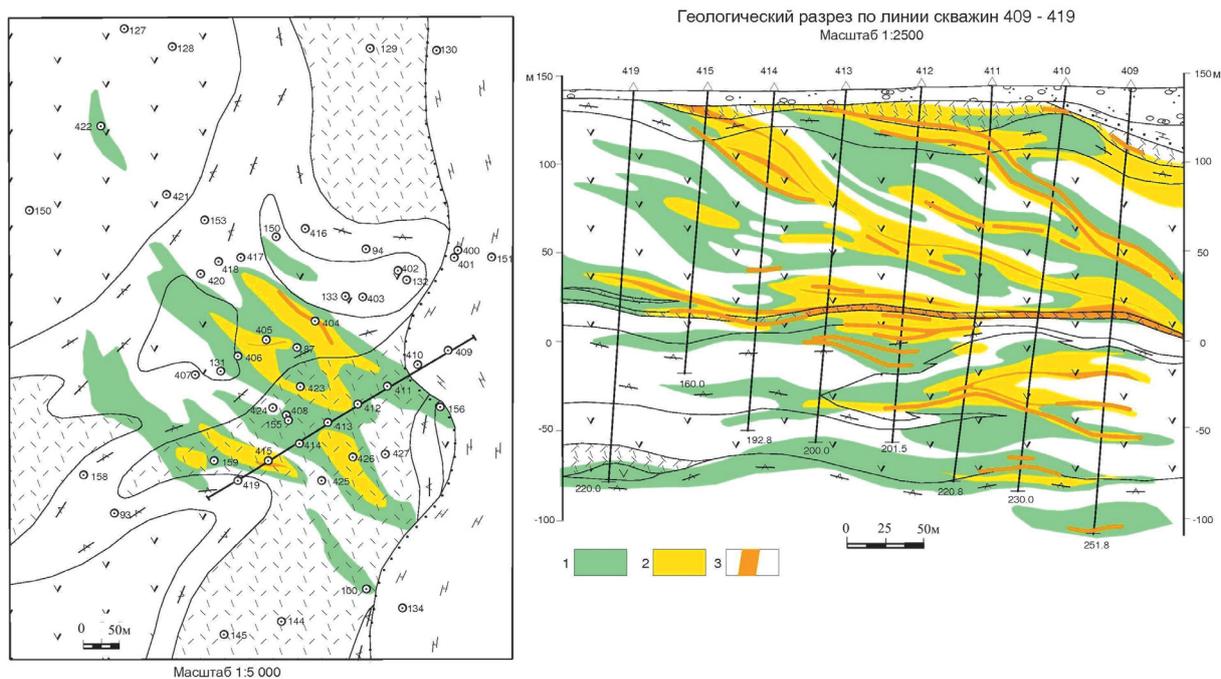


Рис. 5. Золоторудное месторождение Лобаш-1: 1. Минерализованные зоны ($Cu > 0,1 \%$); 2. Продуктивные зоны ($Au > 0,1 \text{ г/т}$); 3. Локальные золоторудные тела ($Au > 0,1 \text{ г/т}$); остальные условные обозначения – см. рис. 4

Таблица 1. Разведанные запасы

Запасы, содержание	Штокверковые руды			Кварцево-жильные руды
	балансовые		забалансовые	
	кат. С ₁	кат. С ₂		
Запасы руды, тыс. т	83418	121436	18466	3685
Запасы молибдена, тыс. т	56,9	71,2	7,0	3,7
Среднее содержание молибдена, %	0,068	0,059	0,038	0,102

Таблица 2. Основные параметры оценки

Показатель	Значение
Объем переработки руды, млн т/г	21,8
Срок эксплуатации месторождения, лет	10
Содержание Mo в руде, %	0,060
Извлечение Mo в концентрат, %	85
Содержание Mo в концентрате, %	50
Чистый выход металлургической переработки, %	98

Геологические запасы молибдена в кварцево-жильной зоне южного фланга месторождения оцениваются в 10,3 тыс. т с содержанием молибдена 0,138 % и коэффициентом рудоносности 0,4.

Всего в 1,5 км к северо-востоку от молибденового месторождения Лобаш расположено золоторудное месторождение Лобаш-1 (см. рис. 2). Руды месторождения Лобаш-1 по содержанию основных и попутных полезных компонентов относятся к комплексным золото-сульфид-

но-кварцевым (рис. 5). Оба объекта являются частью единой рудно-магматической системы Лобашской гранитной интрузии [Тытык, 1998].

Геолого-экономическая оценка молибденового месторождения Лобаш, выполненная в 2008 г., свидетельствует о рентабельности промышленной добычи и переработки руд месторождения. Результаты проведенного анализа свидетельствуют о том, что наилучшие показатели доходности проекта достигаются при использовании варианта с бортовым содержанием 0,03 % молибдена. Отработка месторождения открытым способом была признана наиболее экономически целесообразной ввиду относительно низкой стоимости добычи и незначительного коэффициента вскрыши для предлагаемого контура карьера. Отработка месторождения может вестись быстрыми темпами, что позволяет добиться оптимизации операционных затрат.

Таблица 3. Ключевые финансовые показатели проекта

Показатель	Значение
Себестоимость, US\$/т обогащенной руды	10,58
Операционные затраты, включая налог на добычу и другие налоги, US\$/т обогащенной руды	11,31
Операционные затраты, включая налог на добычу и другие налоги, US\$/фунт произведенного Mo	10,05
Первоначальные капитальные затраты, млн US\$	869,5
Суммарные капитальные затраты, млн US\$	894,1
Суммарный чистый денежный поток, млн US\$	923,8
Чистый дисконтированный доход (10 %), млн US\$	233,3
Внутренняя норма рентабельности, %	18,7
Срок окупаемости, лет	3,2

Ключевые предположения, экономические параметры оценки и основные финансовые показатели проекта представлены в таблицах 2, 3.

Месторождение Лобаш будет отнесено к разведанным и подготовленным для промышленного освоения только после утверждения запасов (балансовых и забалансовых) по данным разведки в установленном порядке. Ожидаемый прирост запасов кат. В+С₁ может быть получен в процессе проведения разведочных работ на месторождении Лобаш, как разница между имеющимися запасами кат. С₁+С₂ и будущими запасами, подсчитанными по завершении разведки. Прогнозируемый прирост запасов кат. В может составить 33 тыс. т молибдена при среднем содержании его в руде 0,07 %. Возможный прирост запасов кат. С₁ составит 88,5 тыс. т молибдена при среднем содержании его в руде 0,057 % и также будет получен путем перевода части запасов кат. С₂ в кат. С₁. Итого по завершении планируемой разведки геологические запасы промышленных категорий В+С₁ штокверковых руд с учетом ранее разведанных (кат. С₁ – 27 тыс. т) составят порядка 150 тыс. т, а с учетом оставшихся запасов кат. С₂ суммарные запасы молибдена в штокверковых рудах месторождения Лобаш составят около 155 тыс. т (0,060 % Мо).

По жильной зоне южного фланга месторождения прирост промышленных категорий геологических запасов в недрах пока не предусматривается. Прирост запасов кат. С₂ в объеме около 12 тыс. т ожидается за счет до-

разведки жильной зоны по простиранию и на флангах. Итого в жильных рудах прогнозируются запасы молибдена в объеме порядка 20 тыс. т при среднем его содержании в руде 0,125–0,150 %.

Возможность совместной подготовки промышленной инфраструктуры для молибденового месторождения Лобаш и золоторудного Лобаш-1 существенно увеличит инвестиционную привлекательность того и другого проектов. Потенциал месторождения Лобаш оценивается ориентировочно в объеме 170 тыс. т молибдена.

Литература

Опубликованная

Малая горная энциклопедия: в 3-х томах / Под ред. В. С. Белецкого. Донецк: Донбасс, 2004. Т. 1. 620 стр.; т. 2. 652 стр.

Минерально-сырьевая база Республики Карелия. Книга 1 / Отв. ред. В. П. Михайлов, В. Н. Аминов. Петрозаводск: Карелия, 2006. 280 стр.

Покалов В. Т. Поиски, разведка и оценка месторождений молибдена. М.: Недра, 1984. 196 стр.

Фондовая

Тытык В. М. Отчет Беломорской партии о результатах предварительной разведки месторождения Лобаш, проведенной в 1988–1991 гг. Петрозаводск: ТФГИ по СЗФО (Карельск. ф-л), 1991.

Тытык В. М. Отчет о результатах поисковых и поисково-оценочных работ на золоторудном месторождении Лобаш-1, проведенных в 1992–1997 гг. Петрозаводск: ТФГИ по СЗФО (Карельск. ф-л), 1998.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Тытык Владимир Михайлович

начальник Центральной партии
ГУП РК «Карельская геологическая экспедиция»
пр. А. Невского, 65, Петрозаводск, Республика Карелия,
Россия, 185030
эл. почта: tytyk.vladimir@yandex.ru
тел.: +79214651477

Фролов Петр Владимирович

научный сотрудник
Институт геологии Карельского научного центра РАН
ул. Пушкинская, 11, Петрозаводск, Республика Карелия,
Россия, 185910
эл. почта: pv.frolov@yandex.ru
тел.: +79218004150

Tytyk, Vladimir

State Unitary Enterprise of the Republic of Karelia
"Karelian Geological Expedition"
65 A. Nevsky St., 185030 Petrozavodsk, Karelia, Russia,
e-mail: tytyk.vladimir@yandex.ru
tel.: +79214651477

Frolov, Pyotr

Institute of Geology, Karelian Research Centre,
Russian Academy of Sciences
11 Pushkinskaya St., 185910 Petrozavodsk, Karelia, Russia
e-mail: pv.frolov@yandex.ru
tel.: +79218004150