

Игамбердиев Э.Э. (Госкомитет Республики Узбекистан по геологии и минеральным ресурсам), Юсупов Р.Г. (ННО «Ветеран геологии» Госкомгеологии Республики Узбекистан), Азизов А.М. (Государственная пробирная палата Агентства по драгоценным металлам Республики Узбекистан)

МЕТАЛЛОНОСНОСТЬ ПАЛЕОЗОЙСКОГО МАГМАТИЗМА И ПОТЕНЦИАЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ПЛАТИНОВЫХ МЕТАЛЛОВ (ЧАТКАЛО-КУРАМИНСКАЯ АКТИВНАЯ КОНТИНЕНТАЛЬНАЯ ОКРАИНА)

*Установлена практически значимая платиноносность магматогенных и эпимагматогенных рудных месторождений. Платиновые металлы образуют собственные минеральные формы нахождения, а также изоморфно-связанные и, предположительно, примесные (наноструктурные) формы. Изучение месторождений Ag-Au и других формаций на нетрадиционную платиноносность расширяет минерально-сырьевой потенциал Узбекистана. **Ключевые слова:** магматизм, эпимагматогенный, металлоносность, золото, платиновые металлы, активная континентальная окраина.*

Igamberdiev E.E. (State Committee of the Republic of Uzbekistan on Geology and Mineral Resources), Yusupov R.G. (NNGPO of Goskomgeologiya, the Republic of Uzbekistan), Azizov A.M. (State Assay Office, Precious Metals Agency of the Republic of Uzbekistan)

METAL CONTENT OF PALEOZOIC MAGMATISM AND POTENTIAL RESOURCES OF PLATINUM-GROUP METALS (CHATKALO-KURAMINSKAYA ACTIVE CONTINENTAL MARGIN)

*Practically significant platinum mineralisation of magmatogene and epimagmatic ore deposits is established. Platinum-group metals form proper mineral occurrence forms as also isomorphic-bound and, presumptively, impurity (nanostructure) forms. The geological branch of Uzbekistan expands mineral resource potential by studying Ag- and Au deposits and other formations for nonconventional platinum mineralization. **Key words:** magmatism, epimagmatogene, metal content, gold, platinum-group metals, active continental margin.*

В научно-техническом прогрессе, новейших технологиях науки и промышленности ведущая роль отводится платиновым металлам (ПМ). Россия, ЮАР, Канада США, Австралия, Бразилия, Зимбабве и другие государства — производители ПМ, получаемых из *сульфидных платиноидно-медно-никелевых руд* Норильска, Мончи, Печенги (РФ), Садбери (Канада), Изинь-Чуань (КНР), Камбанды (Австралия); *малосульфидных платинометаллических, платино-хромитовых, сульфидных платиноидно-медно-никелевых руд* (рифы Меренского, Бушвельдский плутон); *малосульфидных платинометаллических руд* Стиллуотера (США), Скаергаарда (Гренландия) и др.; *золотоносных конгломератов* (Витватерсранд); *золотых руд* (Мурунтау, Узбекистан); *колчеданно-полиметаллических руд* (Усть-Каменогорск, Казахстан); *медистых песчаников* (Джезказган, Казахстан), *медно-порфировых руд* (США); *россыпных отложений* (РФ, Эфиопия, США, Колумбия).

В последние годы минеральные сырьевые ресурсы платиновых металлов значительно увеличились [2, 3] за счет обнаружения нетрадиционной платиноносности [2, 5–7, 9, 11, 12] в рудах эпимагматогенных месторождений (метамагматогенные акцессорно-минеральные проявления в породах умереннокислого состава, Кызылташ-сай на Ангренском плато и др.; продукты дифференциации основных расплавов на магнетит, титаномagnetит-апатитовые фракции как носителей меднорудной, благороднометаллической — легкоплатинометаллической и других «нагрузок», Актепинское рудное поле, Тебинбулак — Султанувайс; контактово-пневматолитовые — скарновые месторождения Cu, Mo, Re-Au, Pt, Pd оруденения, Гавасай, Курутегерек; гидротермальные — медно-молибден-золото-порфировые, Большой Кальмакыр, Дальнее, Суюксу, Келенчек-Ташкескен и др.; кварцево-сульфидно-золоторудные, кварцево-серебро-полиметаллические, серебро-арсенидные месторождения с легкоплатинометаллической «нагрузкой», Кочбулак, Кызылалма, Лашкерек, Актепа и др.), а также углеродсодержащие (тухлитовые) сланцы турона — продукты дифференциации осадочного, вулканогенно-осадочного (территория от бассейна р. Амударья до Чу-Илийский гор) литосферного вещества. Практическая значимость углеродистых отложений сопоставляется с «черными» медистыми сланцами Цехштейна Западной Европы (Германия, Польша и др.), несущими Cu, Au-Ag, Pt, Pd и другие стратегические металлы. Установлена платиноносность морских (литоральных) гравелитов, кварцевых песчаников и песков верхнеэоцен-нижнеолигоценового возраста (объединенные слои риштанской, исфаринской и ханабадских свит) на Au-ПМ, уран (Юсупташ) [2]. Возможности формирования потенциальных ресурсов ПМ Чаткало-Кураминской активной континентальной окраины представлены (табл. 1, 2) мета- и эпимагматогенной платиноносностью габброидов шавазского комплекса — C₁ (мафит-ультрамафиты); акцессорно-минеральным потенциалом на ПМ (Cu-Fe, Pd; Au, Cu-Fe, Pt) монцодиоритов карамазарского комплекса — C₂ (Кызылташ-сай на Ангренском плато) и, согласно Р.И. Конеева, нетрадиционной Pt-Pd-Au минерализацией с Sn, Cu, Ni (диорит-гранодиориты и вулканы андезитового состава по зонам кварц-серицит-пиритовых метасаматитов); платиноносностью месторождений Cu, Mo-Au пофировых, Au-Ag, Au-Te, Au-As, Ag-As, Ag-Pb, Zn формаций; аутигенно-нетрадиционной Au-платинометаллической минерализацией в прибрежно-морских (литоральных) верхнеэоцен-нижнеолигоценовых отложениях.

Промышленно-генетические типы (подтипы) мета- и эпимагматогенного платинометаллического оруденения:
магматогенные (метамагматогенные, позднемагматогенные):

1) мафит-ультрамафиты, железорудная (магнетитовая феррофация) и акцессорно-рудная золото-платинометаллическая продуктивность (Султанувайс: Тебинбулак, Тамды; Актепа, Акча-Шаваз и др.);

2) акцессорно-рудный рассеянный (монцодиориты, гранодиориты, адамеллиты); золото-легкоплатинометаллическая (Кызылташ-сай на Ангренском плато, Срединный Тянь-Шань) формация;

Таблица 1

Периодизация основных этапов развития верхнепалеозойско-позднемезозойского магматизма Чаткало-Кураминской активной континентальной окраины и их рудоносность

Шкала	Особенности геологического развития [1]	Металлоносность (продуктивность, рудоносность)	
		Продуктивность	Формации, субформации
	Внутриплитное развитие		
K ₁	Трахибазальтовый, щелочно-базальтоидный вулканизм, карбонатитовый, лампроитовый, габбро-монцитонитовый магматизм (малые интрузии, дайковые пояса, трубки взрыва)	Fe, Mn, Ti, Cr, Au, ПМ, TR, U, C (алмазы)	Алмазоносная, апатитоносная, железорудная с платинометалльной нагрузкой, медно-висмутовая, флюорит (барит)–полиметаллическая, флюоритовая
J T ₁			
P ₂			
	Континентальный рассеянный рифтогенез		
P ₁	Формирование мантийно-коровых плюмов, континентальный вулканизм, габбро-монцодиорит-гранодиоритовый, гранит-лейкогранитовый плутонизм, формирование сводов, рифтов, кальдер, вулканотектонических депрессий	Sn, Bi, W, Be, Nb, Ta, Zr (Hf), TR+Y, U, F (S-тип)	Комплексная редкометалльно-флюоритовая, касситерит-силикатная, флюоритовая (баритовая) с сульфидами Pb, Zn; ураново-смолково-сульфидная; уран-флюоритовая; редкометалльно-пегматитовая (альбититовая); редкометалльно-грейзеновая
C ₂			
C ₁			
C ₁	Субщелочной базальтоидный вулканизм и плутонизм	Fe, Mn, Au, ПМ, Cu, Pb, Zn, Bi, W, Sn, P	Железорудная (апатит-магнетитовая) с ПМ нагрузкой, вторичные кварциты, скарново-полиметаллическая, скарново-халькопирит-золоторудная, скарново-арсенипиритовая

Таблица 2

Платинометалльные и платиноносные типы оруденения

Формации	Железорудная, апатитовая, титаномагнетитовая, магнетитовая	Скарново-железорудная; медная, полиметаллическая, золото-порфировая; кварцево-сульфидно-золоторудная	Горючие сланцы	Медистые песчаники
Вмещающие породы	Пироксеновое габбро, C ₁	Туфобрекнии трахиандезит-дацитового (порфириты) комплекса, C ₂₋₃	Алевритистые глины, эоцен	Красноцветные молассы, меловой возраст
Оруденение	Зоны вкрапленной минерализации	Штокверки	Пласты черных горючих сланцев мощностью 0,1-2,5 м	Пластообразные залежи
ПМ	Pt, Pd	Pt, Pd, Ru, Rh, Ir	Pd, Rh	Pt, Pd, Rh
Формы проявлений (минералы-концентраты, минералы-носители)	Изоморфные примеси в сульфидах, минералах-платиноидов	Изоморфные и наноструктурные примеси в сульфидах	Изоморфные примеси в сульфидах, органо-минеральные комплексы	Изоморфные примеси в сульфидах меди
Типоморфные элементы	Fe, Ti, Pt, Zn, Ni, Co	Au, Mo, Cu, Pb, Zn, Sb, As, S	Mo, Cu, V, Cd, Re, Se, In, Co, Zn, W, Sc, TR	Cu, Mo, Re, W Au, Ag, Pb, Ni, Co
Типоморфные минералы	Титаномагнетит, пирротин, пирит, халькопирит, борнит	Кварц, доломит, адуляр, серицит, хлорит, пирит, халькопирит, гематит, молибденит, галенит, сфалерит, блеклая руда, золото самородное	Органические минеральные вещества, гидрослюдистые минеральные компоненты	Халькопирит, халькозин, борнит, атакамит, азурит, малахит, самородная медь, куприт, хризоколла
Перспективы	Неясные	Перспективные	Неясные	Неясные
Месторождения (рудопроявления)	Шаваз, Акчасай, Беляуты, Алычалык	Нижнесарыкольская минерализованная зона, Гавасайская площадь, Кызылташсай, Кандырсай	Кызылкумские, Амударья-Предгиссарские горючесланцевые бассейны	Акрабат, Аккапчигай, Байсун, Тюбегатан, Варзык
Авторы	И.М. Голованов, 1978	С.К. Миронов, В.В. Козлов, 2002; Р.Г. Юсупов, 1983; Р.И. Конеев, 2015	Г.А. Прохоренко, А.Г. Лузановский, Н.М. Артемева, 1999	И.М. Голованов, 1978

контактово-пневматолитовые (скарново-вые): промышленно-генетические типы (Гавасай, Кошмансай, Суреньята, Курутегерек, Бозымчак);

гидротермальные:

1) медно-, молибден-золото-порфировые (Кальмакыр, Дальнее, Сарычеку, Суюксу на Ангренском плато, Келенчек-Ташкескенское рудное поле, Чаткальская зона);

2) серебро- и золоторудные (месторождение Au-Ag формации, Кызылалмасай, Реваште, Самарчук, Актурпак и др.; Ag-As, Актепинское рудное поле; Ag-Pb, Zn, Лашкерек);

техногенные:

отвалы месторождений Кальмакыр, Кочбулак, Мурунтау и др.;

экзогенные, благороднометалльные (Au, Pt, Pd и др.):

1) верхнеэоцен-нижеолигоценные, прибрежно-морские (литоральные, пляжевые отложения; Юсупташское рудное поле, Суреньята, Майское и др.);

2) шлиховые отложения, делювий (северные склоны Чаткальского хребта, русловые отложения рр. Пскем, Чаткал и др.; южные склоны Чаткало-Кураминских гор, русловые отложения р. Кассансай).

Хамрабаев И.Х. и др. [10] рассматривает мафит-ультрамафиты Тамдынской группы (Центральные Кызылкумы), магматиты ЮВ Ферганы и отдельные тела Атбаши-Джангджирской группы (Срединный Тянь-Шань) как перспективные на платиновые металлы. Мафит-ультрамафиты средних и больших глубин восстановительных условий формирования в присутствии водорода и углерода (или углеводородов), как правило, содержат единичные знаки минералов платиновых металлов (Pt, Os, Ir и Ru). В магматитах малых глубин практически отсутствует аксессуарная металлоносность. В этом плане пикритовые порфириды не попадают в число перспективных на платиноносность.

В рудах месторождений Au-Te (Кочбулак) и Au-Ag (Реваште, Кызылалмасай и Чадакское рудное поле) формаций Алмалык-Ангренского горнорудного района (Чаткальская и Кураминская зоны, Срединный Тянь-Шань) присутствуют единичные знаки порпечита [7], самородной платины [2, 5] и др. На Ag- Au, а также Cu (Mo)-Au-порфировых месторождениях единичные находки платинометаллических минералов (самородные палладий, родий, а также меренскит и др. [2, 6, 11, 12]) — это факты более широкого участия платиновых металлов и их минеральных

Таблица 3

Платиновые металлы в магматогенных и эпимагматогенных месторождениях Чаткало-Кураминской активной континентальной окраины и сопредельных территорий (по данным А. Андреева, Г.Ю. Алферова, И.Х. Хамрабаева, А.С. Уклонского, З.М. Протодряконовой, Т.С. Тимофеевой, М.М. Мусаевой, С.К. Смирновой, Е.З. Мещанинова, В.В. Козлова, А.Х. Туресебекова, К.М. Кромской, М.Н. Юлдашева, Н.П. Ермолаева, Р.Г. Юсупова, Э.Э. Игамбердиева)

Минерал	Элементы химического состава	Местонахождение	Распространенность
Класс самородные металлы, интерметаллиды			
Платина	Pt	Чадакское рудное поле	X
Поликсен	Pt	Курутегерек	X
Платина железистая (ферроплатина)	(PtPd) ₃ (Fe,Cu)	Тебинбулак, Атбаши	X
Изоферроплатина	Pt, Fe	Атбаши	X
Платина медная	Pt, Cu	Курутегерек	X
Ферроникельплатина	Pt, Fe, Ni	Атбаши	X
Платина палладистая	Pt, Pd	Тескудук-Ченгельды	X
Платина иридий	Pt, Ir	Атбаши; шлихи руч. Кассансай	X
Палладий	Pd	Актепа, Актурпак	X
Аллопалладий	PdHg	Курутегерек	X
Потарит	PdHg	Курутегерек	X
Порпечит	Au, Pd	Кочбулак, Актурпак, Актепа, Курутегерек	XX
Родий	Rh	Актепа	X
Неназванный минерал	Au, Pd, Fe	Кызылташсай	XX
Рутений	Ru	Атбаши	X
Осмий	Os	Атбаши	X
Осмирид	IrOs	Атбаши, Турдук	XX
Рутениридосмин	Os, Ir, Ru	Атбаши	XX
Иридий	Ir	Атбаши	X
Иридосмин	OsIr	Атбаши	X
Платинистый рутениридосмин	Pt, Ru, Ir, Os	Атбаши	X
Класс сульфиды			
Куперит	(Pt, Pd) S	Тебинбулак, Курутегерек	XX
Лаурит	RuS ₂	Атбаши	X
Неназванный сульфид рутения	Ru, S	Атбаши	X
Купрородисид	Rh, Cu, S (Os, Fe)	Атбаши	X
Неназванный сульфид родия	Rh, S	Атбаши	X
Класс арсениды			
Сперилит	PtAs ₂	Курутегерек, Тебинбулак	X
Иридарсенит	(Ir, Ru)As ₂	Мурунтау	X
Класс оксиды			
Палладинит	PdO	Тескудук, Ченгельды	X
Класс теллуриды			
Нигглиит	Pt(Sn, Te)	Курутегерек	X
Меренскит	(Pd, Pt)(Bi, Te) ₂	Кальмакыр	X
Сопчеит	(Ag, Pd)Te	Атбаши	X
Майченерит	(Pd, Pt)BiTe	Атбаши	X

Примечание: XX – ведущие, X – второстепенные и единичные знаки минерала

форм. Оценка и прогноз на платиноносность месторождений медно-порфировых [3, 12] и серебро-золоторудных формаций [2] позволяют обосновать возможность попутного извлечения ПМ из промышленных (Au, Ag, Cu, Mo и др.) и других объектов.

Минеральные формы нахождения платиновых металлов (табл. 3) являются показателями металлоносности магматизма, эпимагматогенной продуктивности и их извлекаемости. На месторождениях Au-Te, Au-Ag и Au-As формаций (Au, Ag, Pb, Zn, Cu, U и др.) платиновые металлы определяют практическую (промышленную) ценность объекта, пригодность для попутно-комплексной (добавочной) отработки. Рудные месторождения по геолого-генетическим различиям формирования (платиносодержащие) сравнительно отличаются от своих отдаленно промышленных аналогов (Садбери, Канада; Норильск и Мочегорск, Россия; Буазер, Марокко; Большое Медвежье озеро, Канада; и др.).

На эпимагматогенных (пневматолитово-скарновых, гидротермальных — плутоно- и вулканогенных) месторождениях «тяжелые» ПМ (Pt, Os, Ir) по распространенности уступают «легким» (Pd, Ru, Rh). Минеральные наборы платиноидов «легкого» ряда представлены преобладанием самородного родия (Актепа), палладия (Актурпак), а также самородной платины (Пирмираб, Чадак). Платиноиды «тяжелого» (Os, Ir, Pt) ряда практически отсутствуют. Присутствуют металлы «легкого» (палладий, родий) ряда (разделение ПМ на «легкие» и «тяжелые» соответствуют номенклатуре В.И. Вернадского).

Платиновые металлы — высоколиквидные, востребованные виды сырья, инвестиционно привлекательные. В перспективе необходимы приоритетные программы с разработкой геолого-генетических моделей их эпимагматогенного формирования. Реорганизация геологоразведочных работ, оценка мафит-ультрамафитовых комплексов на платиноносность, промышленная разработка эпимагматогенных рудных месторождений (медно-порфировые, Au-Ag, Ag-полиметаллические, сереборудные и др.) и попутное извлечение ПМ — это практический вклад в развитие воспроизводства минерально-сырьевой базы ПМ.

На месторождениях Ag-Au, Cu, Au-Mo и других формаций ПМ проявились в виде собственных минеральных форм [2, 6, 7] как преимущественно редкие (единичные) знаки порпецита [7] на Au-Te (Кочбулак, Актурпак) и Ag-As (Актепа); в форме иридарсенита — Au-As (Мурунтау), самородного палладия — Au-Te (Актурпак) и Ag-As (Актепа); платины — Au-Ag (Пирмираб, Чадакское рудное поле), самородного родия на Ag-As (Актепа) и меренскита на Cu(Mo)-Au (Кальмакыр). На проявлении Au-(Fe,Pd) формации (Ангренское плато, Кызылташсай и др.) присутствуют трехкомпонентные аксессуарно-минеральные фазы: Au-Fe (Pt, Pd) — Ag (Rh, Pd) [2, 11]. В матрице самородного Au [2], Au-Ag сплава, а также самородного Ag и других минералов Pd принадлежит к поздней генерации, находясь, возможно, в форме (Au, Pd)-Fe сплава. В гипо- и умеренноглубинных магматических комплексах (C₁, C₂₋₃ и P-T₁) постоян-

но присутствуют трехкомпонентные аксессуарно-минеральные фазы.

На контактово-пневматолитовых (скарновых) и гидротермальных месторождениях Ag-Au, Cu, Mo, Au-порфировых формаций составы руд — комплексные. Преобладают Au, Ag, Pb, Zn, Cu и другие наборы металлов, включая платиновые металлы. В месторождениях Ag-Au формаций ПМ образуют преимущественно наборы из «легких» разностей. «Тяжелые» (Pt, Os, Ir) платиноиды практически отсутствуют, преобладают Pd, Ru и Rh.

На Cu, Mo-Au-порфировых месторождениях Алмалыка [5, 9, 12] при обогащении руд извлекается 27 и 39 % платины и палладия соответственно Пиритовые и молибденитовые концентраты достаточно богаты примесями ПМ. В Алмалык-Ангренском рудном районе медные руды (Cu, Au-порфировые; Cu-Mo формация) — источники попутного извлечения ПМ. Золотоносные Cu-Mo руды Алмалыка располагаются в смешанных сиалического-фемических (известково-андезитовых, вулканитах, C₂), габбро-монцодиорит-гранодиоритовых плутоногенных комплексах, C₂₋₃. В рудах месторождений присутствуют магнетит (гематит)-пиритовые, пирит-халькопиритовые, молибденитовые и полисульфидные минеральные типы. Помимо Cu, Au, Mo, определяющих основные промышленные ценности руд, присутствуют Ag, Pd, Pt, Os¹⁸⁷, Ru и Ir. Молибдениты содержат Pd, Pt, Os¹⁸⁷ и Ru [9]. Сульфидные руды Кальмакыра являются легкообогащаемыми. Медь получают в пределах 48–80 %, попутно с медью извлекают Au, Ag, Mo, Se, Re, Te и др.

АО «Алмалыкский горно-металлургический комбинат», перерабатывая руды месторождений Кальмакыр, Сары-Чеку, Каульды, Актурпак, Кочбулак, Кайрагач, Кызылалма, Арабулак и других на медь, молибден, рений, благородные металлы, селен, теллур, серу и др., извлекает целый ряд попутных компонентов.

Месторождения Ag-Au формаций Алмалык-Ангренского горнорудного района — это носители нетрадиционной платиноносности. В рудных месторождениях Ag-Au формаций ПМ (Pt, Pd, Rh и др.) образуют значимые корреляционные (положительные) связи с Au, Ag, Cu, Fe, As, Se, Te и др. Самородные Au-Ag-содержащие минералы являются носителями Pt, Rh и других типоморфных примесей (от менее 0,1 до 10–100 г/т и более). Платина и платиноиды в составе самородных Au-Ag минералов образуют тонкие примеси, оставаясь распространенными их носителями. Из руд месторождений Ag- и Au-формаций необходимо попутно извлекать Pd.

В самородной платине присутствуют примеси Fe (~8 масс. %), Cu (0,5 %), Au и Ag (следы). В Au-Ag рудах и их рудных минералах ПМ являются показателями на источники рудного вещества (Au, Ag, ПМ). Рудное вещество по зонам глубинных разломов поступает из мантии, транспортировка которого связывается с газовой (паровой) фазой флюидопотока. В породах вулканогенных формаций Au-Ag оруденение находится в сопутствующем комплексе с ПМ (канимансурский промышленно-генетический подтип). К канджольскому подтипу принадлежат собственно серебряные, мед-

ные, серебро- и золотосодержащие руды в плутоногенных породах.

В рамках Главного Тянь-Шаньского благороднометалльного металлогенического пояса Чаткало-Кураминский (Срединнотяньшаньский) рудный концентрат (по И.Х. Хамрабаеву) является основой для прогноза и оценки месторождений Au-Ag и других формаций на платиноносность. Породы габбро-перидотит-анартозитового (C_1), габбро-монцодиорит-гранодиоритового (C_{2-3}), формации с их трахибазальт-трахитовой (C_1), трахиандезит-дацитовыми (C_{2-3}) и трахибазальт-трахиандезит-трахидацитовыми ($C_2 mb$) вулканогенными комплексами образуют металлогеническую специализацию на Fe, Au, Cu, Mo, Bi, Pb, Zn, ПМ, содержат признаки метамагматогенного происхождения [9]. Дифференциация расплава при участии ювенильных флюидов обогащает в практически значимых количествах акцессорно-рудные составы пород, формирует метамагматогенные минеральные типы оруденения (магнетиты, титаномagnetиты, ильмениты, апатиты и др.). Эволюция эпимагматогенного оруденения формирует их акцессорно-рудные благороднометалльные типы, специализированные на платиноносность.

Концепция мантийных плюмов и плюмотектоники проявлений мафит-ультрамафитов (C_1) и других магматических комплексов связывает их формирование с посттектонической (батолитовой) обстановкой геологического развития (субдукционный этап) — контрастные и последовательно дифференцированные известково-щелочные ($K \geq Na$) магматические образования. Западно-Тянь-Шаньский корово-мантийный плюм [1] на батолитовом этапе геолого-тектонического развития территории формирует связанные эпимагматогенные типы оруденения.

В основании Центрально-Азиатской территории функционирует «горячий суперплюм», центр которого предположительно находится в районе Даудаба-Каинды-Ирису (северо-западная часть Срединного Тянь-Шаня). В краевой оконечности микроконтинента пересечение зоны субдукции (субширотная Кызылкум-Нуратино-Южно-Ферганская сутура) с зонами трансформных разрывных структур, охватывающих «горячие поля» мантии, сопровождалось внедрением «порций» ($D_1, C_1, C_2-P_1, P, K-P$) мантийного субстрата (трахибазальты, трахиандезиты, трахидациты, риолиты, трахириолиты). Гомодромный плутонический ряд представлен из шонкинитов, габбро-эссекситов, роговообманковых габбро, диоритов, монцодиоритов, монцогранодиоритов, граносиенитов, лейкократовых гранитов, которые выделяются с повышенной калиевой щелочностью. Металлоносность (Au, Cu, Mo, Bi, Pt, Pd ...) архей-протерозойских гнейсов, кристаллических сланцев, кварцитов, мраморов, мафит-ультрамафитов и основных горных пород и их масштабная «переработка» на ранней стадии (C_{1-2}, C_{2-3}) развития Западно-Тянь-Шаньского мантийного плюма (подъемы, декомпрессионное плавление и др.) сопровождалось формированием металлогенического фона (хлорофильно-халькофильного) территории. В C_{2-3} -этап плюмовая обстановка развития территории сопро-

вождалось становлением Ферганского мегасвода (410×430 км) [8], а также Чаткальского и Кураминского сводовых поднятий. Кураминский свод принадлежит к базальтоидному типу (продукт мантийного диапиризма), Чаткальский свод — гранитоидному типу и связан с интенсивными процессами гранитизации. Чаткальское сводовое поднятие от Кураминского расчленяется по зоне Угам (Кумбель)-Кенкол-Арашанского глубинных разломов. Кураминское сводовое поднятие пространственно сложено породами вулканоплутонических комплексов (C_1, C_{2-3}, P_1), охватывая мелкие тела поздних трахит-лейкогранитов — P_1 (арашанский, чаркасарский комплексы), габбро-монцит-сиенитов — P_1 (бабайобский, чилтенский и другие комплексы).

Большинство месторождений Ag-Au формаций (Au-Ag, Au-Te, Ag-Pb, Zn, Ag-As, медно, молибден-порфировых и др.) принадлежат к платиноносным [9, 12]. В этих месторождениях Pt, Pd, Rh и др. обладают корреляционными связями с Fe, Mn, Au, Ag, Cu, As, Te, Se, Hg и др. Примеси Pt, Pd, Rh характерны для самородных Au, AuAg, Au_2Ag , $AuAg_3$ и др. Самородное Au (Кызылалмасай, Чадак и др.) содержит Pd (порпечит до 5–6 %) и в меньшем количестве Pt (до 0,01–0,1 %). Для минерала проявилась кластерная изоморфная форма фиксации Fe, Cu, Te и др. Самородное Ag содержит (Актепа) повышенные примеси, %: Rh (1,3), Pd (0,44), Pt (0,08).

Потенциальные ресурсы ПМ относятся к крупным и уникальным промышленно-генетическим типам (железорудные, комплексные апатит-магнетитовые и другие месторождения) и связаны с мафит-ультрамафитами (базиты, мезиты, анартозиты и др.), рудоносность (продуктивность) которых проявилась в тонкопримесной (Au-легкоплатинометалльные, Кызылташсай на Ангренском плато) и других минеральных формах (скарново-железорудные; скарново-золото-халькопиритовые; медно-порфировые Ag-Au, Ag-полиметаллические, серебро-мышьяковые, верхнеэоцен-нижнеолигоценные прибрежно-морские — литоральные и пляжевые россыпи с известной платиноносностью).

В рамках отдельной структурно-формационной зоны Тянь-Шаня в рудообразовании и поведении ПМ проявляются общие минералого-геохимические признаки (связи), когда в минеральных составах первичных руд компоненты «тяжелой», «тяжело-легкой» (смешанной) и «легкой» платины служат показателями на условия формирования магматогенных (метамагматогенных), эпимагматогенных (контактово-пневматолитовых, гидротермальных и др.) типов оруденения.

ПМ в мафит-ультрамафитовых комплексах проявились в акцессорно-минеральных формах (рассеянно-вкрапленные, сегрегации и др.). Их потенциальные рудоносности (продуктивности) на железорудное оруденение (Актепа, Кураминская зона; Султанувайс; Тебинбулак, Восточный Узбекистан; Акча-Шаваз, Чаткальская зона; и др.), апатитоносность (Актепа, Акча-Шаваз) содержат легкоплатинометалльные «нагрузки» с практически значимой апатитоносностью (носитель значимых содержаний редких земель). В контактово-

пневматолитовых (скарновых) и вулканогенно- и плутоногенных гидротермальных месторождениях платиноносность проявляет комплексность состава компонентов с участиями Cu, Au, Ag, Pb и др. В результате возникают геохимические (минеральные) связи с ПМ. По минерало-геохимическим особенностям месторождения Cu, Cu (Mo, Au)-порфировых, Au-Ag, Au-Te, Ag, Ag-Pb, Zn, Ag-As формации проявляют более широкие, нежели предполагалось ранее, связи с нетрадиционной (тонкопримесной, наноструктурной) платиноносностью. В них в относительно незначительном количестве присутствуют их минеральные формы выделений, практически отсутствуют попутные «тяжелые» (Os, Ir, Pt) платиноиды, присутствуют палладий, родий и реже платина.

В перспективе промышленного освоения платино-металлических и платиносодержащих рудных месторождений (рудопоявлений) Чаткало-Кураминской активной континентальной окраины — разработка мероприятий по комплексному их освоению на нетрадиционную платиноносность с постановкой опытно-промышленной эксплуатации совместно находящихся металлов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Далимов Т.Н., Ганиев И.Н. Эволюция и типы магматизма Западного Тянь-Шаня (Очерки магматической геологии). — Ташкент, 2010.
2. Игамбердиев Э.Э. Платиноносность магматогенных и эпимагматогенных месторождений Восточного Узбекистана. — Ташкент: ГП «НИИМР», 2015.
3. Лазаренков В.Г., Петров С.В., Таловина И.В. Месторождения платиновых металлов. — СПб.: Недра, 2002.
4. Мусаева М.М. Геохимия и формы нахождения элементов платиновой группы в ультрамафитах Средней Азии: Автореф. дисс. канд. г.-м. н. — Ташкент: ИГиГ АН РУз, 1998.
5. Смирнова С.К., Козлов В.В. Платиноиды в рудах и минералах золотрудных месторождений Узбекистана / Современные аналитические методы и приборы в геологии и охране окружающей среды. — Ташкент: ИГиГ АН РУз, 1998. — С. 91–92.
6. Тимофеева Т.С. Минералы платины и палладия в рудах золотоколчеданного месторождения // Зап. ВМО, 1968. — Ч. 97. — Вып. 4. — С. 461–469.
7. Тимофеева Т.С., Мансуров М.М., Голощук П.М. О палладистом золоте Кочбулака // Узб. геол. журнал — 1978. — № 5. — С. 40–42.
8. Томсон И.Н., Кочнева Н.Т. Системы орогенных структур Среднего Тянь-Шаня». — М.: Наука, 1985. — С. 24–26.
9. Туресбеков А.Х., Жураев А.Ж., Юлдашходжаев А.И. Элементы платиновой группы в медно-порфировых месторождениях Алмалыкского рудного района / Современные проблемы металлогении: Матер. науч. конф. 90-летия академика Х.М. Абдуллаева. — Ташкент: ФАН, 2002. — С. 167–169.
10. Хамрабаев И.Х., Абубекиров И.К., Тимофеева Т.С., Мусаева М.М. Акцессорные платиноиды и самородные металлы в ультрамафитах Средней Азии / Самородные металлы в изверженных породах: Тез. докл. Всесоюз. конф. «Самородное элементообразование в эндогенных процессах», ч.1. — Якутск: Якутский НЦ СО АН СССР, 1985. — С. 97–99.
11. Юсупов Р.Г., Тимофеева Т.С., Мусаева М.М. Платиноносность Тянь-Шаня / Геологическое изучение и использование недр. Информ. сб. — Вып. 5. — М.: Геоинформмарк, 1995. — С. 3–18.
12. Pasava I., Yumazalova A., Kossler I. and et al. Platinum-group elements in ores from the Kalmakyr porphyry Cu-Au-Mo deposit, Uzbekistan: bulk geochemical and laser ablation ICP-MS data // Mineral Deposita. — 2010. — 45. — P. 411–418.

© Игамбердиев Э.Э., Юсупов Р.Г., Азизов А.М., 2016

Игамбердиев Эркинжон Эргашович // erkin.67@inbox.ru
Юсупов Рустам Гумирович // r.g.yusupov@bk.ru
Азизов Ахатхон Махаматханович // pharaon_20@mail.ru

Межеловский А.Д., Корчуганова Н.И.,
Межеловская С.В. (МГРИ-РГГРУ)

МОРФОСТРУКТУРА ВЕТРЕННОГО ПОЯСА (ЮГО-ВОСТОК ФЕННОСКАНДИНАВСКОГО ЩИТА)

*В пределах Фенноскандинавского щита на рубеже архея и протерозоя сформировались многочисленные структуры, сложенные вулканогенно-осадочными породами. Одной из таких структур, расположенной на юго-востоке Карельского кратона, является Ветреный пояс. Для выявления влияния на его строение более поздних тектонических движений проведено изучение развивающихся структурных форм. В морфоструктуре Ветреного пояса проявлены вещественно-структурные неоднородности геологического основания, переработанного неоген-четвертичными тектоническими движениями. **Ключевые слова:** Ветреный пояс, морфоструктура, структурно-геоморфологический анализ, космические снимки, линеаменты, кольцевые объекты, разломы, блоки.*

Mezhelevskiy A.D., Korchuganova N.I., Mezhelevskaya S.V.
(MGRI-RGGRU)

MORPHOSTRUCTURE WINDY BELT (SOUTH-EAST OF THE FENNOSCANDIAN SHIELD)

*At the boundary of Archean and Proterozoic many structures composed of volcanic-sedimentation rocks were formed within the Fennoscandian Shield. One of these structures in the south-east of the Karelian craton is Windy belt. To determine the effect of later tectonic movements on this structure the study of developing structural forms was realized. In morphostructure of Windy belt the real-structural heterogeneities of the geological base, recycled by Neogene-Quaternary tectonic movements, are appearing. **Key words:** Windy belt, morphostructure, structural-geomorphological analysis, satellite photographs, lineaments, ring objects, faults, blocks.*

Ветреный пояс, расположенный на юго-востоке Карельского кратона, является пограничной структурой между Беломорским подвижным поясом и Карельской гранит зеленокаменной областью. Возраст пояса по изотопно-геохронологическим данным составляет ~2,45 млрд. лет [8], что отвечает палеопротерозою. Он образован согласно залегающими осадочными и вулканогенными толщами, погружающимися под углами 20–40° в северо-восточном направлении. Протяженность его в пределах Фенноскандинавского щита составляет 250 км при ширине от 15 до 85 км [6].

В разрезе Ветреного пояса преобладают осадочные, вулканогенно-осадочные и вулканогенные толщи, нарушенные взбросо-надвигами. Границей Ветреного пояса с Беломорским геоблоком, который сложен неоднократно метаморфизованными в условиях фаций высоких давлений преимущественно гранитоидами тоналито-трондьемито-гранодиоритовой ассоциации архея (2,9–2,6 млрд. лет), служит региональный надвиг, отчетливо фиксирующийся зоной максимального горизонтального градиента силы тяжести. На юго-западе породы Ветреного пояса надвинуты на саамское серогнейсовое основание и лопийские зеленокаменные