

ПОЛЕЗНЫЕ ИСКОПАЕМЫЕ

УДК 553.041:553.191(470.32)

КШЕНСКИЙ ТИП ЗОЛОТО-ПЛАТИНОСОДЕРЖАЩЕГО ОРУДЕНЕНИЯ (ЦЕНТРАЛЬНАЯ РОССИЯ)

Член-корр. РАН Н.М.Чернышов

Воронежский государственный университет

Приведены новые оригинальные данные об особенностях размещения, составе и условиях образования кшенского типа золото-платиносодержащего оруденения, размещающегося в пределах раннепротерозойской рифтогенной по своей природе Тим-Ястребовской структуре КМА. Определены типовые структурно-вещественные, рудно-формационные и геолого-генетические граничные признаки, отражающие многоэтапность и полифазность метаморфических и гидротермальных метасоматических процессов формирования золото-платиносодержащей рудообразующей системы и ее принадлежность к сульфидно-вкрапленному промышленно-генетическому типу. Микрондзовыми исследованиями установлено наличие собственных минеральных фаз золота и платиноидов и их повышенные концентрации в сульфидах и сульфоарсенидах.

Главным источником платинодобычи в России ныне являются комплексные сульфидные платиноидно-медно-никелевые месторождения (свыше 95%) и россыпи, ресурсы и запасы которых сравнительно ограничены. Вместе с тем многообразие сфер использования и резкое возрастание потребления платиноидов, характеризующихся крайне низкими содержаниями в земной коре (5 мг/т Pt, 13 мг/т Pd, 1 мг/т Ir, 50 мг/т Os, 5 мг/т Ru, 1 мг/т Rh), настоятельно требует поисков новых, нетрадиционных источников, среди которых особое внимание уделяется металлоносным (Mo, W, Au, U, P, V, Ni, Zn, Cu, Ag, редкие земли) высокоуглеродистым стратифицированным осадочным и вулканогенно-осадочным толщам и их метасоматитам, выступающим в качестве уникальных аккумуляторов элементов платиновой группы (ЭПГ) и продуцентов россыпей.

Исключительно широкое развитие, значительная протяженность (сотни – первые тысячи километров), многоуровневый стратифицированный характер размещения в геологических разрезах Земли, высокие концентрации благородных металлов выдвигают полифазальные и полиформационные по своей природе высокоуглеродистые платиноносные образования в качестве нового, нетрадиционно-глобального источника прироста ресурсов, запасов и золото-платинодобычи XXI столетия [1,3,4,2,14,15,27,28,23 и др.].

1. Положение металлоносных стратифицированных углеродистых образований и метасоматитов в структуре ВКМ

Золото-платинометаллическое оруденение, ассоциирующее с высокоуглеродистыми образованиями

и их метасоматитами, установлено [13-16] во всех структурно-вещественных комплексах (СВК), сформировавшихся в условиях: а) раннеархейской нуклеократонизации (графитизированные и сульфидизированные плагиогнейсы обоянской серии; Au=1,97 г/т, Pt до 5,1 г/т); б) позднеархейского рифтогенеза (зеленокаменные пояса в объеме михайловской серии с золото-палладийсодержащими колчеданными рудами; Au=1,2 г/т, ЭПГ до 1,0 г/т); в) субдукции (золотосодержащие сланцы Лосевской шовной зоны; Au=1,7 г/т, ЭПГ =1,3 г/т) и сопровождавших ее процессов формирования раннепротерозойских рифтогенных структур КМА с золото (Au до 3,4 г/т) – платиноидными (ЭПГ до 5,1 г/т) сульфидизированными сланцами и палладийсодержащими (Pd до 1,2 г/т, Pt до 0,30 г/т) железистыми кварцитами курской серии, углеродистыми сланцами, графитизированными гнейсами и метасоматитами (ЭПГ до 0,2 г/т, Au до 1,7 г/т) воронцовской серии Хоперского мегаблока.

Наиболее важные в промышленном отношении концентрации благородных металлов связаны с высокоуглеродистыми образованиями и метасоматитами оскольской серии достаточно крупной (протяженность свыше 110 км при ширине 10-30 км) Тим-Ястребовской структуре. В ее пределах выделяются два промышленно-генетических типа [3, 4, 14, 15, 22, 20]: а) тимской, принадлежащий к золото-платиноидной углеродсодержащей формации, многочисленные и разномасштабные по ресурсам и запасам проявления которого (Луневское, Погоженское, Прилепское, Тимское, Роговское и др.; рис.1) ассоциируют с нижней высокоуглеродистой терригенно-осадочной толщей тимской серии; б) кшенский, принадлежащий к сульфидно-вкрапленному

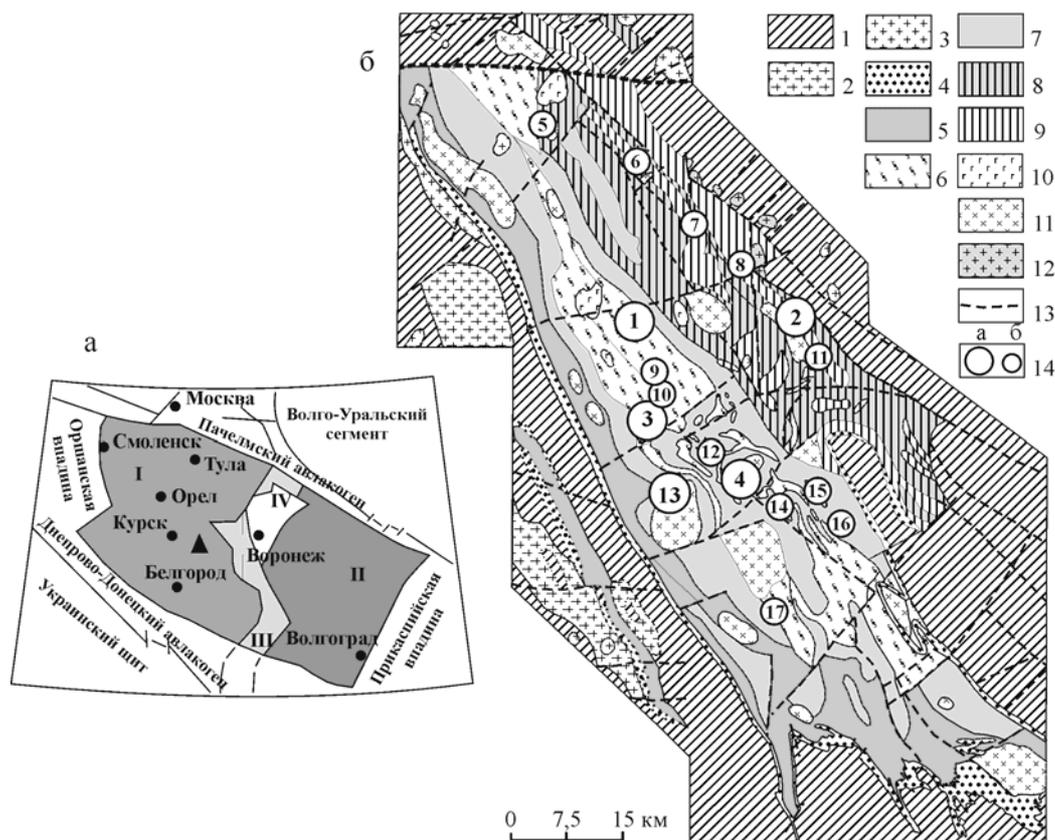


Рис. 1. Схематическая геологическая карта Тим-Ястребовской золото-платиноносной структуры ВКМ (б) и ее местоположение на ВКМ (а): а) I- мегаблок КМА; II-Хоперский мегаблок; III-Посевская шовная зона; IV- Ольховско-Шукавская грабенсинклиналь; треугольником обозначено местоположение Тим-Ястребовской структуры; б) 1 – обоянский плутоно-метаморфический комплекс (AR_{1ob} ; плагиогнейсы, прослои и линзы амфиболитов, прослои кварцитов); 2 – салтыковский комплекс мигматит-плагиогранитовый (AR_{2sl} ; плагиограниты, тоналиты, гранодиориты); 3 – атамановский комплекс умеренно-щелочных гранитов (AR_{2a} ; граниты умеренно-щелочные плагиоклазмикроклиновые); 4-12 – Раннекарельские образования: 4 – курская серия (K_1ks ; кварцито-песчаники, сланцы, железистые кварциты); 5-9 – оскольская серия: 5 – роговская свита (K_1rg ; карбонатные сланцы, кварц-биотитовые сланцы, доломиты, известняки); 6-9 – тимская свита, нижняя и верхняя подсвиты: 6-7 – нижняя тимская подсвита (K_1tm_1): 6- существенно терригенная: углеродистые сланцы, метапесчаники, метаалевролиты; 7 – вулканогенно-терригенная: ортосланцы основного и среднего состава, амфиболиты, углеродистые сланцы; 8-9 – верхняя тимская подсвита (K_1tm_2): 8-нижняя терригенно-углеродистая толща (метапесчаники, сланцы, карбонатные сланцы, амфиболиты); 9- верхняя вулканогенная толща (ортосланцы ультраосновного, основного и реже среднего состава, амфиболиты, метапесчаники); 10 – золотухинский перидотит-пироксенит-габброноритовый комплекс (K_1z); 11 – стойло-николаевский диорит-гранодиоритовый комплекс (K_1sn); 12 – малиновский гранитный комплекс (K_1m); 13 – тектонические нарушения; 14 – рудопоявления (а) и пункты минерализации (б): 1-Луневское, 2-Кшенское, 3-Погоженское, 4-Прилепское, 5-Сергиевский, 6-Верхне-Березовский, 7-Луговойской, 8-Панской-I, 9-Северо-Тимской, 10-Тимской, 11-Рогозецкий, 12-Южно-Погоженский, 13-Роговское, 14-Зареченский, 15-Петровский, 16-Безленкинский, 17-Крутоверховской

золото-платиносодержащему формационному типу в метасоматитах.

2. Геология и закономерности размещения золото-платиносодержащего оруденения кшенского типа

Благороднометалльное оруденение кшенского типа размещается в пределах Воскресеновской рудной зоны, которая отчетливо выделяется совмещенными положительными гравимагнитными аномалиями и прослеживается в северо-западном направлении ($SZ 330^{\circ}C$) более чем на 100 км при ширине выхода на докембрийской поверхности от 2 до 6-8 км. Рудоносная зона расположена в северо-восточном (висячем) борту Тим-Ястребовской структуры (см. рис. 1), где широко развиты метавулканиды преимущественно основного и в мень-

шей мере ультраосновного состава нормальной и субщелочной серии верхней углеродисто-вулканогенной толщи тимской свиты [6, 10, 11, 18, 19, 12, 14].

Важнейшей особенностью рифтогенных по своей природе линейных зон, подобных Тим-Ястребовской, возникших в условиях высокой структурной дифференциации в раннем протерозое [11, 4, 12, 15, 22], является пространственная сопряженность с архейскими зеленокаменными поясами. С последними они образуют по-существу своеобразные зеленокаменные структуры или так называемые «зеленокаменные серии» [8], в которых сосредоточены крупнейшие золото- и золото-платиносодержащие месторождения различных промышленно-генетических типов [1,2,5, 7, 9, 23-30].

Подобно другим регионам России и зарубежных стран с известными месторождениями черно-

сланцевой золото- и платиноносной формации [1-3, 7, 11, 12, 23, 24, 26] тектоническое строение Тим-Ястребовской структуры обусловлено коллезионными процессами, в результате которых сформировался регионально достаточно протяженный складчато-сдвиговый пояс линейного типа, характеризующийся интенсивной дислоцированностью и скупиванием углеродсодержащих осадочных и вулканогенно-осадочных толщ в пределах террейна, наличием взбросов, надвигов, сбросов-сдвигов, а также межслоевого и главного кливажа. Близкие к изоклинальным (сильно сжатые) складки наклонены с востока на запад преимущественно по вектору сжатия вследствие надвига Хоперского мегаблока на Курский.

Во всех таких структурах определяющим фактором в размещении месторождений служит исключительно четкий структурный контроль, который проявляется в приуроченности их к зонам долгоживущих региональных разломов [5, 8]. В пределах таких структур рудные тела размещаются как в секущих, так и чаще в более протяженных субогласных системах сбросов и зонах позднего расланцевания и бластомилонитизации и локализируются в породах, обладающих благоприятным химическим составом, повышенной хрупкостью и проницаемостью, а также сопровождаются обычно разномасштабными околорудными изменениями с образованием метасоматитов [1, 7, 27].

Характерной особенностью вмещающей кшенский тип золото-платиносодержащего оруденения Воскресеновской рудоносной структуры, которая расположена в зоне интенсивных пликтивных дислокаций надвигового типа и контролируется серией продольных субогласных долгоживущих глубинных разломов и зонами интенсивной трещиноватости, является исключительно высокая степень насыщенности ее дайковыми образованиями (около 200 тел) трех формационно-генетических типов [12, 6, 10]: а) производных золотухинского ультрамафитового, стойло-николаевского габбронорит-гранодиоритового и малиновского гранитоидного комплексов (пироксениты, габбро, горнблендиты, габбродиориты, диориты, диоритовые порфириды, гранит- и фельзит-порфиры, граносиенит-порфиры и др.); б) комагматов основных, средних и ультраосновных вулканитов нормальной и повышенной щелочности (габбро-диабазы, плагипорфириды, риодациты) и в) лампрофиры (спессартиты, керсантиты, бостониты). Совместно с вмещающими их вулканитами, углеродистыми сланцами и метапесчаниками они катаклазированы, превращены в тектонические брекчии или милониты, претерпели региональный, контактовый и дислокационный метаморфизм, а также гидротермально-метасоматические преобразования (лиственитизация, березитизация, окварцевание, турмалинизация), продуктами которых являются разнообразные по составу (кварц-полевощпатовые, альбит-кварц-актинолитовые, карбонат-эпидот-кварцевые и другие) метасоматиты [6,

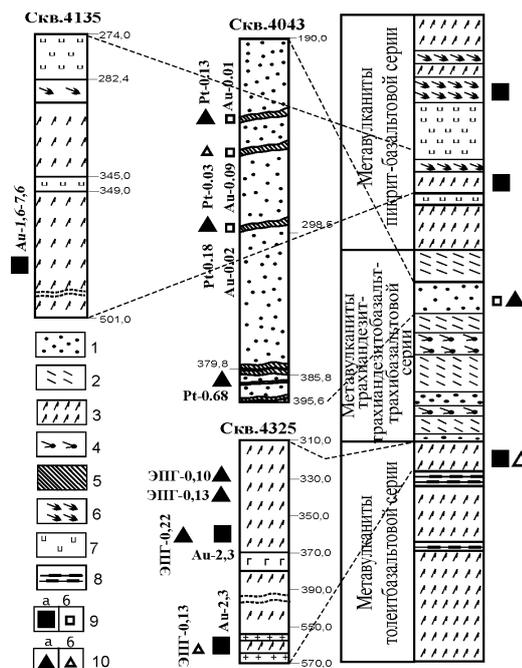


Рис. 2. Обобщенный геологический разрез вулканогенно-осадочных образований Кшенского рудного поля с золото-платиносодержащим оруденением: 1-метапесчаники; 2-сланцы биотит-плагноклазовые и амфибол-плагноклазовые (ортосланцы по породам среднего состава); 3-амфиболиты (по базальтам нормальной щелочности); 4-амфиболиты (по базальтам повышенной щелочности); 5-дайковые породы; 6-тремолититы и актинолититы; 7-метапикриты (тальк-тремолит-карбонатные сланцы); 8-углеродистые сланцы; 9-рудопроявления золота: а) более 1 г/т б) менее 1 г/т; 10-рудопроявления ЭПГ: а) более 0,1 г/т б) менее 0,1 г/т.

12, 22] и многочисленные кварцевые, карбонатно-кварцевые, турмалин-альбит (±кпш)-кварцевые жилы мощностью от 0,1 до 1,5 м.

В пределах Воскресеновской рудной зоны выявлено пять разномасштабных золото-платиносодержащих рудопроявлений (Верхне-Березовское, Луговское, Панское-I, Рогозецкое, Кшенское) и ряд пунктов минерализации (см.рис.1), образующие единое и наиболее полно изученное Кшенское рудное поле. Их краткая характеристика обобщена в таблице 1.

Геологическое строение **Кшенского рудного поля** и одноименного рудопроявления определяется их приуроченностью к осевой части Воскресеновского грабена, ограниченного двумя разломами и заполненного преимущественно вулканогенными образованиями верхнетимской подсвиты оскольской серии. В пределах рудного поля, обобщенный разрез которого приведен на рис. 2, выделяются три уровня накопления метавулканитов, принадлежащих (снизу вверх): а) к толеитовой; б) трахиандезит-трахиандезит-базальт-трахибазальтовой; в) пикрит-базальтовой [13, 12, 14, 15, 10, 11, 19] сериям (табл.2; рис.3) и превращенных в амфиболиты, тремолититы, актинолититы, тальк-тремолит-карбонатные, хлорит-актинолитовые, тальк-кварц-полевощпатовые, амфи-

Таблица 1

Золото-платиносодержащие рудопроявления Воскресеновской рудной зоны (кшенский тип)

Основные геологические факторы, контролирующие локализацию золотого оруденения			Морфология рудных тел	Минеральный состав руд		Формационная группа	Минеральный тип	Содержание золота и ЭПГ (Pt, Pd) в г/т	Характеристика золота	Изменения вмещающих пород
Структурный контроль	Вмещающие породы	Проявления магматизма		Главные рудообразующие минералы	Минералы, присутствующие в подчиненном количестве					
Разрывные нарушения типа сбросов Метаэффузивы преимущественно основного состава, их туфы, сланцы, брекчии, милониты Интрузивные породы габбро-диорит-гранодиоритового (стойло-николаевский комплекс) и гранитного (малыновский комплекс) и их жильные (дайковые) производные; коагматические эффузивам дайки разнообразного состава; лампрофиды Минерализованные зоны дробления, метасоматоза, зоны брекчирования, редко с прожилково-вкрапленной и рассеянной сульфидной минерализацией			<i>Кишенское рудопроявление (скв. 4051, 4135, 4141, 4147)</i>							
			Пирит, пирротин, магнетит	Ильменит, лейкоксен, кварц, рутил, апатит, гранат, турмалин, биотит, карбонаты, золото, халькозин, серебро, борнит, халькопирит, сфалерит, висмутин, галенит, ульманит	Бескварцевая золото-сульфидно-вкрапленная	Пирит-пирротинный	Pt до 1,80 Pd до 0,08 Au=3,2-20,1	Пластинки, чешуи, реж дендритовидные и ксеноморфные агрегаты, размеры: 0,01-0,7 мм	Лиственизация, березитизация, турмалинизация	
			<i>Рогозецкий пункт минерализации (скв. 4309, 4311)</i>							
			Пирит, арсенопирит	Кварц, амфиболы, турмалин, сфен, апатит, халькопирит, золото	Золото-сульфидно-кварцевая	Пирит-арсенопиритовый	Au=1,2-6,5 ЭПГ=0,19	Тонкие пылевидные зерна, часто в пирите	Развитие кварц-полевошпатовых метасоматитов	
			<i>Панской-1 пункт минерализации (скв. 4313, 4315, 4317)</i>							
			Пирит, пирротин, халькопирит, магнетит	Кварц, карбонаты, биотит, турмалин, сфен, сфалерит, борнит, галенит, золото	Золото-сульфидно-вкрапленная	Пирит-пирротинный	Au=0,35 ЭПГ=0,18	Тонкие комковатые зерна	Лиственизация, биотитизация	
			<i>Луговской пункт минерализации (скв. 4325)</i>							
			Пирит	Кварц, полевые шпаты, биотит, амфиболы, сфен, пирротин, золото	Золото-сульфидно-кварцевая	Пиритовый	Au=2,3 ЭПГ=0,25	Включения в пирите	Кварц-полевошпатовые изменения	
<i>Верхне-Березовский пункт минерализации (скв. 4322)</i>										
Пирит, сфен	Кварц, сфен, биотит, золото	Золото-сульфидно-кварцевая	Пиритовый	Au=2,9 ЭПГ – н.о.	Включения в пирите	Березитизация, окварцевание				

Таблица 2

Средние химические составы (мас.%) метавулканитов северо-восточной части Тим-Ястрембовской структуры, вмещающей кшенский тип золото-платиноидного оруденения

Оксиды	1 (n=13)		2 (n=3)		3 (n=5)		4 (n=2)		5 (n=1)	6 (n=4)		7 (n=13)		8 (n=16)	
	X	S	X	S	X	S	X	S		X	S	X	S	X	S
SiO ₂	48,08	2,92	51,88	0,42	47,55	2,06	55,62	0,50	59,00	38,38	1,46	42,05	1,02	46,68	1,72
TiO ₂	1,02	0,54	1,37	0,63	1,93	0,75	1,67	1,26	1,71	2,88	0,58	2,36	0,70	1,57	0,56
Al ₂ O ₃	17,07	2,09	13,36	1,12	12,98	0,94	14,48	4,18	11,45	7,28	3,42	9,75	3,04	10,31	1,92
Fe ₂ O ₃	8,41	0,95	9,49	0,48	10,11	3,88	12,03	4,28	9,45	16,23	3,20	15,93	1,48	14,20	1,38
FeO	8,41	2,17	5,14	-	8,44	1,18			4,54	8,97		7,44	3,31	6,70	2,55
MnO	0,12	0,02	0,14	0,04	0,15	0,03	0,10	0,02	0,07	0,21	0,08	0,16	0,07	0,16	0,05
MgO	5,08	1,99	6,17	1,82	5,82	1,17	6,90	1,62	2,63	17,08	2,69	11,72	3,39	10,97	2,66
CaO	7,36	2,89	7,60	0,73	9,21	0,73	3,81	0,28	5,65	8,17	1,46	8,41	2,98	6,92	1,75
Na ₂ O	3,08	0,69	3,18	0,78	2,51	0,75	3,37	0,11	3,83	0,84	0,68	1,39	0,41	1,79	0,89
K ₂ O	3,83	1,21	1,23	0,71	0,67	0,37	2,01	2,55	1,11	0,39	0,38	0,61	0,46	0,68	1,11
P ₂ O ₅	0,51	0,06	0,44		0,62	0,29			0,55	0,41		0,17	0,20	0,03	0,27
Сумма	100		100		100		100		100	100		100		100	

Примечание: 1-5-средние химические составы метавулканитов толеитобазальтовой и трахиандезит-трахиандезитобазальт-трахибазальтовой серии (1-щелочные базальты; 2-базальты повышенной щелочности; 3-базальты; 4-андезитобазальты; 5-андезиты); 6-8-средние химические составы метавулканитов пикрит-базальтовой серии (6-пикриты; 7-пикробазальты; 8-базальты). В скобках – количество анализов; S- стандартное отклонение (по [10]).

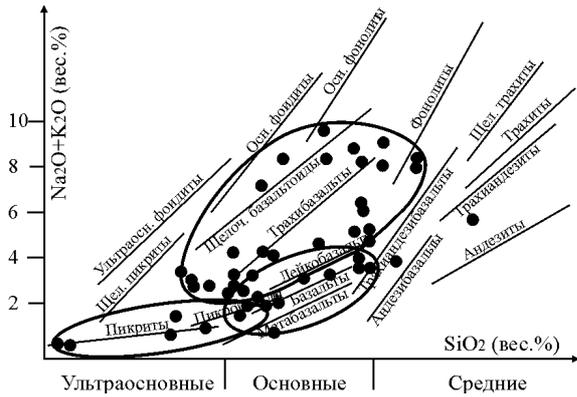


Рис. 3. Положение полей составов метавулкани- тов кшенского рудного поля (восточный борт Тим-Ястребовской структуры) на диаграмме SiO₂-(Na₂O+K₂O).

бол-плагиоклазовые и другие ортосланцы с про- слоями метапесчаников углеродистых сланцев и малорудных кварцитов.

По периферии Кшенской рудоносной площа- ди размещаются сравнительно крупные (10-15 км) интрузивы гранодиоритов и микроклиновых гранитов стойло-николаевского и малиновского комплек- сов, а в центральной части рудного поля многочис- ленные (свыше 100) дайки различного состава, воз- раста и формационно-генетической принадлежно- сти, образуя по существу достаточно протяженную (около 30 км) согласную с общей рудоносной струк- турой дайковую зону. Все породы Кшенского руд- ного поля метаморфизованы в условиях биотитовой субфации зеленосланцевой и эпидот-амфиболит- овой фаций и испытали различные по составу и степени интенсивности метасоматические преобра- зования [12, 22], сопровождавшиеся многочислен- ными жилами, прожилками, линзами, гнездами маг-

нетит-кварцевого, магнетит-амфибол-карбонатного, эпидот-актинолитового, микроклинового, кварц- полевошпатового, кварц-углеродистого, альбит- кварцевого, турмалин-альбит-кварцевого состава в разной мере обогащенными ЭПГ и Au.

Важнейшим рудоконтролирующим компо- нентом Кшенского рудного поля является исключи- тельно высокая степень проявления субогласных разрывных нарушений – сбросов и многочисленных трещин отрыва и скола, определяющих широкое развитие зон дробления, брекчирования и милони- тизации мощностью от 1-10 м до 50-80 м и протя- женностью до 30 км.

Основное оруденение Кшенского рудного поля принадлежит к сульфидно-вкрапленному типу, а его размещение, условия формирования и масшта- бы всецело определяются совокупностью следую- щих структурно-вещественных факторов: а) дли- тельным, неоднократным и интенсивным проявле- нием магматизма, различающимся по составу, фор- мационной, фациальной (вулканической, интрузив- ной, дайковой и др.) и серийной принадлежности; б) умеренными (по РТ-условиям) фациями регио- нального метаморфизма, интенсивной гидротер- мально-метасоматической и тектонической перера- боткой рудовмещающих пород с образованием раз- номасштабных зон объемного катаклаза, брекчиро- вания и милонитизации и различных по составу и минеральным парагенезисам метасоматитов с ши- роким проявлением биотитизации, турмалинизации, лиственизации, окварцевания и сульфидизации рудовмещающих пород.

Бескварцевый сульфидно-вкрапленный тип оруденения в пределах Кшенского рудопроявления (рис.4) включает четыре крутопадающих рудных тела с широким развитием апофиз по системе опе- ряющих трещин, наличием пережимов и разноам- плитудных (от 1-3 до 30 м) смещений [6,12,22.]

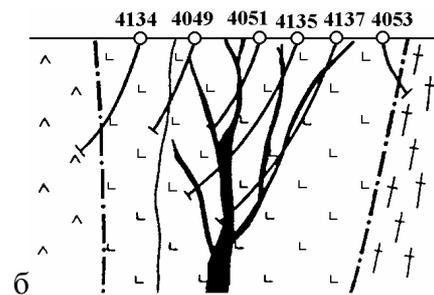
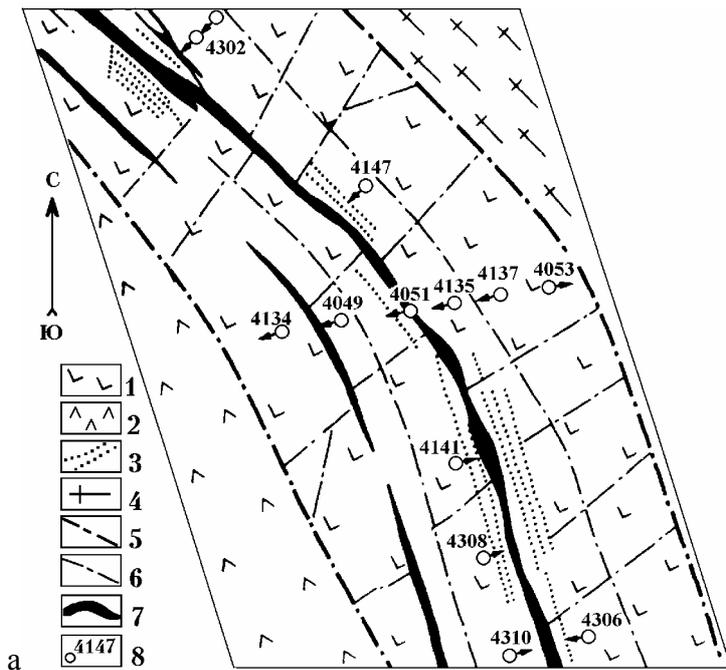


Рис. 4. Схема геологического строения (а) и геологический разрез (б) Кшенского рудопроявления (по [12]): 1- оскольская серия, верхняя подсвита тимской свиты: верхняя толща (1), нижняя толща (2); 3-дайки разного состава и формационной принадлежности; 4- мигматиты, анатектит-граниты; 5-6- разрыв- ные нарушения: главные (5) и второстепенные (6); 7-золото-платиносодержащие рудные тела; 8- скважины и их номера.

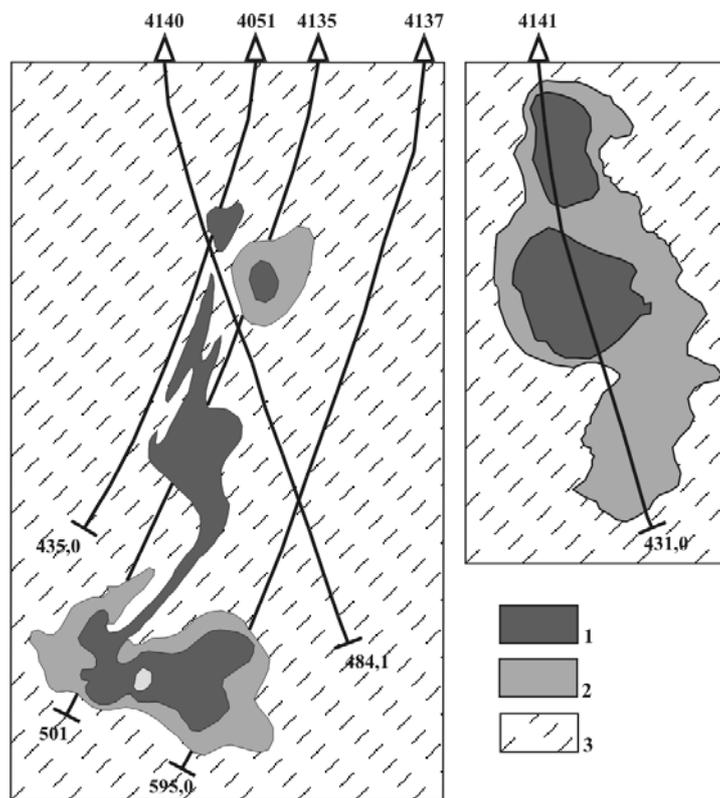


Рис. 5. Морфология комплексного геохимического ореола по скважинам 4051, 4135, 4137 и 4141 Кшенского рудопроявления: 1 – контур объекта с повышенным (> 1 г/т) содержанием золота; 2 – контур объекта с бедным содержанием золота; 3- вмещающие породы

При значительной (более 6 км) протяженности рудные тела, в большинстве случаев выделяемые системным опробованием, представляют собой сложные по морфологии и крайне изменчивые по мощности (от 0,5 до 6,7 м) согласные с вмещающими породами и дайковым комплексом лентообразные залежи различных по составу и содержанию Au и ЭПГ (см. табл.2) минерализованных тектонических брекчий, милонитов и метасоматитов с типичными брекчиево-метасоматическими текстурами. В целом же при меняющихся морфологических параметрах рудных тел, которые прослежены до глубины 600 м, содержание в них золота остается сравнительно выдержанным по падению при отчетливой тенденции увеличения концентрации полезного компонента в юго-западном направлении (от 4,3 г/т, скв. 4051 до 14,6 г/т, скв. 4141, рис 4 б). Изменение боковых пород, вмещающих рудные тела, выражено обычно слабо и проявляется в их мелкозернистом сложении и развитии минерального парагенезиса (роговая обманка, хлориты, альбит, железистые карбонаты, сфен, рутил, турмалин \pm кварц), отвечающего среднетемпературной стадии кислотного выщелачивания и соосаждения сульфидов [12]. В разрезе ряда скважин наложенная минерализация имеет струйчатое (многоярусное) распределение без признаков минералогической упорядоченности, что характерно для месторождений с большой протяженностью на глубину.

О сложном строении рудных тел, их вероятном многоярусном размещении свидетельствует морфология многоэлементного геохимического ореола (рис.5), установленного на Кшенском рудопроявлении работами Рожковой Г.Ф. и Асадулиной Э.Э. (ГПП «Центргеология», 1991).

По этим данным верхняя часть разреза докембрийских вулканогенных образований характеризуется крутопадающими минерализованными тектоническими брекчиями и милонитами, мощность которых вниз по разрезу заметно нарастает и на глубине более 400 м они приобретают форму плащеобразной (линзообразной, гнездовой) пологозалегающей залежи с извилистыми ограничениями (см.рис.5). Вероятнее всего, залежи приурочены к системе пологопадающих мелких трещин, широко развитых в пределах Кшенского рудного поля и Воскресеновской золоторудной зоне в целом и образующих достаточно мощную ослабленную зоны высокой проницаемости.

О многоуровневом характере размещения оруденения свидетельствуют также многочисленные данные по распределению Au и ЭПГ в разрезах скважин, вскрывающих различные части разреза вулканитов мощной (до 2000 м) верхнетимской свиты (см.рис.2; табл. 3). Важно также подчеркнуть, что при достаточно высоких концентрациях Au (до 14,6 г/т, в отдельных пробах 20,2 г/т) руды кшенского типа по сравнению с тимским характеризуются

Таблица 3

№ п/п	№ скв.	Интервал (м)	Количество проб	Pt	Pd	Au	
						пределы ва- риаций	среднее
<i>Кишенское рудопоявление</i>							
1.	4051	281,0-282,0	1	-	-		4,3
2.	4135	393,1-395,4	2	-	-	0,5-0,6	0,55
3.		396,8-403,5	9	-	-	0,7-7,5	4,11
4.		405,2-406,6	1	-	-		1,0
5.	4137	449,5-449,9	1	-	-		1,6
6.		495,0-498,6	5	-	-	0,5-6,4	3,1
7.		500,1-502,6	2	-	-	0,5-1,2	0,85
8.	4141	243,7-248,4	5	-	-	0,4-1,8	0,88
9.		336,5-339,4	4	-	-	0,39-1,62	1,03
10.		339,4-342,6	6	-	-	0,5-14,6	5,1
11.		342,6-345,0	3	-	-	0,33-3,31	1,41
12.	4147	380,3-385,6	6	-	-	0,5-3,2	1,0
13.	4311	329,7-333,6	5	-	-	0,32-1,83	0,82
14.	4043	233,0-233,1	1	0,13	-		0,011
15.		292,5-292,6	1	1,80	-		0,03
16.		373,5-373,6	1	0,68	-		0,02
17.	4302	594,9-596,0	1	-	-		0,71
18.		596,0-596,6	3	-	-	0,2-1,0	1,1
<i>Луговской пункт минерализации</i>							
19.	4325	329,6-330,6	1	0,05	0,05		0,035
20.		336,7-337,6	1	0,08	0,05		0,022
21.		338,3-338,8	1	0,08	0,05		0,012
22.		356,0-359,0	1	0,20	0,02		0,034
23.		563,6-564,5	1	0,03	0,02		0,12
24.		565,0-565,6	1	-	-		2,3
25.		567,2-567,9	1	-	-		0,15
<i>Панской-1 пункт минерализации</i>							
26.	4317	405,3-405,7	1	-	0,40		0,15
27.		579,6-581,6	1	0,20	-		-
28.		589,4-589,6	1	-	0,10		0,10
29.		659,6-661,2	1	-	-		0,29
30.	4319	502,5-502,7	1	0,08	0,04		0,002
<i>Верхне-Березовский пункт минерализации</i>							
31.	4320	434,1-436,1	1	0,11	0,04		0,01
32.	4322	211,3-213,1	3	-	-	0,1-2,9	1,4
33.		295,3-295,9	1	-	-		1,6
34.	4323	339,7-340,8	1	0,06	0,05		0,003
35.		342,0-345,0	1	0,06	0,07		0,003
<i>Рогозецкий пункт минерализации</i>							
36.	4306	245,5-246,0	1	0,046	-		0,37
37.	4309	471,2-472,9	6	-	-	0,6-6,5	2,68
38.	4310	304,8-306,5	1	0,10	-		0,005
39.	4312	541,6-544,4	1	0,10	-		0,004

Примечание: **Кишенское рудопоявление:** 1,5-7,10,14 – минерализованные брекчии и метасоматиты по метавулкани-там; 2,4,17 – минерализованные ортосланцы; 3,11 – милониты; 8,12,13,15,16 – метаандезитодациты, metabазальты, габбро-амфиболиты, метаандезитобазальты, их брекчии, милониты и метасоматиты; 9 – альбит-карбонатная брек-чия; 18 – породы приконтактной зоны разлома; **Луговской пункт минерализации:** 19-22 – сульфидизированный мета-базальт и метагаббродиабаз; 23-25 – метаандезит; 24 – милонит и брекчия по микроамфиболиту; **Панской-1 пункт минерализации:** 26,29 – микроамфиболит с бедной сульфидной минерализацией; 27,28 – углеродистый сланец; 30 – метасоматит; **Верхне-Березовский пункт минерализации:** 31 – габбро-амфиболит; 32,33 – метасоматит по риода-циту; 34,35 – тальк-амфиболовая порода; **Рогозецкий пункт минерализации:** 36 – метариолит; 37,38 – метасомати-ты по ортосланцам, метаандезитам и метаандезитодациту; 39 – метариодацит; "-" - элемент не определялся.

несколько пониженными содержаниями ЭПГ [3,4,13,21,16,17], при этом максимальные значения (0,68-1,80 г/т) отмечены в рудных зонах, обеднен-ных Au (скв.4043, гл.292,5-292,6 м и 373,5-373,6 м; см.табл.3).

3. Минеральный состав руд

Состав руд определяется [12,22,21] преобладающим развитием (5 – 10 об.%) пирита, пирротина, халькопирита, арсенопирита и более ограниченным

Таблица 4

Результаты микронзондового анализа (мас. %) рудных минералов золото-платиноносного оруденения (кшесенский тип)

№	Au	Ag	Pt	Te	Bi	Fe	Ni	Co	Mn	Cd	Cu	Zn	Pb	S	As	Sb	Se	Сумма
1	78,113	8,226	-	-	-	0,443	-	-	-	-	0,017	-	-	-	-	-	-	86,799
2	67,009	19,329	-	0,032	-	2,346	-	-	-	-	0,058	-	-	-	-	-	-	88,774
3	94,62	5,52	-	-	-	0,70	0,27	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	101,11
4	95,43	4,29	-	-	-	0,21	-	-	-	-	-	0,08	-	-	-	-	-	100,01
5	94,38	5,62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100,00
6	95,43	4,43	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100,00
7	0,322	-	0,179	0,011	0,202	30,494	0,064	-	-	-	-	-	0,138	17,992	48,315	0,022	0,149	97,888
8	-	0,008	-	0,051	0,103	1,611	61,886	-	-	-	0,26	0,002	0,046	34,73	-	-	0,033	98,730
9	0,174	-	-	-	-	46,664	0,809	0,092	-	-	-	-	-	51,711	-	-	-	99,45
10	-	-	-	-	-	58,397	0,147	0,068	-	-	-	-	-	38,812	0,049	-	-	97,473
11	0,036	-	0,149	-	-	55,349	0,119	0,115	-	-	-	-	-	37,169	-	-	-	92,937
12	0,072	-	0,091	-	-	56,847	0,118	0,048	-	-	-	-	-	37,781	-	-	-	94,957
13	-	-	0,05	-	-	56,434	0,083	0,076	-	-	-	-	-	38,02	0,038	-	-	94,701
14	-	-	-	-	-	28,48	-	-	-	-	32,81	3,35	-	35,36	-	-	-	100,00
15	-	-	-	-	-	29,56	-	-	-	-	33,43	-	-	34,53	-	-	0,03	97,55
16	-	-	-	-	-	30,59	0,01	0,03	-	-	32,84	0,04	-	34,55	0,03	-	-	98,09
17	-	-	-	-	-	30,06	-	-	-	-	33,77	-	-	35,29	0,13	-	0,75	100,00
18	-	-	-	-	-	30,96	0,08	-	-	-	33,49	-	-	34,77	-	-	0,02	99,32
19	-	-	-	-	-	31,06	0,09	0,10	-	-	33,60	0,02	-	34,96	0,26	-	0,21	99,30
20	-	-	-	-	-	30,74	-	-	-	-	33,92	0,04	-	34,89	0,23	-	0,18	100,00
21	-	0,06	-	-	-	30,20	-	-	-	-	33,79	-	-	35,96	-	-	-	100,01
22	-	-	-	-	-	11,69	-	-	-	-	62,11	-	-	24,77	-	-	1,43	100,00
23	-	-	-	-	-	10,73	-	-	-	-	63,64	-	-	25,64	-	-	-	100,01
24	-	-	-	-	-	10,37	-	-	-	-	64,21	-	-	25,42	-	-	-	100,00
25	-	-	-	-	-	1,06	-	-	-	-	75,06	-	-	23,89	-	-	-	100,01
26	-	-	-	-	-	0,82	-	-	-	-	77,53	-	-	21,66	-	-	-	100,01
27	-	-	-	-	-	3,02	-	-	0,07	0,48	0,11	63,10	-	33,22	-	-	-	100,00
28	-	-	-	-	-	1,97	26,11	0,32	-	-	-	-	-	13,95	-	56,04	0,82	99,21

Примечание: 1-6 – золото самородное (1, 2 – скв. 4327, гл. 482,0 и 451,1 м; 3 – скв. 4135 гл. 398,7 м; 4-6 – скв. 4141, гл. 339,6 м; 341,5 м и 341,8 м); 7 – арсенопирит (скв. 4327 гл. 482 м); 8 – миллерит (скв. 4326, гл. 308,3 м); 9 – пирит (скв. 4326, гл. 308,3 м); 10-13 – пирротин (скв. 4327, гл. 10-12 – 482 м; 13 – 451,1 м); 14-21 – халькопирит (14-18 – скв. 4135, гл. 395,6 м; 397,2 м; 398,0 м; 398,6 м; 398,7 м; 19-21 – скв. 4141, гл. 337,2 м и 341,8 м); 22-24 – борнит (22 – скв. 4134, гл. 236,0 м; 23-24 – скв. 4315, гл. 262,8 м); 25-26 – халькозин (скв. 4315, гл. 262,8 м); 27 – сфалерит (скв. 4135, гл. 395,6 м); 28 – ульманнит (скв. 4135, гл. 398,6 м).

распространением борнита, марказита, сфалерита, галенита, молибденита, самородного золота и серебра, пентландита, ульманита, висмутита, миллерита, халькозина, а также оксидов (ильменит, магнетит).

Пирит представлен двумя генерациями и включает несколько морфотипов (популяций). Ранняя его генерация слагает разномерные (0,001-0,3 мм) ксеноморфные зерна среди нерудных минералов и содержит реликты магнетита и ильменита. Реже отмечается тонкая его сыпь в оксидах железа. Пирит второй генерации отчетливо выделяется более крупными размерами (0,03-0,4 мм, иногда до 0,6 мм и более) и многообразием форм выделения, в том числе: а) в виде хорошо образованных кристаллов (октаэдрического и пентагон-додекаэдрического облика), иногда катаклазированных; б) скелетообразных идиобластических выделений, развитых среди нерудных минералов.

Характерной особенностью химического состава пирита поздней генерации является заметная обогащенность его золотом (до 1740 г/т), а также никелем (0,809%), кобальтом (0,092%; табл.4).

Подобно пириту *пирротин* принадлежит к двум генерациям: а) ранней, слагающей мелкие (0,001-0,002 мм) выделения в оксидах (магнетит, ильменит) и породообразующих минералах; б) поздней, образующей сравнительно крупные (до 0,2-0,4 мм) кристаллы и гипидиоморфные, ксеноморфные, а также округлые выделения в ассоциации с халькопиритом и пиритом, которые иногда присутствуют в виде пойкилитовых включений. Характерной особенностью пирротина поздней генерации является обогащенность его золотом (360-720 г/т) и платиной (от 50 до 1490 г/т), постоянное присутствие никеля (0,083-0,147 мас.%), кобальта (0,068-0,115 мас.%; см.табл.4).

Халькопирит образует: а) тонкорассеянную вкрапленность в рудовмещающих породах; б) сравнительно крупные (до 0,2-0,3 мм) ксеноморфные или близкие к изометричной форме зерна в ассоциации с пиритом и пирротинном поздних генераций. Химический состав халькопирита близок к стехеометрическому с широким комплексом элементов-примесей (Ag, Ni, Co, As, Se, Zn), часть из которых присутствует в повышенных количествах (Zn до 3,35 мас.%; Se до 0,75 мас.%; см.табл.4).

Содержание ЭПГ и Au в пирротине Погоженского рудопроявления

№ скв. и глубина (м)	Содержание, г/т		
	Pt	Pd	Au
Скв.3054; 430,0 м	4,6	<0,1	0,034
Скв.3054; 325,0 м	0,12	<0,1	0,028
Скв.3055; 320,0 м	0,60	0,27	0,01

Характерной чертой кшенского типа оруденения является сравнительно высокая частота встречаемости *самородного золота*. В участках с повышенными концентрациями Au (от 5,5 г/т до 14,6 г/т; скв. 4135, гл. 398,5 м; скв.4141, гл. 341,5 м) в аншлифах установлено от 11-30 до 56 золотин (размером 0,01-0,1 мм, в единичных случаях до 0,7 мм), представленных удлинёнными неправильными чешуйками, скоплениями ксеноморфных зерен в сростаниях с пирротинном и пиритом, а так же в виде автономных хорошо образованных кристаллов в нерудной массе и включений в пирите*. Золото принадлежит к числу высокопробных (>950); вместе с тем ряд выполненных в последние годы анализов показал в нем весьма высокие содержания серебра (Ag до 19,329 мас.%; см.табл.4). Важно подчеркнуть, что в Рогозецком пункте минерализации, где в рудном парагенезисе постоянно отмечается арсенопирит, золото образует пылевидную вкрапленность лишь в пирите. Вместе с тем, по результатам микрозондового анализа, арсенопирит отличается наиболее высокими (по сравнению с другими рудными минералами кшенского типа оруденения) концентрациями Au (3220 г/т), Pt (1790 г/т), Bi (2020 г/т), Pb (1380 г/т), а также другими, характерными для этого типа оруденения элементами-примесями (Te, Bi, Ni, Sb, Se; см.табл.4).

Спорадически встречающимися рудными минералами кшенского типа золото-платиносодержащих руд являются: а) *сфалерит* с примесями Cd, Mn и Fe, мелкие (до 0,05 мм) ксеноморфные зерна которого содержат тонкую «сыпь» халькопирита; б) *марказит*, замещающий пирит и пирротин, а также *халькозин* и селенсодержащий *борнит*, развивающиеся по халькопириту; в) *ульманит*, более широко развитый в рудах тимского типа [21,22, 4,15,17]; г) единичные зерна *самородного осмия* [12] и других, крайне редко встречающихся минералов (молибденит, галенит, висмутин).

Магнетит представлен двумя морфогенетическими типами. Ранние его выделения образуют тонкодисперсные и более крупные ксеноморфные зерна и их агрегатные скопления в ассоциации с биотитом, иногда карбонатами. Поздняя генерация магнетита развивается по трещинам совместно с карбонатами и сульфидами, отчетливо замещаясь последними. Ильменит разнообразной морфологии (ксеноморфные, реликтовые зерна, игольчатые и

таблитчатые кристаллы, нередко двойникового строения) замещен рутилом и лейкоксеном.

С кшенским типом золото-платиносодержащего оруденения значительные черты сходства обнаруживает ряд рудопроявлений, пространственно и генетически связанных с вулканитами (покровы, кластолавы, эруптивные брекчии, туфы, туфоконгломераты основного состава, иногда андезиты и ортосланцы, образованные по этим породам) нижней подсвиты тимской свиты [10,19]. К их числу относятся Погоженское и Роговское золото-платинометалльные рудопроявления, расположенные в центральной части Тим-Ястребовской структуры.

Погоженское-2 рудопроявление локализовано в метабазах, залегающих среди углеродосодержащих сланцев тимской свиты (см.рис.1). В отличие от преимущественно пиритовой минерализации, распространенной в углеродистых породах, в метабазах преобладает пирротин (до 25-30 об.%). Он образует вкрапленность, гнездообразные выделения, прожилки как среди вулканитов, так и в зоне их контакта со сланцами. Мощность минерализованных участков варьирует от 10-15 см до 4-5 м (скв. 3055, 3068). Кроме пирротина среди оруденелых интервалов отмечаются в небольшом количестве пирит, халькопирит, сфалерит, пентландит, магнетит, ильменит, лейкоксен.

Пирротин двух генераций. Более ранний разлит среди нерудной массы и представлен тонкозернистыми агрегатами и отдельными мелкими зернами размером от 0,01 до 0,08 мм. Пирротин второй генерации слагает прожилки, агрегаты неправильной формы и отдельные полигональные зерна с пламневидными вростками пентландита. Халькопирит обычно образует вростки в пирротине второй генерации, обрастает его зерна по периферии тонкими каемками или развивается по микротрещинам в виде тончайших прожилков, пересекающих пирротинные выделения. В ассоциации с халькопиритом встречается редкая вкрапленность сфалерита. В единичных случаях отмечаются редкие тончайшие выделения миллерита и кубанита (скв. 3055, гл. 464,6; 468,1; 470,9 м). Обычно они находятся в сростаниях с пирротинном и халькопиритом.

По данным химических анализов проб установлены (мас.%): цинк (до 0,15%), медь (от 0,03 до 0,08%), никель (до 0,14%), кобальт (до 0,01%), сера (до 10,9%). Золото отмечено в единичных пробах в количестве от 0,1 до 4,0 г/т. В монофракциях пирротина нейтронно-активационным анализом установлены золото и платиноиды (табл.5).

* В пределах Кшенского рудопроявления в керне скв.4141 (гл.211,4-212,3 м) в элювиальной коре выветривания, залегающей на амфиболитах, в процессе поисковых работ выявлено рассыпное золото (>1 г/м³).

Распределение ЭПГ и Au в породах Роговского рудопроявления

№ скв.	Глубина (м)	Характеристика материала пробы	Содержание, мг/т				
			Au	Pt	Pd	Rh	Сумма платиноидов
3077	283,3; 227,2; 248,0	Цемент со следами скарнирования и вкрапленностью сульфидов	140	22	47	6	75
	283,3; 227,2; 248,0	Обломочный материал	35	10	12	-	22
3078	219,1; 202,3; 226,7; 227,1	Цемент гранат-эпидот-карбонатного состава	22	14	10	2	26
	273,0; 281,5; 299,5; 305,5	Цемент гранат-эпидот-карбонатного состава	63	35	37	5	77
	219,1; 202,3; 226,7; 227,1	Обломочный материал: преимущественно метавулканиты основного состава	28 170	170 100	320 160	130 26	620 280

Примечание: Составлена по материалам ГПП «Курскгеология»

*Роговское рудопроявление** выявлено в начале 70-х годов среди вулканомиктовых обломочных пород, тесно пространственно и генетически связанных с тимскими вулканидами. Эти породы слагают округлую, близкую к эллипсоидной форме структуру (вулканоструктуру диаметром до 1 км), которая характеризуется положительными гравимагнитными (до нескольких мГл) и магнитными аномалиями (2000-3000 гамм).

Обломки, на долю которых приходится 70-80 % объема, имеют чаще овальную, удлинненную и реже угловатую форму и характеризуются значительными вариациями размеров, достигая 25-30 см и более в поперечнике. Представлены они ортосланцами биотит-альбит-актинолитового и хлорит-эпидот-актинолитового состава, биотит-кварцевыми сланцами, эпидозитами, кварцитами, эпидот-пироксеновыми породами, мраморами, железистыми кварцитами и жильным кварцем. Кроме того, установлены обломки метабазальтов и, в меньшей мере, метаандезитов и метаплагиопорфиринов.

В промежутках между крупными обломками располагаются более мелкие (того же состава), сцементированные нацело перекристаллизованной неоднородной массой, состоящей из актинолита, хлорита, альбита, биотита, карбоната, кварца, эпидота и магнетита. Среди цемента нередко отмечаются обломки кристаллов альбитизированного плагиоклаза и кварца. Магнетит и титаномагнетит слагают оторочки по периферии отдельных обломков метабазальтов и амфиболитов, а также образуют мелкую вкрапленность в цементе. В количественном отношении цемент составляет 15-20% от всего объема породы. Форма мелких обломков в цементе неправильная, остроугольная, по структуре напоминающая пепловый материал.

Форма залегания, состав, характер строения, неотсортированность материала, отсутствие слоистости, угловатые очертания обломков и присутствие среди них пород фундамента подтверждают вулканомиктовый генезис этих образований. Вулканомиктовые обломочные породы выполняют

эруптивные аппараты и трубки взрыва, которые, по-видимому, являлись подводными каналами для магматических масс. Последние или изливались на поверхность, или проникали в толщу оскольской серии, образуя согласные силлообразные залежи. Вулканические аппараты контролируются продольными глубинными разломами, локализуясь в местах их пересечения с поперечными.

В пределах Роговского проявления золото-платинометаллической минерализации установлены в ряде скважин (3060, 3077, 3078), вскрывающих эруптивные брекчии. В цементе и обломках брекчий, несущих следы скарнирования, отмечается очень тонкая вкрапленность рудных минералов. Среди них установлены: магнетит, титаномагнетит, рутил, лейкоксен, циркон, пирит, пирротин, арсенопирит, халькопирит, борнит, дигенит, ковеллин, куприт, киноварь, самородная медь. Характерной особенностью рудопроявления является постоянное присутствие в породах золота и платиноидов (табл.6) и крайне неравномерное их распределение. Результаты пробирно-спектрального анализа семи навесок от одной пробы (скв. 3078, гл. 299,5 м) показали: а) в одной из навесок сумма платиноидов составила 620 мг/т (Pt – 170, Pd – 320, Rh – 130) и золота – 28 мг/т; б) в трех последующих навесках платиноидов содержится в количестве от 108 до 387 мг/т, золота – от 38 до 98 мг/т; в) в оставшихся трех – платиноидов от 20 до 68 мг/т, золота – 35-50 мг/т.

В эруптивных брекчиях, вскрытых скважинами 3072 и 3075 (в 8 км северо-восточнее с.Погожее) в пределах Воскресеновской геохимической аномалии, в двух штуфных пробах (скв.3075, гл.273,0 и 279,0 м) по данным пробирного анализа установлено золото в количестве соответственно 2,7 и 0,67 г/т. В протолочке из керна скважин 3072 установлено свободное золото с размерами 3-х золотин от 0,05x0,05 до 0,05x0,1 мм, а базальных (морсовских) песках, непосредственно залегающих на кристаллических породах фундамента, была обнаружена тончайшая пластинка платины размером 0,15x0,15 мм [12].

* Известно как Куськинский пункт минерализации.

4. Граничные признаки кшенского типа золото-платиноидного оруденения и мировые аналоги

Таким образом, в качестве типовых структурно-вещественных, рудно-формационных и геолого-генетических граничных признаков золото-платиносодержащего оруденения кшенского типа выступают: а) отчетливая приуроченность рудопроявлений к субсогласной с общим планом Тим-Ястребовской структурой линейной зоне расланцованных, катаклазированных, милонитизированных и в разной мере сульфидизированных, амфиболитизированных, биотитизированных, турмалинизированных преимущественно основных и ультраосновных нормальной и повышенной щелочности вулканитов, их ортосланцев; б) высокая степень насыщенности рудоносной зоны дайками различного возраста, состава и формационно-генетической принадлежности; в) сложное сочетание реликтовых и многочисленных наложенных минеральных парагенезисов рудовмещающих пород, отражающих многоэтапность и полифазность метаморфических и гидротермально-метасоматических процессов формирования золото-платиносодержащей рудообразующей системы; г) отчетливая пространственно-генетическая связь золото-платиносодержащих руд с зонами повышенной сульфидной минерализации, определяющая принадлежность оруденения к сульфидно-вкрапленному типу с ведущей ролью пиритового, пирит-пирротинового и пирит-арсенопиритового минеральных парагенезисов при крайне ограниченном проявлении жильного сульфидно (пирит)-кварцевого типа.

По минеральному составу (пирит, пирротин, графит, реже халькопирит, арсенопирит, пентландит, магнетит, гематит, ильменит, галенит, сфалерит, самородное золото, осмистый иридий и др.) и распределению малых элементов (Ni, Co, Cr, P, Ti, As, Sb, Bi, Sn, Ba и др.) сульфидно-вкрапленная минерализация обнаруживает значительные черты сходства с золото-платинометалльными рудами в углеродистых сланцах тимской свиты, подчеркивая тем самым их принадлежность к единой длительно развивающейся (полихронной) рудообразующей системе, полигенной по природе продуцируемых источников рудного вещества и углерода, физико-химическим параметрам минералообразующей среды и условиям концентрирования рудообразующих элементов.

По геолого-структурному положению, характеру рудовмещающих пород, условиям локализации, составу минеральных ассоциаций бескварцевый сульфидно-вкрапленный золото-платиноидный кшенский тип оруденения Тим-Ястребовской структуры КМА обнаруживает значительную аналогию (табл.7) с такими известными крупными месторождениями, как Калгурли (Австралия), Гейта (Танзания), а так же Вендерер (Южная Родезия) и другие [2,7,6,12,23,24,26 и др.].

Кварцево-жильный подтип на Кшенском золото-платиносодержащем рудном поле представлен

единичными турмалин-альбит (иногда ортоклаз)-кварцевыми жилами небольшой (до 0,4 м) мощности и протяженности (около 800 м) с содержанием золота 1,6 г/т (скв.4135). По условиям локализации и составу определяющих их облик минерального парагенезиса (кварц, турмалин, альбит, олигоклаз, пирит, золото) кварцево-жильное оруденение обнаруживает существенные черты сходства с гидротермально-пневматолитовым (метасоматическим) золоторудным месторождением Ондонок (Канада; [2,7,23,12,9]).

Работы выполнены при финансовой поддержке ФЦП "Интеграция", грант № И-0865.

ЛИТЕРАТУРА

1. Буряк В.А., Михайлов Б.К., Цымбалюк Н.В. Генезис, закономерности размещения и перспективы золото- и платиноносности черносланцевых толщ // Руды и металлы. -2002. - №6. - С. 25-36.
2. Додин Д.А., Чернышов Н.М., Яцкевич Б.А. Платино-металльные месторождения России. - СПб., 2000. - 753 с.
3. Додин Д.А., Чернышов Н.М., Чередникова О.И. Металлогения платиноидов крупных регионов России. - М., 2001.-302 с.
4. Горбунов Е.З., Делпаны Л.М. Генетические типы и рудные формации месторождений золота докембрия Африки // Геология и полезные ископаемые докембрия зарубежных стран. - М., 1975.-С.112-142.
5. Чернышов Н.М., Коробкина Т.П. Новый тип платино-металльного оруденения Воронежской провинции: платиноносные высокоуглеродистые стратифицированные комплексы // Платина России. Проблемы развития минерально-сырьевой базы платиновых металлов. - М., 1995. - Т. 2, кн. 2. - С. 55-83.
6. Чернышов Н.М. Новый тип золото-платино-металльного оруденения в стратифицированных черносланцевых комплексах ВКМ (Закономерности размещения, минералого-геохимические особенности и геолого-генетическая модель формирования) // Вестн. Воронеж. ун-та. Сер. геол. - 1996. - № 1. - С. 114-132.
7. Stephenson I.F. Gold deposit of the Rise Lake-Beresford Lake greenstone belt Southeastern Manitoba//Geology and geophysics of the Rise Lake region, Southeastern Manitoba (Project Pioneer) // Man. Mines. Br. Publ. -1971. -V. 71, № 1. -P. 334-376.
8. Travis G. A., Woodall R., Bartram G.D. The geology of the Kalgoorlie goldfield // Geol. Austr. Sp. Publ. 1971. -V. 18, № 3. -P. 175-190.
9. Kang A.H., Goodwin A.M., Muugan R. et al. Economic minerals of the Canadian Shield // Geology and economic minerals of Canada. -Ottawa, 1970. -P. 151-226.
10. Чернышов Н.М. Формационно-генетические типы платинометалльных проявлений Воронежского кристаллического массива // Платина России. Проблемы развития минерально-сырьевой базы платиновых металлов. - М., 1994. - С. 85-103.
11. Чернышов Н.М. Формационно-генетическая типизация платинометалльного оруденения и перспективы наращивания минерально-сырьевого потенциала платиновых металлов России // Вестн. Воронеж. ун-та. Сер. геол. - 1996. - Вып. 2. - С. 75-85.
12. Chernyshov N.M. New Type of PGE Mineralization in Carbonaceous Stratified Precambrian Complexes of the

Таблица 7

Геологические, структурно-вещественные и рудно-формационные признаки сходства кшенского типа золото-платинометалльного оруденения с известными золоторудными месторождениями мира бескварцевого сульфидно-вкрапленного типа

Геологические условия локализации м-ний, рудно-формационные параметры	Кшенское рудное поле	Месторождения зарубежных стран	
		Калгурли	Гейта
Тектонические	Протерозойский внутриконтинентальный рифт. Протяженные долгоживущие разломы, зоны трещиноватости, субогласные разрывы, сложноскладчатое крутое залегание вмещающих пород; зоны объемного катаклаза.	Докембрийский зеленокаменный пояс. Наличие протяженных субогласных разломов, зон расщепления, наличие крутых изоклинальных складок, осложненных согласными разрывами.	Докембрийские узкие синклинальные прогибы, трюги, грабенсинклинали древних складчатых областей, зоны дробления, брекчирования.
Магматические	Гранодиориты, граниты, дайки габбро, диоритов, фельзит-порфиров, риолитов, граносиенит-порфиров, риодацитов, лампрофиров.	Силы долеритов, многочисленные дайки разнообразного состава.	Плагииграниты, дайки разнообразного состава.
Вмещающие породы	Метаэффузивы основного, ультраосновного состава, магнетитсодержащие сланцы, риолиты, дациты и их туфы, прослой малорудных железистых кварцитов, черных сланцев.	Покровы основных метаэффузивов, реже графитовые сланцы, серпентиниты, метатифогенные породы.	Зеленокаменные породы с прослоями амфибол-магнетитовых сланцев и железистых кварцитов.
Метаморфизм	Зелено-сланцевая и эпидот-амфиболитовая фации	Эпидот-амфиболовая фация	Зелено-сланцевая и эпидот-амфиболитовая фации.
Морфология рудных тел, их параметры	Минерализованные зоны дробления, милонитизации, приразломного метасоматоза протяженностью до 30 км. Мощность лентообразных прерывистых крутопадающих (60-75°) рудных тел 0,5-6,1 м.	Ряд рудных тел в виде непрерывно сменяющихся лентообразных (мощностью 0,6-1,0 м до 24 м) с сульфидной вкрапленностью залежей, приуроченных к крутопадающим (75-80°) зонам дробления сброса Голден-Майл.	Рудное поле включает шесть крутопадающих (55-75°) рудных тел мощностью 0,6-0,8 м и протяженностью 14 км, приуроченных к зонам дробления и брекчирования.
Формационная группа	Зоны сульфидной вкрапленности, редко кварцево-жильный тип.	Зоны сульфидной вкрапленности с резко подчиненным развитием кварцево-жильного типа.	Зоны сульфидной вкрапленности.
Минеральные типы	Пиритовый, пирит-пирротиновый, пирит-арсенопиритовый.	Пиритовый, пирит-теллуридный.	Пиритовый, пирит-пирротиновый.
Минеральная ассоциация руд и околорудных пород	Пирит, пирротин, арсенопирит, халькопирит, золото, серебро, сфалерит, висмутин, галенит, ульманит и др. Жильные: карбонаты, биотит, кварц, сфен, турмалин, полевые шпаты, альбит, рутил, биотит.	Пирит, теллуриды, халькопирит, сфалерит, галенит, пираргерит, энаргит. Жильные: кварц, альбит, карбонаты, биотит, флюорит, хлорит.	Пирит, пирротин, арсенопирит, золото. Жильные: альбит, кварц, серицит, хлориты.
Содержание ЭПГ (мг/т) и Au (г/т), пробность Au, формы выделения	Au от 3,2 до 20,6 г/т, среднее содержание по Кшенскому рудопроявлению – 4,84 г/т. Пробность 850-980; отдельные зерна и включения в пирите; содержание ЭПГ от 100 до 1800 мг/т.	Au от 5-10 до 13,2 г/т. Пробность 850-950; отдельные зерна и включения в пирите, теллуридах. Сведения о содержании ЭПГ отсутствуют.	Au – 11-14 г/т; на глубоких горизонтах – 6,4 г/т. Отдельные зерна и включения в пирите. Запасы золота более 1000 т. Сведения об ЭПГ отсутствуют.
Генетические типы	Оруденение принадлежит к «бескварцевому» сульфидно-вкрапленному подтипу гидротермального типа.		

- Central Russia // International Platinum.- Theophrasus publications, St. – Petersburg – Atheus, 1998. - P. 199-205.
13. Чернышов Н.М. Природа углерода и рудного вещества золото-платинометалльных рудообразующих систем в черносланцевых стратифицированных образованиях ВКМ // Вестн. Воронеж. ун-та. Геология. -2001. -№ 12. – С. 149-153.
14. Мяснянкин В.И., Чернышов Н.М. Новый тип золотого оруденения в протерозойских толщах Тим-

- Ястребовской структуры // Отеч. геология. - 1992. - № 12. - С. 16-20.
15. Холин В.М. Геология, геодинамика и металлогения раннепротерозойских структур КМА: Автореф. дисс. ... канд. геол.-минер. наук. - Воронеж, 2001. -24 с.
16. Холин В.М., Лебедев И.П., Стрик Ю.Н. О геодинамике формирования и развития Тим-Ястребовской структуры КМА // Вестн. Воронеж. ун-та. Сер.геологич. -1998. -№5. -С.51-59.
17. Чернышов Н.М., Холин В.М., Ненахов В.М., Лебедев И.П. Эволюция рифтогенных структур в раннем до-

- кембрии ВКМ // Тектоника и геодинамика: общие и региональные аспекты: Матер: XXXI тектон. совещ., 3-6 февр. 1998 г. - М., 1998. - Т. 2. - С. 259-261.
18. Чернышов Н.М., Холин В.М., Стрик Ю.Н. Металлогения Алексеевско-Воронецкой рифтогенной зоны КМА // Рифтогенез, магматизм, металлогения докембрия. Корреляция геологических комплексов Феноскандии. - Петрозаводск, 1999. - С. 53-54.
 19. Чернышов Н.М., Мяснянкин В.И. О золотоносности раннедокембрийских зеленокаменных структур КМА // Геология рудных месторождений. - 1992. - Т. 34, № 2. - С. 19-31.
 20. Рундквист Д.В., Кушев В.Г., Попов В.Е. Типизация структурно-металлогенических зон архейско-раннепротерозойского возраста // Геология и перспективы рудоносности фундамента древних платформ. - Л., 1987. -С.65-89.
 21. Казанский В.И. Эволюция рудоносных структур докембрия: архейские кратоны и области протоактивизации // Рудоносные структуры докембрия. - М., 1982. -С.7-68.
 22. Некрасов Е.М. Зарубежные эндогенные месторождения золота. -М., 1988.
 23. Ручкин Г.В., Дерюгин Ю.Н. Золоторудные месторождения раннедокембрийских зеленокаменных поясов // Докл. АН СССР. -1987 -Т.292, №4. -С.944-947.
 24. Чернышов Н.М. Минералогия и условия формирования золото-платинометалльного оруденения в стратифицированных высокоуглеродистых комплексах и метасоматитах КМА (Центральная Россия) // Основные проблемы в учении о магматогенных рудных месторождениях: Тез. докл. Междунар. симп., посвящ. 100-летию со дня рождения акад. А.Г. Бетехтина (г. Москва, 8-10 апр. 1997 г.). - М., 1997. - С. 304-305.
 25. Fripp R. E.P. Gold metallogeny in the Archaean of Rhodesia // The early history of the Earth. L. -1976. -P. 455-466.
 26. Seager R., Meyer M., Muff R. Gold distribution in supracrustal rocks Archaean greenstone belts of Southern Africa and from Paleozoic ultramafic complexes of the European Apls: metallogenic and geochemical implications // Econ. Geol. -1982. -V. 77, № 1. -P. 1-24.
 27. Seward T.M. Hydrothermal transport and deposition of gold // Gold mineralization. Univ. exten., Univ. West. Austr., Nedlands. -1979. -Publ. 3. -P. 45-55.
 28. Viljoen R.P. Saager R., Viljoen M.J. Some thoughts on the origin and processes responsible for the concentration of gold in the early Precambrian of Southern Africa // Mineral. Deposita. -1970. -№ 5. -P. 164-180.
 29. Viswanatha M.N., Ramakrishnan M. Kolar belt // Early Precambrian supracrustals of Southern Karnataka. Calcutta, 1981. -P. 221-246.
 30. Чернышов Н.М. Типы, минеральный состав и генетические особенности золото-платинометалльного оруденения в высокоуглеродистых стратифицированных комплексах раннего докембрия ВКМ // Углеродсодержащие формации в геологической истории: Тр. Междунар. симп., 2-7 июня 1998 г. - Петрозаводск, 2000. - С. 179-190.
 31. Ляховкин Ю.С. Типизация проявлений золотого оруденения Воронежского кристаллического массива // Отечественная геол., 2001. -№6. -С.16-21.

УДК 553.43.071<<637>>(470.324)

ПЕРВОЕ РУДОПРОЯВЛЕНИЕ САМОРОДНОЙ МЕДИ, СВЯЗАННОЕ С ВЕРХНЕДЕВОНСКИМ БАЗАЛЬТОИДНЫМ ВУЛКАНИЗМОМ ЮГО-ВОСТОКА ВОРОНЕЖСКОЙ АНТЕКЛИЗЫ (к вопросу о сырьевой базе металлургов Мосоловского поселения эпохи поздней бронзы в бассейне среднего течения р.Дон)

С.П. Молотков, А.Ю. Альбеков

Воронежский государственный университет

Впервые дана геолого-минералогическая характеристика рудопроявления самородной меди в основании покрова верхнедевонских базальтов Мамонской площади юго-востока Воронежской антеклизы. Рассмотрены геолого-структурные и петрохимические аспекты траппового магматизма, роль фанерозойской активизации в локализации медного оруденения. Обоснована роль рудопроявлений самородной и сульфидной меди ("медистых песчаников"), как местной сырьевой базы металлургов срубных общин эпохи поздней бронзы в бассейне среднего течения р. Дон.

В процессе поисково-съёмочных работ на восточном склоне Павловского выступа Воронежского кристаллического массива к середине 60-х годов XX века были открыты первые месторождения сульфидных медно-никелевых руд (Нижнемамонское, Подколодновское, Юбилейное) в ультраосновных породах мамонского интрузивного комплекса раннего карелия [1,2]. Мощность осадочных

пород платформенного чехла на этих месторождениях колеблется от 35-50 до 100-120 метров.

Песчано-гравийные (с каолином) отложения мамонской толщи (D₃mm) с выделенным в 1968 году в основании ее разреза на Подколодновско-Юбилейном участке проявлением [3] "медистых" песчаников (с халькопиритом) широко развиты (рис.1) в южном и юго-восточном борту Павловско-