

## ТИПЫ ЗОЛОТО-ПЛАТИНОНОСНЫХ РУДОВМЕЩАЮЩИХ СИСТЕМ МИХАЙЛОВСКОГО ЖЕЛЕЗОРУДНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ КМА

Н. М. Чернышов, Н. В. Попкова\*

*Воронежский государственный университет (ВГУ)*

*\*ОАО «Михайловский горно-обогатительный комбинат», г. Железногорск Курской области*

Истощение разведанных запасов золота и платиноидов в последнее десятилетие резко обозначило проблему поисков новых нетрадиционных источников. Таким источником благородных металлов в нашей стране могут стать некоторые типы железных руд и продукты их обогащения. Проблема использования железорудного сырья и продуктов их переработки в качестве альтернативного источника благородных металлов имеет важное экономическое значение для России. В пределах Михайловского железорудного месторождения КМА выделено четыре генетических типа золото-платиноносных рудовмещающих систем, ассоциирующих с различными метаморфогенно- и гипергенно-метасоматическими образованиями. Составлена схема их размещения и определены объекты попутной и селективной добычи благородных металлов. Приведены новые данные о характере распределения в этих типах благородных металлов и минеральных форм их нахождения.

В конце XX века в России произошло коренное изменение геоэкономической стратегии развития страны, что не могло не отразиться на состоянии ее минерально-сырьевой базы, объемов выполнения геологоразведочных работ, в том числе и в золото- и платинодобывающей отрасли. Истощение разведанных запасов золота и платиноидов, а также растущие потребности в благородных металлах, резко обозначили проблему поисков их новых нетрадиционных источников. Таким новым нетрадиционным для нашей страны источником названных металлов могут стать некоторые типы железных руд и продукты их обогащения. Особое значение в качестве источника благородных металлов могут иметь докембрийские железистые кварциты, слагающие крупные и уникальные месторождения, обеспечивающие 58 % мировой добычи железных руд [10].

Комплексное использование минерально-сырьевых ресурсов — одна из слабо разработанных проблем российской экономики. Коэффициент использования извлекаемой из недр горной массы в горнорудной промышленности составляет не более 10 % [9].

Курская магнитная аномалия (КМА) — один из крупнейших железорудных бассейнов мира — является основным источником добычи железных руд в России. Проблема использования железорудного сырья и продуктов их переработки в качестве альтернативного источника бла-

городных металлов имеет важное экономическое значение для района КМА.

Бассейн КМА находится в пределах Воронежского кристаллического массива (ВКМ), который является основанием одноименной антеклизы и представляет собой поднятие фундамента Восточно-Европейской платформы, погребенное под породами осадочного чехла. ВКМ ограничен с севера и северо-востока системой грабенообразных авлакогенов. С юга массив обрамляется Днепровско-Донецкой, с запада — Оршанской и с востока — Прикаспийской впадинами. В составе ВКМ выделяют два мегаблока, неоднородных по составу, особенностям глубинного строения и степени метаморфизма: западный — Курский и восточный — Хоперский, разделяющиеся Лосевской шовной зоной [4]. Бассейн КМА занимает площадь Курского мегаблока.

К основным структурным элементам кристаллического фундамента района КМА можно отнести три типа геотектонических сооружений: 1) раннеархейские гнейсово-мигматитовые и гранулитовые блоки; 2) позднеархейские гранит-зеленокаменные пояса; 3) раннепротерозойские подвижные пояса.

Первые из них сложены глубокометаморфизованными и интенсивно дислоцированными толщами пород обоянской серии и ультрамафитами бесединского интрузивного комплекса. Образования блоков раннеархейской консолидации составляют «комплекс основания», на

котором закладывались поздние гранит-зеленокаменные подвижные пояса.

Позднеархейские зеленокаменные и раннепротерозойские подвижные пояса представляют собой пространственно сопряженные, унаследованно развивающиеся структуры — зеленокаменные серии или области [5]. В строении зеленокаменных поясов преобладают вулканы основного и в меньшей мере ультраосновного (коматиитового) состава (михайловская серия), в обрамлении развиты гранитоидные интрузии. Раннепротерозойские подвижные пояса представляют собой грабен-синклинальные сложноскладчатые сооружения, преимущественно рифтогенного происхождения, наследующие структуру позднеархейских гранит-зеленокаменных поясов. Подвижные пояса выполнены терригенными, карбонатно-терригенными, железисто-кремнистыми, вулканогенными формациями (курская и оскольская серии). Архейские и протерозойские в различной степени метаморфизованные отложения прорваны разными по составу и возрасту интрузиями.

В пределах Курского мегаблока выделяется три унаследованно совмещенных пояса: Крупецко-Криворожский, Белгородско-Михайловский и Орловско-Тимский с высокой концентрацией железистых кварцитов. Докембрийские структурные образования перекрыты фанерозойскими породами осадочного чехла. В основании платформенного чехла залегают коры выветривания пород кристаллического фундамента.

Михайловский рудный узел находится в северо-западной части Белгородско-Михайловского подвижного пояса. Его рудное поле отвечает Михайловской грабен-синклинальной структуре. Михайловский рудный узел, уникальным объектом которого является Михайловское железорудное месторождение, относится к одному из наиболее продуктивных районов КМА на железорудное сырье.

В геологическом строении Михайловского рудного узла и месторождения принимают участие метаморфические образования трех серий: михайловской ( $AR_2$ ) позднеархейского, курской ( $PR_1$ ) и оскольской ( $PR_1$ ) раннепротерозойского возрастов, а также осадочные толщи чехла Восточно-Европейской платформы.

## 1. МИХАЙЛОВСКАЯ СЕРИЯ

*Александровская свита* ( $AR_2al$ ) михайловской серии развита на его западном фланге. В ее со-

ставе преобладают ортоамфиболиты с прослоями ортосланцев биотит-плагиоклаз-амфиболовых, метакоматиитов, кварцито-песчаников, магнетитовых кварцитов, кристаллических сланцев, биотит-роговообманковых гнейсов. Породы александровской свиты имеют вулканогенно-осадочный генезис, претерпели амфиболитовую фацию регионального метаморфизма, мигматизированы и гранитизированы.

## 2. КУРСКАЯ СЕРИЯ

*Стойленская свита* ( $PR_1st$ ) подразделяется на нижнюю подсвиту ( $PR_1st_1$ ), сложенную кварцевыми метапесчаниками с прослоями филлитовидных серицито-кварцевых и кварц-серицито-хлоритовых сланцев, и верхнюю подсвиту. Верхняя подсвита ( $PR_1st_2$ ) стойленской свиты является подстилающей по отношению к железорудной толще. Представлена она ритмично слоистой толщей углистых хлорит-серицито-кварцевых сланцев с подчиненными прослоями метаморфизованных песчаников. В приконтактной части с железорудной толщей среди сланцев появляются прослой безрудных кварцитов.

Углеродистые хлорит-серицит-кварцевые сланцы содержат 0,27—1,84 % свободного углерода. Переход от сланцев к железорудной толще постепенный. В переходной зоне мощностью 20—30 м содержатся прослой безрудных и малорудных кварцитов.

*Коробовская свита* ( $PR_1kr$ ) подразделяется снизу вверх на подсвиты: нижнюю железорудную, междрудную сланцевую, верхнюю железорудную и верхнюю сланцевую.

Нижняя железорудная подсвита ( $PR_1kr_1$ ) слагает Веретенинскую залежь, являющуюся в настоящее время объектом промышленной отработки. В ее разрезе выделяются безрудные и малорудные, карбонатно-магнетитовые, магнетитовые, гематит-магнетитовые, магнетит-гематитовые и гематитовые железистые кварциты. Мощность подсвиты — 800—830 м. Подсвита состоит из четырех пачек. Первая (нижняя) сложена карбонатно-магнетитовыми, магнетитовыми и гематит-магнетитовыми, малорудными и безрудными кварцитами. Мощность пачки 80—300 м. В ее низах залегают горизонт (3—50 м) безрудных и малорудных кварцитов, переслаивающихся с прослоями серицито-кварцевых и серицито-кварцево-карбонатных сланцев. Вторая пачка представлена магнетит-гематитовыми кварцитами. Мощность — 170—300 м. Третья

пачка мощностью 150—400 м сложена гематит-магнетитовыми кварцитами, среди которых выделяется два пласта (20—70 м) магнетит-гематитовых. Четвертая (верхняя) пачка представляет собой переслаивание магнетитовых (3 пласта) и гематит-магнетитовых кварцитов (2 пласта). В ее составе выделяется пласт гематитовых краснополосчатых кварцитов. Мощность пачки 210—280 м.

Нижняя (межрудная) сланцевая подсвита ( $PR_1kr_2$ ) представлена углеродисто-кварц-серицитовыми и углеродисто-хлорит-серицит-кварцевыми сланцами. Состав: серицит (30—70 %), углистое вещество (5—10 %), кварц (до 50 %), хлорит (до 5—10 %) и карбонаты (до 10—15 %). Мощность подсвиты — 90—140 м.

Верхняя железорудная подсвита ( $PR_1kr_3$ ) слагает Остаповскую железорудную залежь, расположенную южнее Веретенинской. Сложена она магнетитовыми кварцитами, залегающими согласно на сланцах  $PR_1kr_2$ . Переход от сланцев к железистым кварцитам постепенный через пласт малорудных кварцитов. Мощность подсвиты — 250—300 м.

Верхняя сланцевая подсвита ( $PR_1kr_4$ ) мощностью до 40 м сложена углеродисто-серицит-кварцевыми и серицит-кварцевыми сланцами, аналогичными породам нижней сланцевой подсвиты.

### 3. ОСКОЛЬСКАЯ СЕРИЯ

*Роговская свита* ( $PR_1rg$ ). Образования роговской свиты фрагментарно развиты в южной и северо-восточной частях Михайловского рудного узла и представлены ритмичными толщами терригенно-карбонатных пород. Расчленена она на две подсвиты: нижнюю и верхнюю.

*Курбакинская свита* ( $PR_1k$ ) подразделяется на нижнюю терригенную и верхнюю - туфогенно-осадочную подсвиты. Железорудная толща Михайловского месторождения перекрывается со стратиграфическим несогласием отложениями нижней подсвиты.

Нижняя подсвита ( $PR_1kb_1$ ) курбакинской свиты представлена конгломерато-брекчиями железистых кварцитов, сланцами, полимиктовыми песчаниками, конгломератами, маломощными горизонтами кварцевых порфиров. Верхние пачки сложены мелко-среднегалечными конгломератами гематитовых краснополосчатых кварцитов, кварцевых порфиров, кварцито-песчаников. Мощность ее колеблется от 60 до 270 м.

Верхняя подсвита ( $PR_1kb_2$ ) мощностью более 150 м представлена метапесчаниками с прослоями метаалевролитов и кварц-хлорит-серицитовых сланцев.

На протяжении ряда десятилетий Михайловский рудный узел рассматривался как исключительно важный железорудный объект. В последние 10—15 лет в связи с выявлением на его площади многочисленных разномасштабных рудопроявлений и точек минерализации с золото-платинометалльным оруденением, большинство которых сконцентрировано в пределах карьерного поля Михайловского горно-обогатительного комбината (ГОКа), исследования были направлены на выявление закономерностей структурно-вещественных факторов размещения золото- и золото-платиносодержащих рудообразующих систем.

В формировании докембрийских рудообразующих систем Михайловского рудного узла наряду с процессами седиментогенеза, магматизма, тектонических деформаций, метаморфизма весьма существенную роль сыграли разнообразные процессы метасоматических преобразований, во многом определившие их структурно-вещественные особенности, а также распределение и перераспределение рудного вещества.

Михайловское месторождение благородно-металлоносных железистых кварцитов представляет собой зональный, сложно построенный, многостадийный структурно-вещественный комплекс (рис. 1, 2), сформировавшийся по исходным хемогенно-осадочным породам различного состава и включающий обширный ряд метаморфогенно-метасоматических и гидротермально-метасоматических минеральных ассоциаций [1—3]. Среди них — кварц-серицитовые с гематитом и гематит-кварцевые (краснополосчатые); магнетитовые щелочно-пироксен-амфиболовые и «смешанного» состава в зонах перехода кварциты-сланцы с различной количественной ролью зеленой слюды и биотита (аннита) и подчиненным содержанием карбоната; существенно карбонатные с рибекитом и переменным содержанием зеленой слюды и биотита, а также апатит-калишпат-пирит-карбонат-кварцевые и кварц-гематитовые с баритом и сульфидами метасоматиты (в линейных зонах). Кроме того, в пределах месторождения широко развиты гипергенно-метасоматические образования, которые представляют

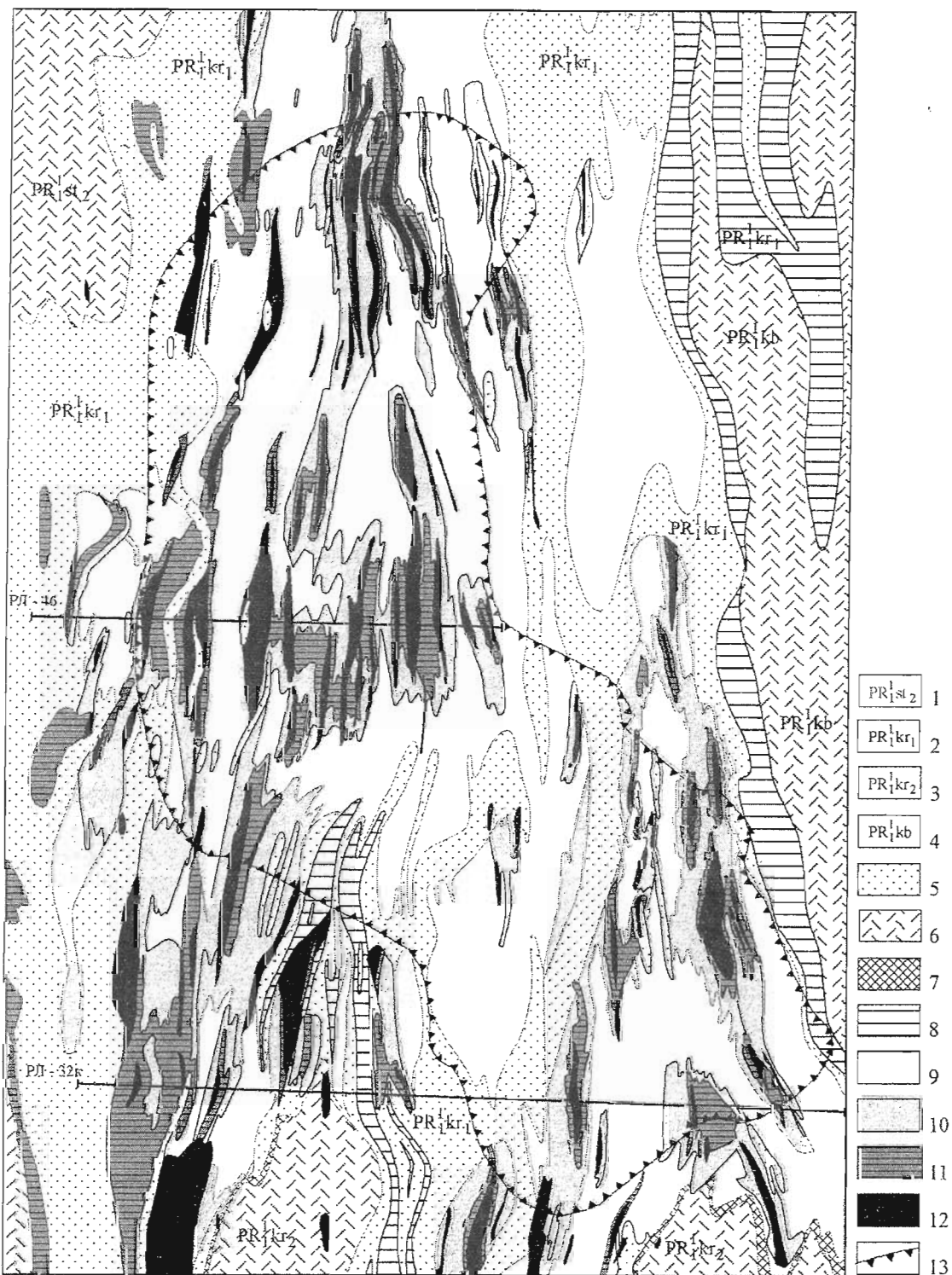


Рис. 1. Схематическая метасоматическая карта метаморфогенно-метасоматических и гидротермально-метасоматических образований Михайловского месторождения: 1—5 — стратиграфические подразделения: нижний протерозой: 1 — стойленская свита, верхняя подсвита; 2—3 — коробковская свита, нижняя железорудная подсвита (2), нижняя сланцевая подсвита (3); 4 — курбакинская свита, нижняя подсвита; 5 — окисленные железистые кварциты; 6—12 — метаморфогенно-метасоматические образования: 6 — кварц-серицитовые с гематитом (1—10 %), хлоритом, сульфидами, карбонатом, примесью альбита, мусковита, турмалина; 7 — «смешанного» состава в переходной зоне от сланцев до железистых кварцитов; 8 — гематит-кварцевые (краснополосчатые кварциты); 9—11 — зоны преимущественного развития минеральных ассоциаций щелочной рибекит-акмитовой (9), слюистой (10) и кварц-карбонатной (11); 12 — линейные зоны гидротермально-метасоматических образований; 13 — контур карьера

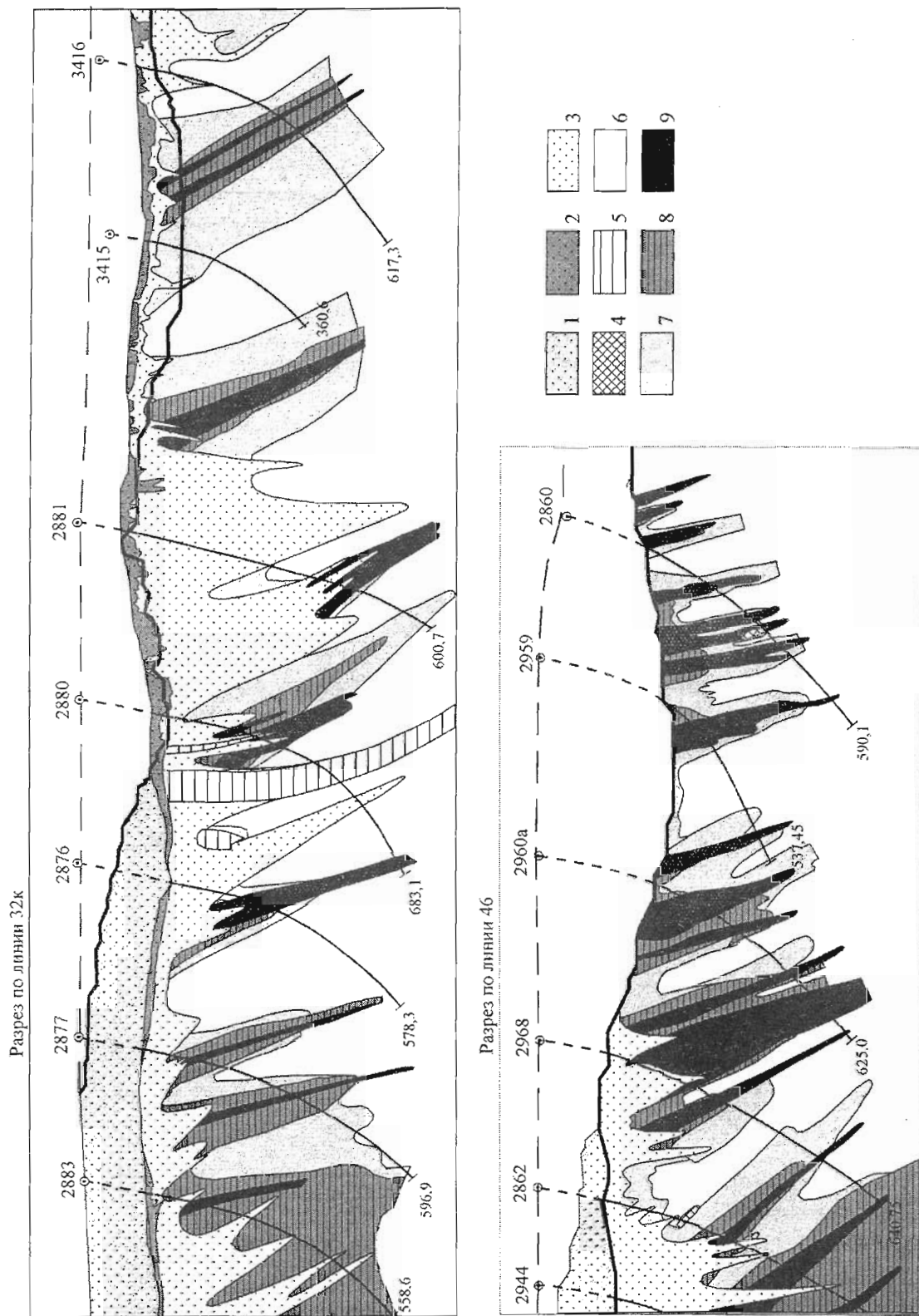


Рис. 2. Разрезы по линиям 32к и 46: 1 — осадочные богатые руды; 2 — остаточные железистые кварциты; 3 — окисленные железистые кварциты; 4 — метасоматиты «смешанного» состава в переходной зоне от аномальных сланцев до железистых кварцитов; 5 — гематит-кварцевые метасоматиты (краснополосчатые кварциты); 6 — зоны преимущественного развития щелочной рибекит-акмитовой ассоциации; 7 — зоны преимущественного развития слюдистой ассоциации; 8 — зоны преимущественного развития кварц-карбонатной ассоциации; 9 — линейные зоны гидротермально-метасоматических образований



собой линейные зоны окисления, сложенные гематитом, мартитом, лимонитом, гидрогематитом, гетитом, глинистыми минералами, возникшими в результате процессов корообразования в фанерозое [8]. Установлены элементы их тесной пространственной сопряженности с зонами развития разнотипных по условиям формирования и составу метасоматических минеральных ассоциаций.

Выполненные в пределах Михайловского месторождения исследования характера распределения благородных металлов в породах различных по условиям формирования и составу минеральных ассоциаций позволили выделить в его пределах четыре генетических типа золото-платиноносных рудовмещающих систем (табл. 1). Каждый из выделенных типов отличается от другого площадными масштабами оруденения, возрастными границами и длительностью формирования, условиями локализации, уровнем концентрирования благородных металлов, комплексностью, металлогеническим потенциалом и перспективностью [1, 2, 7].

К наиболее ранней по времени формирования и широко развитой по площади относятся золото-платиноносная рудовмещающая система, локализованная в метаморфогенно-метасоматических образованиях раннего этапа регионального метаморфизма. Данные метаморфогенно-метасоматические образования отнесены к разряду фоновых, которые характеризуются обширными площадями развития и низкой интенсивностью оруденения по сравнению с локальными, которые обычно относят к околорудным образованиям.

Уровень концентраций золота в рудовмещающей системе данного типа, приуроченный к фоновым метаморфогенно-метасоматическим образованиям, изменяется по площади месторождения от 0,006 до 0,1 г/т. Это рассеянный тип золоторудной минерализации, не представляющий промышленного интереса как самостоятельный объект отработки. Золото в этом типе можно рассматривать лишь в качестве попутного компонента при комплексной промышленной переработке железных руд месторождения.

Золоторудная минерализация, приуроченная к телам локальных апатит-калишпат-пирит-карбонат-кварцевых и кварц-гематитовых с баритом и пиритом метасоматитов, сформировала секущие линзо- и жиллообразные рудовме-

щающие системы. Участки развития локальных метасоматических образований представляют собой зоны интенсивного привноса рудных компонентов и вполне закономерным образом располагаются среди фоновых (см. рис. 1). Содержание золота в них колеблется от 0,1 до 10 г/т при мощности от первых десятков см до 1—3 м. Золото, в основном, самородное, находится в кварцевой матрице в форме вытянутых зерен со средним размером 30–50 мкм. Участки с развитием золотоносных рудовмещающих систем данного типа представляют собой золоторудные объекты для самостоятельной отработки.

Комплексное золото-платиноидное оруденение, приуроченное к зонам интенсивной сульфидизации и окварцевания в участках контактов малорудных железистых кварцитов с вмещающими углеродистыми сульфидизированными сланцами верхнестойленской подсвиты, локализовано в золото-платиноносной рудовмещающей системе стратиформного типа. Для этой рудовмещающей системы характерны породы «смешанного» состава типа малорудные железистые кварциты-углеродистые сланцы, представленные их тонким переслаиванием, с интенсивным проявлением процессов окварцевания, обильным развитием хлорита, пирита, пирротина и гематита.

Концентрации золота в них — от 0,1 до 5,0 г/т; платины — от 0,003 до 0,3 г/т; палладия — от 0,09 до 0,77 г/т. Золото, в основном, самородное, иногда серебросодержащее или с небольшой примесью (до 0,7 %) палладия (табл. 2), размер золотин до 40—50 мкм, проба — 897—994.

Таблица 2

*Химический состав (масс. %) золота самородного из железистых кварцитов Михайловского месторождения (по [6, 7])*

Элементы	1	2	3	4	5	6
Au	99,3	99,4	99,0	98,5	97,3	89,7
Ag	—	0,3	1,0	1,5	2,7	9,6
Pd	—	—	—	—	—	0,7
Cu	0,7	0,3	—	—	—	—

Примечание: 1–5 — золото самородное (анализ № 3 — среднее из двух); 6 — серебросодержащее золото самородное.

Минералы платиновой группы представлены набором более мелких по размерам (до 20 мкм) редких минералов (табл. 3): *сперрилитом* ( $Pt_{0,99}Fe_{0,02})_{1,01}(As_{1,98}S_{0,02})_{2,00}$ , химический состав

Генетические типы золото-платиноносных рудовмещающих систем Михайловского рудного узла

№ п/п	Генетический тип	Тип минерализации	Характер рудных залежей	Содержание Au, Ag, Pt, Pd	Практическое применение
1	Метаморфогенно-метасоматический	Рассеянный	Пластовые тела среди железистых кварцитов	пр.420156 — 0,088 г/т (Au); пр.420251 — 0,072 г/т (Au); пр.420226а — 0,036 г/т (Au); пр.83094 — 0,065 г/т (Au); пр.83063 — 0,038 г/т (Au); пр.42068 — 0,018 г/т (Au); пр.419893 — 0,016 г/т (Au); пр.4198163 — 0,021 г/т (Au); пр.82950 — 0,056 г/т (Au); пр.82936 — 0,12 г/т (Au)	Попутное извлечение из продуктов переработки железных руд
2	Гидротермально-метасоматический	Концентрированный	Секущие жилы, линзы среди железистых кварцитов	пр.420137 — 0,63 г/т (Au); пр.420254 — 1,21 г/т (Au); пр.420222а — 6,18 г/т (Au); пр.2057 — 3,5 г/т (Au); пр.2062 — 2,15 г/т (Au); пр.2081 — 1,53 г/т (Au); пр.2319 — 1,14 г/т (Au); пр.307-2 — 3,29 г/т (Au); пр.358-2 — 1,17 г/т (Au); пр.307-6 — 0,54 г/т (Au); пр.115 — 1,5 г/т (Au)	Селективная обработка собственно золото-рудных объектов
3	Метаморфогенно-метасоматический	Концентрированный	Стратиформные залежи	пр.5186 — 2,99 г/т (Au) — 0,17 г/т (Ag) — 0,17 г/т (Pd); пр.5188 — 1,39 г/т (Au) — 0,37 г/т (Ag) — 0,24 г/т (Pd); пр.5079 — 0,84 г/т (Au) — 0,48 г/т (Ag) — 0,63 г/т (Pd); пр.5049 — 2,87 г/т (Au) — 0,11 г/т (Ag) — 0,37 г/т (Au); пр.5001 — 4,83 г/т (Au) — 0,60 г/т (Pd); пр.5003 — 1,39 г/т (Au) — 0,20 г/т (Ag) — 0,25 г/т (Pd); пр.5005 — 2,17 г/т (Au); пр.5028 — 1,10 г/т (Au) — 0,297 г/т (Pt) — 0,59 г/т (Pd); пр.2018 — 0,82 г/т (Au) — 0,61 г/т (Pd); пр.54532 — 0,60 г/т (Au); пр.449—50 — 1,24 г/т (Au); пр.449—51 — 1,92 г/т (Au);	Селективная обработка золото-платиноидных объектов контактовых зон кварцитов со сланцами
4	Гипергенно-метасоматический	Концентрированный	Секущие жилы, линзы	пр.19757 — 4,3 г/т (Au); пр.19762 — 2,5 г/т (Au); пр.3062 — 2,49 г/т (Au); пр.3029 — 0,78 г/т (Au); пр.3021 — 1,07 г/т (Au); пр.5249 — 2,7 г/т (Au); пр.5250 — 0,64 г/т (Au) — 0,13 г/т (Pd); пр.5311 — 41,7 г/т (Au); пр.47639 — 1,41 г/т (Au)	Селективная обработка палладийсодержащих золоторудных объектов

Химический состав (масс. %) минералов платиновой группы из железистых кварцитов Михайловского месторождения (по [6, 7] с дополнениями)

№ п/п	Pt	Pd	Ir	Os	Ru	Rh	As	S	Fe	Ni	Cu	Ag	Au
1	56,7	—	—	—	—	—	43,2	0,3	0,2	—	—	—	—
2	1,3	0,2	12,9	56,5	26,6	0,3	—	—	0,2	1,2	0,8	—	—
3	—	0,3	0,5	95,6	3,3	0,3	—	—	—	—	—	—	—
4	10,9	—	28,1	25,1	35,2	0,7	—	—	—	—	—	—	—
5	40,4	—	20,0	19,8	19,8	—	—	—	—	—	—	—	—

Примечание: Минералы платиновой группы: 1 — сперрилит (среднее по четырем анализам); 2 — рутениридосмин; 3 — осмий самородный; 4 — платиносодержащий рутениридосмин; 5 — платосмиридий.

которого по четырем анализам соответствует стехиометрическому; *рутениридосмином* ( $Os_{0,44}Ru_{0,39}Ir_{0,1}Ni_{0,03}Cu_{0,02}Pt_{0,01}$ ); *осмием самородным* ( $Os_{0,92}Ru_{0,06}$ ) незначительно обогащенным  $Ru = 3,3$  мас.%,  $Rh = 0,3$  мас.%,  $Pd = 0,3$  мас.%,  $Ir = 0,5$  мас.%; *платиносодержащим рутениридосмином* ( $Ru_{0,5}Ir_{0,21}Os_{0,19}Pt_{0,08}Rh_{0,01}$ ); *платосмиридием* ( $Pt_{0,34}Ru_{0,32}Os_{0,17}Ir_{0,17}$ ).

Золото-платиноносная система данного типа выявлены вдоль западного борта Михайловского месторождения и прогнозируется на южном его фланге, в зоне контакта с межрудными сланцами, представляя тем самым несомненный промышленный интерес как самостоятельный комплексный золото-платинорудный объект.

Помимо собственных минеральных фаз золота установлено (г/т) в магнетите (0,011—0,015), гематите (1,1—1,2), пирите (от 0,2 до 4,5—5,0), амфиболе (4,0—4,2), кальците (до 0,06). В жильном кварце кроме золота ( $Au = 0,013$  г/т) присутствуют палладий (0,017 г/т) и платина (0,02 г/т). Платина (до 0,05 г/т) и палладий (0,025 г/т) отмечаются в пирите и марказите [7].

Золотое оруденение, приуроченное к зонам развития линейных кор выветривания в железистых кварцитах месторождения («карманы» линейных зон окисления), образует золотоносные рудовмещающие системы линзо- и жиллообразного секущего характера. Содержание золота в них колеблется от сотых до 41,7 г/т. Золото самородное.

В северной части Михайловского месторождения в залежах богатых мартитовых руд установлены [8] платиноиды (Pt, Pd, Rh, Ru, Os, Ir) в количестве до 0,2 г/т. В южной части месторождения в фосфоритовой «плите» мощностью 0,4—1,0 м из девонских отложений, перекрывающих богатые мартитовые руды присутствуют, выявлено [13, 14] редкоземельно-благородно-металлическое (Pd до 1,7 г/т, Ag до 540 г/т и др.) оруденение. По характеру размещения кор вы-

ветривания и особенностям вещественного состава линейные коры выветривания со своеобразными «карманами» зон окисления железистых кварцитов несут ряд общих черт с месторождениями золота и палладия Рапозос, Мору-Велью и особого типа «якутингитов» Восточной Бразилии (Кауе, Гонго Соко; [11, 12]). Вместе с тем, следует особо подчеркнуть, что этот тип благороднометаллической рудовмещающей системы остается мало изученным, поскольку окисленные кварциты не вовлекаются в промышленное освоение Михайловским ГОКом.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Плещев Е.В., Кашин С.В., Попкова Н.В. Золотоносность гидротермально-метасоматических образований Михайловского рудного узла (КМА) // Региональная геология и металлогения, 2003. — № 18.
2. Попкова Н.В. Золотоносность докембрийских образований Михайловского рудного узла (КМА) // Автореф. дис. канд. геол.-минер. наук. — СПб., 2003. — 21 с.
3. Савко К.А., Поскрякова М.В. Рибекит-эгирин-селадонитовые железистые кварциты Михайловского месторождения Курской магнитной аномалии: фазовые равновесия и условия метаморфизма // Петрология, 2003. — Т. 11. — № 5. — С. 471—490.
4. Чернышов Н.М., Ненахов В.М., Лебедев И.П., Стрик Ю.Н. Модель геодинамического развития Воронежского массива в раннем докембрии // Геотектоника, 1997, № 3, С. 21—30.
5. Чернышов Н.М., Мяснянкин В.И. О золотоносности раннедокембрийских зеленокаменных структур КМА // Геология рудных месторождений, 1992, № 2, С. 19—31.
6. Чернышов Н.М., Молотков С.П., Петров С.В., Попкова Н.В. Особенности распределения и формы нахождения платиноидов и золота в железистых кварцитах Михайловского месторождения КМА (Центральная Россия) // Известия ВУЗов. Геология и разведка, 2003. — № 3.
7. Чернышов Н.М. Платиноносные формации Курско-Воронежского региона (Центральная Рос-



сия) — Воронеж: Изд-во Воронеж. гос. ун-та, 2004. — 448 с.

8. Чернышов Н.М., Молотков С.П. Первая находка редкоземельно-благороднометалльного оруденения в верхнедевонских пластовых ихтиодетритовых фосфоритах КМА (Центральная Россия) // Доклады РАН, 2005. — Т. 404. — № 3. — С. 411—414.

9. Шелагуров В.В. К проблеме комплексного освоения минерального сырья. // М.: Разведка и охрана недр, 1992, № 6, С.18—21.

10. Шелехов А.Н., Лючкин В.А., Ляховкин Ю.С. Месторождения железистых кварцитов и продукты их передела — новый перспективный источник зо-

лото-платиносодержащего сырья в XXI в. (на примере Центральной России) // Платина России: Проблемы развития минерально-сырьевой базы платиновых минералов в XXI веке: Сб. науч. тр. — М.: ЗАО «Геоинформмарк», 1999. — Т. 3, кн. 2 — С. 289—294.

11. Cabral A. Raphael, Lehmann B., Kwitko R et al. Palladium-oxygenated compounds of the Gongo Soco mine, Quadrilatero Ferrifero, central Minas Gerais, Brazil // Miner.Mag. — 2001. — Vol. 65. — № 2. — P. 169—179.

12. Olivo G.R., Gaunter M., Bardoux M. Palladium gold from Caue iron mine. Itabiro District, Minas Gerais, Brazil // Miner. Mag. — 1994. — Vol. 58. — № 4. — P. 579—587.