

## НОВЫЕ ДАННЫЕ ПО РУДОНОСНОСТИ ПЕТРОКАМЕНСКОГО РУДНОГО УЗЛА (СРЕДНИЙ УРАЛ)

А.В. Коровко, В.П. Молошаг

Петрокаменский рудный узел охватывает одноименный тектонический блок площадью около 1000 кв. км на восточном склоне Среднего Урала, находящийся на широте гг. Н. Тагил и Невьянск в 14-40 км к востоку от них, ограниченный дивергентными разломами: с запада – Красноборским, с востока – Верхисетским. Южная часть Петрокаменского тектонического блока на широте сел Аятское и Конено находится в зоне долгоживущего Режевского глубинного широтного разлома, вдоль которого (и также к северу) находятся: восточнее – Сафьяновский, а к западу – Кировградский меднорудные узлы.

Петрокаменский тектонический блок, несмотря на интенсивную деструкцию, представляет собой сохранившийся фрагмент крупной рудно-вулcano-плутонической палеосистемы  $D_2$ , представленной на современном уровне ее «диагональным» срезом. Преимущественно в восточной части блока развиты эффузивные, эксплозивные и вулканогенно-обломочные образования башкарской свиты, сложенной в нижней части разреза преимущественно разностями порфировых базальтов (нижняя подсвита), а в верхней – порфировых андезитобазальтов, андезитов и дацитов (верхняя подсвита), которые представляют собой образования последовательно дифференцированной базальт-андезит-дацитово-формации калиево-натриевого типа. В западной части блока локализованы Петрокаменский и Шумихинский массивы габбро-

диорит-гранодиоритовой формации, образования которых комагматичны вулканитам башкарской свиты. Особенности геологического строения блока и условия локализации в его пределах медно-магнетитового оруденения в общих чертах рассмотрены в работе [Ведерников и др., 1989].

Данные последних лет уточняют представления о специфике состава и зональности локализации железо-меднорудного оруденения узла, особенно в его юго-восточной части в пределах Башкарской синклинали (синклинали). Последняя сложена образованиями башкарской свиты, находящимися в надинтрузивной позиции по отношению к Петрокаменскому и Шумихинскому габбро-диорит-гранитоидным массивам (рис. 1). Башкарская синклиналь на крыльях сложена вулканитами основного состава нижней подсвиты, а в ядерной части – преимущественно дацитоидами (см. рис. 1). К зоне контакта нижней и верхней подсвит приурочены основные объемы: 1) экструзивно-субвулканических образований основного, среднего и кислого состава и 2) железо-медно-скарнового оруденения, что позволяет рассматривать этот уровень как «основной рудоносный». Дацитоидные образования ядерной части Башкарской синклинали превращены в карбонат-кварц-серицитовые метасоматиты с интенсивной пиритной минерализацией, близкой к серноколчеданному подтипу.

На западном крыле Башкарской синкли-

# РУДООБРАЗОВАНИЕ

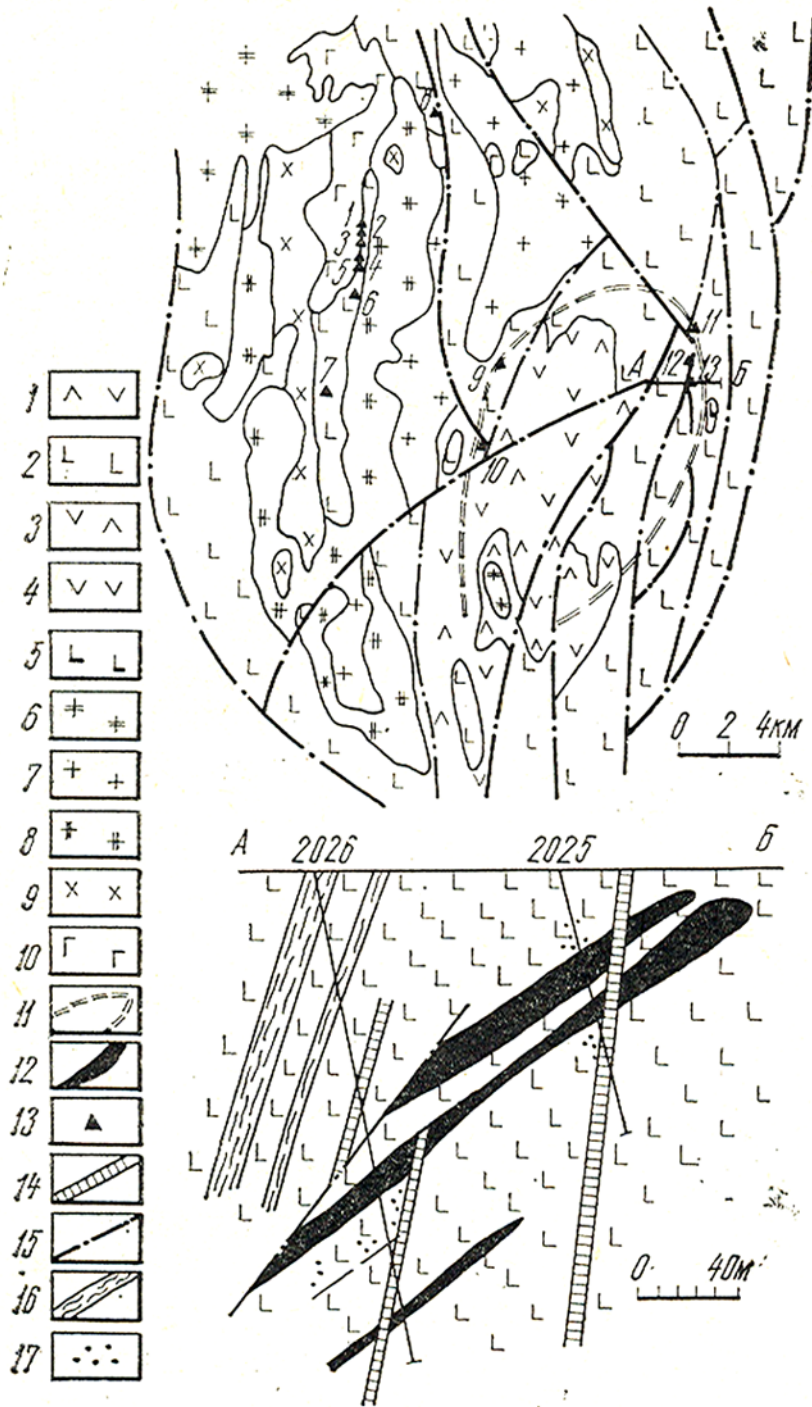


Рис. 1. Схематическая геологическая карта и разрез на участке Петрокаменского рудного узла.

1, 2 – породы башкарской толщи: 1 – верхняя подтолща, андезиты-базальты, андезиты, их туфы, туфы дацитов, прослои туфоалевролитов, кремнистых пород, 2 – нижняя подтолща, базальты порфириновые, их лавовые брекчии, туфы, прослои туфоалевролитов, туфопесчаников, туфогравелитов; 3-5: субвулканические породы: 3 – дациты, 4 – андезиты, 5 – базальты, 6 – гранодиориты тоналит-гранодиоритового формационного типа; 7-10 – породы петрокаменской серии: 7 – адамеллиты, 8 – гранодиориты, 9 – диориты, 10 – габбро; 11 – контур Саповской рудно-метасоматической системы; 12 – магнетитовая руда; 13 – железорудные месторождения и проявления (цифры на карте: 1 – Песочинское, 2 – Путиловское, 3 – Желтоглинское, 4 – Мионовское второе, 5 – Мионовское первое, 6 – Шумихинское, 7 – Верхнешумихинское, 8 – Ивановское, 9 – Медный рудник, 10 – Старосаповское, 11-13 – Старопаньшинское: 11 – северная зона, 12 – центральная зона, 13 – южная зона); 14 – жильные диабазы и базальты; 15 – разрывные нарушения; 16 – рассланцевание; 17 – сульфидная вкрапленность.

нали в юго-восточных экзоконтактах Петрокаменского и Шумихинского массивов находится Старосаповское рудное поле, где по базальтоидам широко развиты скарны и скарноиды переменного везувиан-гранат-карбонат-диопсид-кварц-эпидотового состава, среди которых локализовано медно-магнетитовое оруденение с известными Медным (Федьковским), Мингалевским и Старосаповским рудниками (см. рис. 1). На восточном крыле Башкарской синклинали на той же широте, что и Старосаповское, находится Старопаньшинское рудное поле, в северной части которого находится Старопаньшинское медно-магнетитовое месторождение (см. рис. 1).

Такая специфическая зональность строения Башкарской синклинали позволяет предполагать наличие в верховьях рр. Сап и Башкарка Саповской рудно-метасоматической палеосистемы  $D_2$ .

Старопаньшинское медно-магнетитовое месторождение принадлежит к железо-медному золотосодержащему скарновому геолого-промышленному типу с прожилково-вкрапленными борнит-халькопирит-магнетитовыми рудами. Старопаньшинское магнетитовое рудопоявление было открыто А.В. Коровко и Д.А. Двоглазовым в 1976 году в процессе проведения Исетской ГСП Среднеуральской ГРЭ работ ГДП-50 на Исетско-Аятской площади [Двоглазов и др., 1979] при установлении природы магнитных аномалий. На рекомендованном по результатам работ ГДП-50 Башкарском участке в 1977-1978 гг СУКГРЭ были проведены общие поиски магнетитовых руд, в процессе которых было установлено наличие промышленной меденосности в связи с сульфидно-магнетитовыми рудами [Цибизов и др., 1978]. Рудоносная зона Старопаньшинского месторождения меди отвечает линейной зоне компактного развития среди базальтоидных вулканогенно-обломочных пород нижнебашкарской подтолщи  $D_2b\delta_1$  комплекса комагматичных им экструзивно-субвулканических образований  $D_2$  основного состава: габбро-порфиринов и порфировидных габбро, порфировых базальтов – пироксеновых, плагиоклаз-пироксеновых и пироксен-плагиоклазовых, габбро-долеритов и долеритов, находящихся в сложных взаимоотношениях друг с другом и с вмещающими породами.

Экструзивно-субвулканические образования зоны последовательно претерпели следующие основные преобразования: 1) катаклаз, 2)

развитие сине-зеленой роговой обманки актинолитового ряда + эпидот (соссюрит) гидросиликатной скарноидной стадии, 3) катаклаз, 4) развитие магнетита (+пирит, пирротин, халькопирит), 5) катаклаз, 6) ограниченное развитие железистого карбоната с пылевидной вкрапленностью гематита (по магнетиту?, шлиф С-4/88), 7) развитие кварц-эпидотовых прожилков, 8) катаклаз, 9) развитие сульфидов (пирит, халькопирит, борнит) в ассоциации с новообразованным низкожелезистым «светлым» эпидотом+кварц, карбонат, хлорит, альбит, актинолит, 10) катаклаз, 11) карбонат-хлорит-эпидотовые ( $\pm$ кварц, альбит) прожилки и «пятна» до 2 мм в основной ткани породы, 12) катаклаз, 13) прожилки эпидота, 14) катаклаз, 15) прожилки пренита.

Для участков развития пятнисто-гнездовой вкрапленности халькопирита, борнита и пирита (до 3-5 %) на фоне общей амфиболитизации и соссюритизации характерно наличие локальной зональности: в центре «пятен» с развитием неправильных зерен халькопирита и борнита до 0,1-0,2 мм преимущественно развиты эпидот+кварц+карбонат+хлорит, ассоциация которых к периметру «пятна» (с уменьшением размера зерен халькопирита до пылевидных) постепенно сменяется на альбит+актинолит (шлиф С-4/66). Для участков развития пятнисто-гнездовой вкрапленности пирита, халькопирита и борнита (до 7-10 %) вдоль зон катаклаза амфиболитизированных и соссюритизированных пород характерно развитие новообразованного «светлого» эпидота, обычно вмещающего тонко-мелкозернистую ксеноморфную вкрапленность сульфидов участками (до 1-3 мм), переходящую в «амебовидные» агрегаты и «пятна» сидеронитовых структур (шлиф С-4/74).

Вмещающие рудную зону месторождения туфы и субвулканы основного состава подроблены и подвергнуты скарнированию и гидротермальной проработке. В рудной зоне западного падения скважинами вскрыты три линзообразных рудных тела, залегающие согласно с падением и простиранием рудной зоны, сопровождаемые мелкими линзами, прожилками и вкрапленностью рудных минералов. Длина рудных тел по падению до 150-200, мощность 3-8 м. Безрудные прослои в рудной зоне (мощность от 1 до 10 м) представлены амфибол-эпидотовыми породами с участками эпидотизированных, амфиболитизированных вмещающих пород. Вниз по падению в рудной зоне нарастает серицитизация, окварцевание, хлори-

## РУДООБРАЗОВАНИЕ

тизация и карбонатизация (скв. 2026, 2744). Вокруг рудных зон наблюдается слабая амфиболитизация и эпидотизация вмещающих пород.

Рудные тела состоят из густовкрапленных руд в центре рудных зон с маломощными прослоями (до 20-30 см) массивных магнетитовых руд и прожилково-вкрапленных, вкрапленных магнетитовых руд – по краям рудных тел и на флангах. Руды состоят из магнетита (15-80 %), редкой вкрапленности сульфидов и нерудных минералов: эпидота, амфибола. Вниз по падению магнетитовые руды переходят в сульфидно-магнетитовые (скважины Д1-2026, Ц-2744) со следующей ассоциацией минералов: магнетит (10-15 %), пирротин (до 70 %), пирит (10-70 %), мушкетовит, халькопирит, реже встречаются арсенопирит, молибденит, ковеллин, гематит, золото, марказит, мельниковит, пентландит. Нерудные минералы представлены серицитом, кварцем, карбонатом, хлоритом.

По наблюдениям в аншлифах по скважинам Д1-2024-2026 выделяется две генерации магнетита и три генерации пирита. Магнетит первой генерации развивается по катаклазированным туфам, туффитам и субвулканитам в виде линзочек, шпировых обособлений, прожилков. Микроскопически – это агрегаты идиоморфных зерен и петельчатые выделения вокруг нерудных минералов. В магнетите первой генерации развиты эмульсионные выделения пирита первой генерации. Вниз по падению в рудных телах наблюдается следующая последовательная смена ассоциаций рудных минералов. Вначале в магнетитовой руде появляются мушкетовит и пирротин, количество которых увеличивается от единичных зерен до сплошных масс. Пирротин затем сменяется пиритом второй генерации (пирит с розоватым оттенком), халькопиритом, магнетитом второй генерации с незначительным количеством арсенопирита,

молибденита, пентландита, золота, марказита. Здесь же развивается пирит третьей генерации по трещинам в магнетите, пирите, пирротине. Количество знаков золота увеличивается от одного (скважина Д1-2024) до трех (скважина Д1-2026).

Сульфидно-магнетитовые руды по данным спектральных анализов [Цибизов и др., 1978; Двоглазов и др., 1979] содержат (масс. %): медь – 0,7-1,0, цинк – 0,05-0,5, свинец – 0,003-0,005, кобальт – 0,05-0,07, никель – 0,05-0,07, молибден – до 0,001, теллур – 0,001, серебро – 0,001. Химический состав магнетитового концентрата магнетитовых руд (скважина Д1-2025, интервал 40,5-43,5 м, скважина Д1-2026, интервал 129,7-132,4 м, %): валового железа – 65,5-66,87, закиси железа – 29, 17-29,59, двуокиси титана – 0,08-0,22, глинозема – 0,37-0,57, кремнезема – 1,7-2,0, окиси марганца – 0,01, окиси магния – 0,3-0,46, окиси кальция – 0,38-0,99, окиси натрия < 0,02, окиси калия < 0,02, пятиокиси фосфора – 0,011-0,023, окиси хрома – 0,01-0,02, пятиокиси ванадия – 0,03, окиси кобальта – 0,01, окиси цинка – 0,01 [Двоглазов и др., 1979]. Содержания отдельных элементов по данным нейтронно-активационного анализа в концентратах сульфидно-магнетитовых руд приведены в табл. 1.

Полученные данные свидетельствуют о том, что оруденение зоны в пределах северного блока представлено густовкрапленной, гнездовой, полосчатой (до густовкрапленных и почти массивных разностей) магнетитовой минерализацией, с которой пространственно ассоциирует более поздняя прожилково-гнездововкрапленная сульфидная, преимущественно халькопиритовая минерализация. В периферийных частях магнетитовых тел и по их периметру как вверх по восстанию, так и вниз по падению, а так же по простиранию на север и на юг суль-

Таблица 1

**Содержания элементов ( $\times 10^{-3}$  %) и золота (г/т)  
в концентратах сульфидно-магнетитовых руд  
по данным нейтронно-активационного анализа [Д.А. Двоглазов и др., 1979]**

Скважина	Состав	Никель	Кобальт	Цинк	Медь	Серебро	Золото
2025	магнетит	10	3	50	3	0	0,067
2026	магнетит	3	2	30	7	0	0,147
2026	пирротин	30	70	50	700	0,3	
2026	пирит	50	700	50	700	0,5	0,29
2026	пирит + халькопирит	10	500	500	71000	10	
2026	пирротин + гематит	70	500	100	700	0,5	0,262
2026	«хвосты»	1	7	10	30	0	0,144

фидная медьсодержащая (син- и постмагнетитовая) минерализация начинает преобладать.

В плоскости скважин С-2-С-4 наиболее изученного разреза северного блока месторождения выдержанная рудная зона месторождения мощностью 30-65 м имеет относительно пологое падение на ЮЗ и общее скатывание на юг. Рудная зона представляет собой зону интенсивной гидротермальной проработки гидросиликатной скарноидной формации, проявленную вдоль тектонически ослабленной зоны брекчирования среди пород основного состава [Коровко, Двоеглазов, 1986]. Вдоль нее развиваются роговообманковые (актинолитового ряда) метасоматиты, в составе которых вверх по восстанию и в стороны от центра увеличивается количество эпидота и появляются парагенезисы с альбитом. В лежащем боку рудной зоны развиты более поздние серицит-кварц-карбонат-хлоритовые метасоматиты с более низкой плотностью.

Медно-магнетитовые руды, вскрытые скважиной С-4 в интервале глубин 59,8-61,6 м, представлены брекчиевидной-комковато-полосчатыми (под углом около 45° к оси зерна) массивными магнетитовыми рудами с гнездами и секущими прожилками сульфидов. В равномерном-зернистом (с частично корродированными краями зерен) магнетите развита гнездовая желвакообразная вкрапленность (до 1-3 мм) раннего халькопирита I, а затем и, в свою очередь, халькопирит и магнетит рассекаются нитевидными прожилками (до 0,01-1 мм) нерудных минералов с единичными ксеноморфными зернами борнита (аншлиф С-4/61,2), которые в отдельных случаях сопровождаются зернами (до 0,5 мм) линнеита  $\text{Co}_3\text{S}_4$  (аншлиф С-4/60).

Медные прожилково-вкрапленные и вкрапленные руды, вскрытые скважиной С-4 в интервале глубин 72,7-75,3 м, имеют преимущественно борнит-халькопиритовый состав при подчиненной роли пирита. Во включениях в борните отмечены (до 0,1 мм): 1) сростки халькопирита I и карролита  $\text{CuCo}_3\text{S}_4$  (по которым развит халькозин, аншлиф С-4/74), 2) идиоморфные и корродированные вросстки и сростки меренскиита  $\text{PdTe}_2$  (?) и мейченерита  $\text{PdTeBi}$  (?) (аншлиф С-4/73). В поздних хлорит-кварц-карбо-

натных прожилках, содержащих реликты халькопирита I и борнита, в виде изолированных ксеноморфных зерен присутствуют галенит (до 50 микрон) и самородное золото (до 20 микрон, аншлиф С-4/73). Для северного блока Старопаньшинского месторождения в плоскости сечения скважин С-2-С-4 в общем виде устанавливается следующая последовательность и стадийность формирования рудных минералов: 1) магнетит I, пирит I → 2) мушкетовит, пирротин → 3) магнетит II, пирит II (розоватый кобальтоносный), халькопирит I ± арсенопирит, молибденит, пентландит → 4) карролит, меренскиит, мейчнерит → 5) пирит III, халькопирит II, борнит, линнеит, халькозин → 6) марказит, халькопирит III, галенит, самородное золото. В скарновых медномагнетитовых рудах Старосаповского рудного поля (скважины С-1, С-3) устанавливается аналогичный характер минерального состава, последовательности и стадийности рудоотложения.

Наличие свободного золота в скарново-медно-магнетитовых рудах Старосаповского и Старопаньшинского рудных полей свидетельствует о существенной роли этих образований (в процессе их выветривания и эрозии) Петрокаменского рудного узла в формировании богатых россыпей золота бассейнов рек Сап и Аят. Присутствие теллуридов и висмутеллуридов палладия в скарново-медно-магнетитовых рудах Старосаповского и Старопаньшинского рудных полей свидетельствует о необходимости дальнейшего и углубленного изучения характера и объема платиноидной минерализации, в том числе и в гипергенных и четвертичных образованиях Петрокаменского рудного узла. В случае выявления промышленных содержаний платиноидов и возможности и целесообразности их извлечения (в том числе и попутного) может существенно возрасти экономическая значимость рудных объектов рудного узла.

#### *Список литературы*

*Ведерников В.В., Смирнов В.Н., Двоеглазов Д.А.* Петрокаменский рудный узел // Скарново-магнетитовая формация Урала: Средний и Южный Урал. Свердловск: УрО АН СССР, 1989. С. 161-167.