

РУДЫ И МЕТАЛЛЫ



ЦНИИРИ МПР России

Главный редактор
И.Ф. Мигачёв



6/2004

ISSN 0869-5997

*Дорогие наши читатели,
друзья, коллеги!*

*Поздравляем Вас
с Новым 2005 годом!*

Редколлегия журнала

РУДЫ И МЕТАЛЛЫ



6/2004

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

ВЫХОДИТ 6 РАЗ В ГОД

ОСНОВАН В 1992 ГОДУ

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Главный редактор **И.Ф.МИГАЧЕВ**

Б.И.БЕНЕВОЛЬСКИЙ
Э.К.БУРЕНКОВ
В.И.ВАГАНОВ
С.С.ВАРТАНЯН
В.И.ВОРОБЬЕВ
П.А.ИГНАТОВ
М.А.КОМАРОВ
М.М.КОНСТАНТИНОВ
А.И.КРИВЦОВ, зам. главного редактора
В.В.КУЗНЕЦОВ
Н.К.КУРБАНОВ
Г.А.МАШКОВЦЕВ
В.М.МИНАКОВ
Н.И.НАЗАРОВА, зам. главного редактора
Г.В.РУЧКИН
Ю.Г.САФОНОВ
Г.В.СЕДЕЛЬНИКОВА
В.И.СТАРОСТИН



УЧРЕДИТЕЛЬ

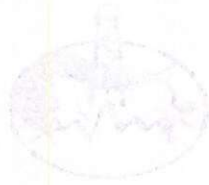
**ЦЕНТРАЛЬНЫЙ
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ГЕОЛОГОРАЗВЕДОЧНЫЙ ИНСТИТУТ
ЦВЕТНЫХ И БЛАГОРОДНЫХ МЕТАЛЛОВ
(ЦНИГРИ)**

Издается при участии

Международной академии минеральных ресурсов,

Фонда им. академика В.И.Смирнова

Москва ЦНИГРИ 2004



МЕТАЛЛЫ

ИЗДАТЕЛЬСТВО «МЕТАЛЛ»

117545 МОСКВА, ВАРШАВСКОЕ ШОССЕ, 129Б

ТЕЛЕФОН 315-28-47

812004

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕКЦИЯ

Тираж 400 экз.

В.В. ВАСИЛЬЕВ

А.А. ВАСИЛЬЕВ

В.А. ВАСИЛЬЕВ

С.С. ВАСИЛЬЕВ

В.М. ВАСИЛЬЕВ

П.А. ВАСИЛЬЕВ

М.А. ВАСИЛЬЕВ

М.М. ВАСИЛЬЕВ

А.А. ВАСИЛЬЕВ

В.В. ВАСИЛЬЕВ

К.К. ВАСИЛЬЕВ

А.А. ВАСИЛЬЕВ

В.А. ВАСИЛЬЕВ

Н.Н. ВАСИЛЬЕВ

С.С. ВАСИЛЬЕВ

Ю.Ю. ВАСИЛЬЕВ

Т.Т. ВАСИЛЬЕВ

С.С. ВАСИЛЬЕВ

УЧРЕДИТЕЛЬ

Редакция: Н.И.Назарова, Г.В.Вавилова
Компьютерный набор, верстка и оригинал-макет: Г.В.Земскова, Н.И.Назарова

ИЗДАТЕЛЬСТВО «МЕТАЛЛ»

Сдано в набор 15.11.2004 г.

Подписано в печать 09.12.2004 г.

Тираж 400 экз.

Формат 185×270 1/8

Бумага офсетная № 1

Печать офсетная

Адрес редакции: 117545 Москва, Варшавское шоссе, 129«Б», ЦНИГРИ

Телефон: 315-28-47

Типография ЦНИГРИ: Варшавское шоссе, 129«Б»

Москва 117545

© «Руды и металлы», 2004

Строение рудных месторождений

Серокуров Ю.Н., Калмыков В.Д.
Структурная позиция Наталкинского золоторудного поля по материалам анализа космических снимков

5

Заскинд Е.С., Столяренко В.В., Федорова С.О.
Типы коренных источников минералов МПГ из золотоносных россыпей Северного Урала

13

Марданова Ж.П.
Минералого-геохимические критерии прогноза и поисков золото-сульфидных руд на примере Гошинского месторождения, Азербайджан

27

Методы и методики прогноза, поисков, оценки и разведки месторождений

Чекваидзе В.Б., Исакович И.З., Зеликсон Б.С., Власов Г.В.
Опыт применения комплексной петрографо-минералого-геохимической методики при поисках золотоносных метасоматитов под моренными отложениями Карелии

35

Мещеряков Е.П., Исоков М.У., Зималина В.Я., Харабара Г.Я.
Некоторые вопросы оптимизации методики подсчета запасов на примере одного из золоторудных месторождений Центральных Кызылкумов

43

Зарубежный опыт

Мызенкова Л.Ф.
Современная горнорудная промышленность Мексики

48

Поздравляем с юбилеем

М.С.Михайлову
А.А.Грачева
И.Б.Флерова

55

Structure of Ore Deposits

Serokurov Yu. N., Kalmykov V.D.
Structural position of Natalkinskoye ore field by materials of satellite imagery analysis

Zaskind E.S., Stolyarenko V.V., Fyodorova S.O.
Types of primary PGM mineral sources from gold-bearing placers of Northern Urals

Mardanova Zh.P.
Mineralogical-geochemical criteria of gold sulfide ore prediction and prospecting exemplified by Goshinskoye deposit, Azerbaijan

Methods and techniques of deposit prediction, prospecting, assessment and exploration

Chekvaidze V.B., Isakovich I.Z., Zelikson B.S., Vlasov G.V.
Experience of complex petrographic-mineralogical-geochemical technique use in prospecting for gold-bearing metasomatites under Karelian morainic deposits

Mescheryakov E.P., Isokov M.V., Zimalina V.Ya., Kharabara G.Ya.
Some issues of reserve calculation technique optimization exemplified by one of gold deposits of Central Kyzylkumy

Foreign experience

Myzenkova L.F.
Modern mining industry of Mexico

Congratulations on anniversary

M.S.Mikhailova
A.A.Grachev
I.B.Flyorov

Дискуссии*Бергман И.А.*

К проблеме происхождения Au-U конгломератов Витватерсранда, ЮАР

58

Discussions*Bergman I.A.*

Problem of Au-U conglomerate origin in Witwatersrand, South Africa

Памяти

А.П.Шапиро

А.А.Стороженко

Е.В.Баташева

Н.А.Фогельман

66

A.P.Shapiro

A.A.Storozhenko

E.V.Batashev

N.A.Fogelman

In memory

Список статей, опубликованных в журнале «Руды и металлы» в 2004 году

70

List of articles published in «Rudy i Metally» magazine in 2004



СТРУКТУРНАЯ ПОЗИЦИЯ НАТАЛКИНСКОГО ЗОЛОТОРУДНОГО ПОЛЯ ПО МАТЕРИАЛАМ АНАЛИЗА КОСМИЧЕСКИХ СНИМКОВ

Ю.Н.Серокуров, В.Д.Калмыков (ООО «ДИОС»)

Проанализированы космические снимки среднего разрешения для территории Омчакского рудного района с качественной и количественной обработкой полученной информации. Выявлены оригинальные структурные особенности локализации Наталкинского золоторудного поля. На основе общей структурной модели, составленной только из элементов, полученных при анализе космических снимков, проведена оценка остаточных перспектив площади.

На северо-востоке России, входящем в состав крупнейшей планетарной металлогенической структуры Тихоокеанского рудного пояса, в разнородных геологических структурах выявлены крупные и уникальные месторождения золота (Наталкинское, Майское, Надеждинское), серебра (Дукатское, Кубакинское), олова (Пыркокайское), ртути (Паляинское, Тамватнейское) и меди (Ануйское-Песчанка) различных морфогенетических формаций. В качестве общих региональных критериев их локализации рассматриваются [2] очаговые структуры, располагающиеся над нескрытыми магматическими очагами и фиксируемые полями развития различных по составу даек и малых интрузий, совмещенных с участками разуплотнения земной коры площадью в сотни квадратных километров. В качестве факторов их структурного контроля в литературе также упоминаются зоны глубинных разломов с максимальной дизъюнктивной насыщенностью, узлы их пересечения с нарушениями других направлений, структуры центрального типа диаметром от 40 до 100 км.

Очевидно, что крупные и уникальные месторождения, с одной стороны, аномально-неповторимы, а с другой — представляют собой закономерное явление рудогенеза, в котором все генетические процессы проявились рельефнее, полнее и в сочетаниях, приведших к возникновению особенных ситуаций. Наибольший интерес представляют малообъемные, но крупные по запасам месторождения, которые сформировались в результате многоэтапного концентрирования полезных веществ с участием продуктов предшествующих этапов в ка-

честве исходной базы для последующих процессов. Формируются они, как правило, на заключительных этапах тектономагматических циклов, характеризуются разнообразием морфологических типов рудных тел, сложным составом руд, нестандартными геохимическими ассоциациями, многостадийностью формирования и телескопированностью рудных стадий. К важнейшим факторам возникновения таких гигантов относятся (А.И.Гинзбург, Б.Доу, А.И.Кривцов, Д.В.Рундквист, Ю.Б.Марин, М.М.Константинов, И.Н.Томсон, У.Файф, А.Д.Щеглов и др.): а) наличие глубинных источников основных рудных компонентов; б) восстановительный режим «первичных» металлоносных флюидов; в) длительная активность и высокий потенциал глубинных источников металлов, поступление которых на горизонты рудообразования обеспечивали унаследованно развивающиеся структуры; г) комбинированно-вторичный характер гидротерм, образующихся при смешении глубинных флюидов с постмагматическими растворами и обогащенными кислородом водами, что обуславливало функционирование в близповерхностных и малоглубинных условиях рудоконцентрирующих внутриинтрузивных, околоинтрузивных, депрессионно-вулканических и приразломных амагматических гидротермально-метасоматических систем; д) резкое нарушение окислительно-восстановительных условий и термического градиента с возникновением барьерных эффектов рудоконцентрирования.

Выделение и использование «аномальных» особенностей геологической среды вокруг круп-

ных и уникальных месторождений при проведении региональных исследований крупных территорий крайне важно, так как позволяет локализовать места возможного их формирования. Представляется актуальным выявление форм этой «аномальности» в рамках эталонных рудных объектов. В этой связи очевидно приоритетен анализ дистанционных, в первую очередь космических, материалов, расшифровка которых позволяет унифицировать получаемые данные как об объектах-эталонах, так и об их позиции в структурах оцениваемых регионов. Использование компьютерных технологий уже на ранних стадиях исследований дает возможность проводить совместную обработку разнородных (космических, топографических, геологических, геофизических, геохимических) данных, формировать прогнозно-поисковые модели и на этой основе выделять наиболее благоприятные участки для возможной локализации еще не обнаруженных крупных месторождений.

Ниже приведен пример оценки в материалах космического зондирования среднего разрешения структурной позиции уникального золоторудного месторождения Наталка (запасы около 250 т при средних содержаниях Au 4 г/т), расположенного в Омчакском рудном узле Центрально-Колымской золотоносной провинции. Она занимает площадь в 350 км², а присутствие в его пределах еще нескольких средних по запасам месторождений и множества рудопроявлений золота благоприятно для решения поставленной задачи, так как дает материал для сравнений.

Современный геологический облик территории определяют мезозойские вулканогенно-осадочные толщи, среди которых на поверхность выступает линейный блок пермских терригенных отложений (Аян-Юряхский антиклинорий), ограниченный глубинными Тенькинским (Омчанским) и Чай-Юрюинским разломами [3] северо-западного простирания. В пределах всей территории широко распространены гранитоидные массивы позднеюрского – раннемелового возраста, которые (по геофизическим данным) на глубине соединяются в единую пластину мощностью 8–10 км. Вверх по разломам от них ответвляются крупные апофизы, во фронтальных частях которых, как предполагают, размещаются рудные узлы. Кроме того, на поверхности зафиксировано множество малых интрузий и даек разнообразного состава (от габбро до гранитов) и возраста (от позднеюрского до раннемелового).

Предполагается, что известные рудные поля узла приурочены к краевой части скрытого плутона и локализованы в изгибах Тенькинского (Омчан-

ского) глубинного разлома, а также в зонах поперечных к нему разломов. На поверхности весь узел и отдельные его поля маркируются литогеохимическими аномалиями золота, мышьяка и вольфрама. Месторождения фиксируются участками повышенных концентраций урана и калия, положительными магнитными аномалиями пирротиновой породы.

Наталкинское рудное поле занимает площадь в 40 км² и локализовано в нижне- и верхнепермских осадочных породах, разделенных по литологическим признакам на ряд свит и толщ. Представляет собой узкий клиновидный блок, ограниченный Главным и Северо-Восточным разломами в крыле синклинали северо-западного простирания, ось которой испытывает виргацию. Разломы представлены взбросо-сдвигами и сдвигами с амплитудами перемещения до 700–800 м [3]. Руды контролирует серия сложно сочетающихся друг с другом продольных (северо-западных) трещин крутого падения. Четыре наиболее богатых рудных пучка приурочены к местам пересечения рудоносного блока поперечными разломами северо-восточного простирания. Рудные столбы характеризуются вытянутой формой и занимают секущее или согласное положение относительно слоистости. Их позиция обусловлена различными осложнениями трещинных структур (изгибами, пересечениями, ветвлениями). Часть столбов контролируется дорудными дайками лампрофиров и диоритовых порфиритов. Рудные тела в их пределах представляют собой линейные штокверки из прожилков мощностью 0,5–3 см с неотчетливыми границами, мощность которых с глубиной возрастает. Присутствуют также жилы сложной формы и участки прожилково-вкрапленной минерализации.

Для осаждения руд в литологическом плане наиболее благоприятны вулканогенно-осадочные образования атканской и углисто-глинистые сланцы тасской свит. По составу руды принадлежат к арсенипиритовому минеральному типу с содержаниями сульфидов до 3%. Для них установлены две продуктивные стадии, причем 70% Au связано со второй. Преобладающим типом предрудных изменений пород является карбонатизация, ареалы которой последовательно окаймляются зонами серицитизации, хлоритизации и рассланцевания с лейкоксеном.

Наталкинское месторождение представляет собой блок-пластину северо-восточного падения длиной около 5 км и шириной от 0,3 до 0,9 км, осложненную трещинной системой. Малосульфидные золото-кварцевые жилы в ней кулисообразно сменяют друг друга. Вверх по восстанию и от них отде-

ляется веер крутых и мощных прожилковых штокерков, часть которых прослежена на полтора километра при средней мощности 3–7 м. Сверху и снизу пластина ограничена разломами предрудного заложения и многократной активизации, что подтверждается наличием даек кварцевых альбитофиров, кварцевых порфиров, диоритовых порфиритов и спессартитов позднемелового возраста. На глубине 1–1,2 км ограничивающие по бокам пластину разломы соединяются [3].

Уже предварительное дешифрирование имевшихся в нашем распоряжении космических снимков среднего разрешения показало очевидное преобладание в современном ландшафте северо-западных направлений в простирании как крупных блоков верхней части земной коры, так и линейментов. На этом фоне лишь фрагментами проступали поперечные к ним структуры северо-восточного простирания. Кроме того, на площади было зафиксировано множество разновеликих дуговых и кольцевых элементов, большая часть которых обусловлена особенностями рельефа, размещением речной сети, геологическими границами осадочных и интрузивных формаций. Следует отметить, что наиболее крупные интрузивы вполне отчетливо фиксируются на снимках по характерным текстурным рисункам и тоновыми аномалиям ландшафта.

Суммарная схема дешифрирования отразила сложную картину общей тектонической нарушенности верхних частей земной коры. Специализированный качественный и количественный анализ этой информации позволил расчленить ее на составляющие, выделить отчетливо проявленные зоны тектонических нарушений, а также «скрытые» зоны трещиноватости. Сводная роза-диаграмма простирания всех линейментов показала, что преобладает северо-западное направление линейментов, но в нем отмечаются два самостоятельных пика, обусловленных, вероятно, разными тектоническими ансамблями. Широко распространены и линейменты северо-восточного простирания, но они не формируют четко проявленных пиков, что свидетельствует об их значительной пространственной виргации на относительно небольших отрезках. Ортогональные направления проявлены отчетливыми, но очень узкими пиками.

Фильтрация линейментов наиболее значимых простираний позволила избавиться от шумов и выделить зоны повышенной густоты линейментов всех значимых направлений. Лишь часть из них пространственно совпала с известными на поверхности крупными тектоническими нарушениями земной коры, зафиксированными традиционными

методами. В обобщенном виде через оси зон повышенной плотности линейментов они показаны на рис. 1, что позволило визуализировать региональный структурный каркас территории и качественно оценить позицию известного золотого оруденения относительно этих структур. Все месторождения золота и около 80% рудопоявлений расположились в сфере влияния (полоса шириной 8 км) этих нарушений, что позволяет считать их рудоконтролирующими. Однако общее количество таких зон на площади все же достаточно велико, что делает этот фактор сам по себе малоинформативным.

Вторым этапом исследований стало выявление радиально-концентрических структур, которые, как известно, часто соответствуют глубинным очагам тектономагматической активизации. Чем глубже расположен такой очаг, тем больше размер соответствующих ему структурных образований на поверхности. Поэтому множество небольших по размеру (километры) кольцевых образований, отдешифрированных на снимках уже на начальном этапе, в расчет не брались, так как были обусловлены преимущественно поверхностными факторами строения коры.

Наиболее глубинные очаги тектономагматической активизации, как показывает опыт, проявлены на современной поверхности комплексом линейных и дуговых элементов разных размеров. В связи с этим наиболее объективным методом их выделения является компьютерный анализ сводной схемы линейментов, позволяющий обнаружить контрастные аномалии, обусловленные максимальной сходимостью к центру скользящей ячейки линейментов и перпендикулярных к ним дуговых линий. Нами на площади при поиске центров с заданной глубиной активизации более 100 км были зафиксированы всего две интенсивные аномалии. При визуализации обуславливающих их элементов установлены образы этих структур, размер которых достигает 200 км. Расстояние между центрами данных структур составляет около 90 км, что обеспечивает их частичное наложение друг на друга. На рис. 2 схематично показаны основные дуговые элементы структур через оси зон повышенной густоты дуговых линейментов. Пространственная связь с ними большинства известных месторождений золота на площади очевидна.

Вероятно, возраст формирования этих структур различен, о чем косвенно свидетельствует приуроченность к их контурам интрузий разного состава. Можно предположить, что более ранним по времени формирования был северо-восточный очаг активизации, пространственно контролирующей боль-

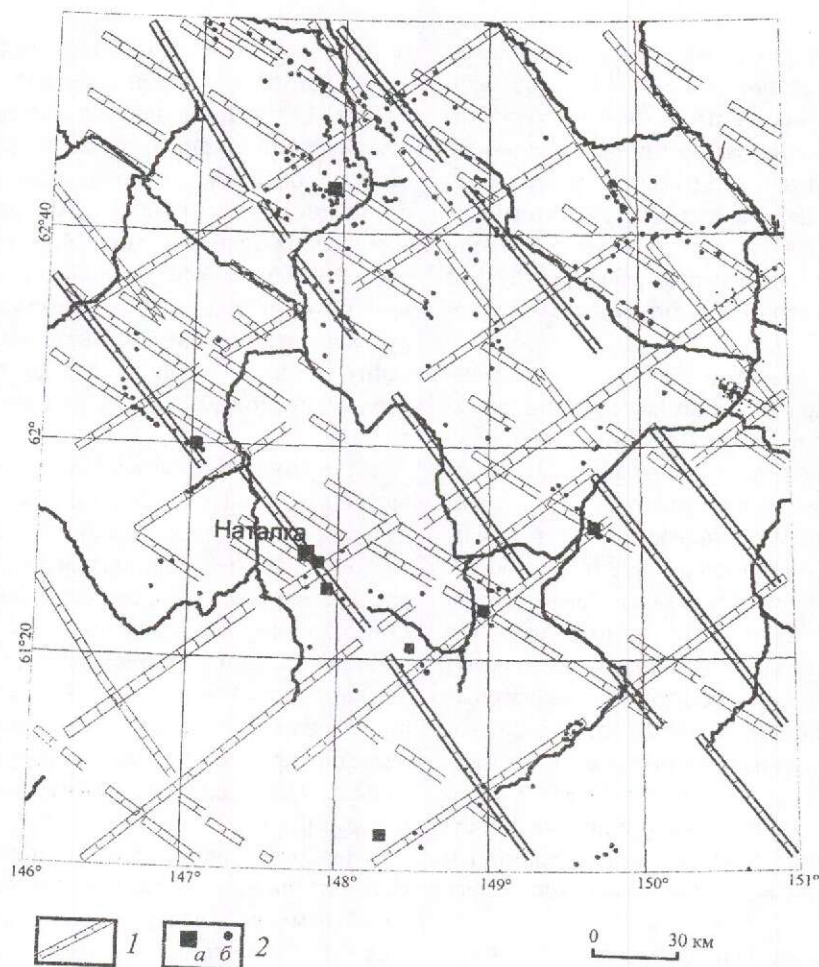


Рис. 1. Оси «сквозных» зон линейментов, фиксирующие крупные тектонические нарушения:

1 — оси различного простирания; 2 — месторождения (а) и рудопроявления (б) золота

шинство интрузий гранодиоритового состава. Структура, расположенная южнее, контролирует ареал распространения преимущественно гранитоидов.

Второй класс интересовавших нас структур связан с внутрикоровыми очагами тектономагматической активизации, находящимися на глубинах 25–30 км. Соответственно, их размер на поверхности должен колебаться от 60 до 70 км в диаметре. Обычно в ландшафте они проявлены довольно слабо, и для их более надежной визуализации проведен специализированный тематический анализ космических изображений с применением различных компьютерных программ обработки изображений — синтез спектральных каналов, различные фильтрации, ложное окрашивание и т.д. (рис. 3). Очевидно, что большинство этих структур влияет

также на пространственное размещение месторождений и, особенно, рудопроявлений золота. Пространственно им соответствуют локальные аномалии гравитационного и магнитного полей, конформные их тектоническим ограничениям ареалы даек разного состава и возраста, что свидетельствует о магматогенном генезисе этих структур и длительном времени функционирования.

Можно предположить, что в совокупности вышеохарактеризованные тектонические ансамбли обеспечивали в пределах оцениваемой территории транспортировку рудоносных флюидов в течение длительного времени. Зоны сквозных разломов северо-западного и северо-восточного простирания являются, скорее всего, наиболее древними и глубинными, так как принадлежат к тектоническим ансамблям континентального и регионального ран-

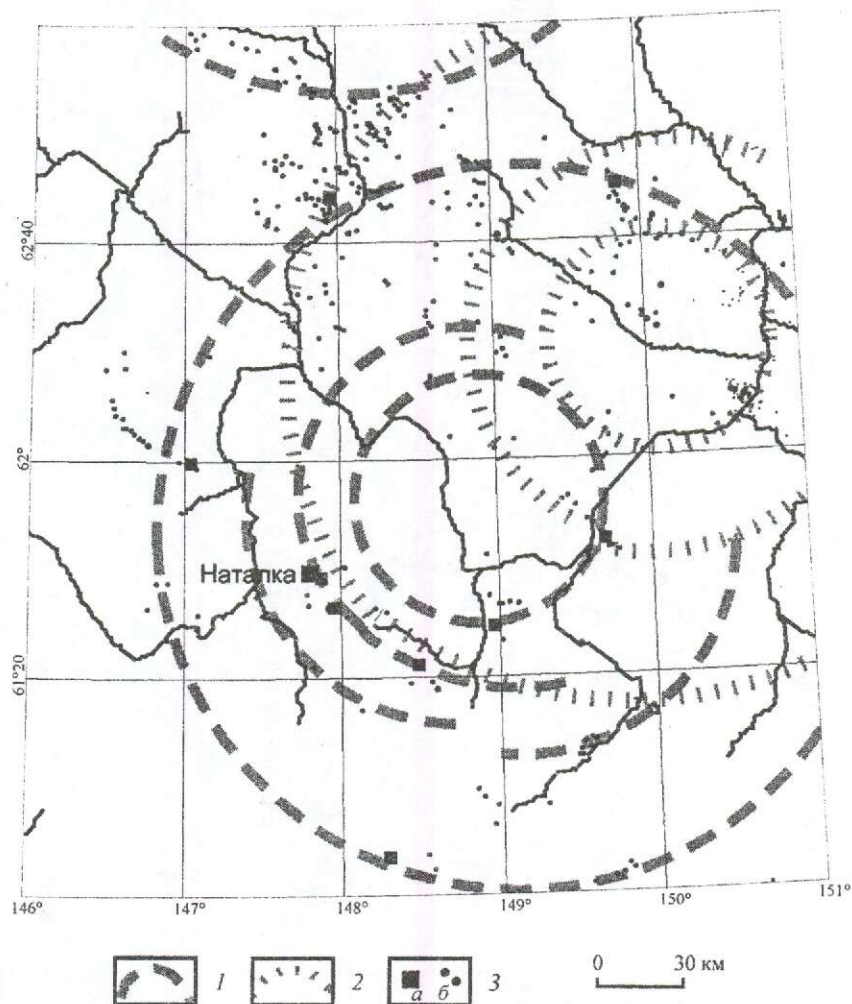


Рис. 2. Оси дуговых зон линейментов, фиксирующие мантийные очаговые структуры:

1, 2 — оси дуговых зон линейментов; остальные усл. обозн. см. рис. 1

гов. По своему характеру они, вероятно, дорудные и лишь подготавливали структурную раму для пространственного размещения разноглубинных очаговых рудно-магматических систем, которые являлись источниками рудных веществ. Тектонические ансамбли из радиально-кольцевых структур диаметром более 200 км обусловлены энергетическими очагами на глубинах более 100 км (мантийные диапиры?), что предполагает значительную переработку земной коры в сфере их влияния, формирование крупных магматических систем, способных осуществлять концентрацию, перенос и осаждение значительных масс рудного вещества. Кольцевые структуры диаметром около 70 км фиксируют, скорее всего, крупные магматические камеры, над которыми происходили преобразование земной коры и миграция к поверхности разнообразных по

составу магматических и флюидных масс. Осаждение из них руд протекало в благоприятных по физико-химическим параметрам условиях.

Последовательное развитие и эволюция этих структур способствовали многоэтапному процессу рудообразования, что и отмечается для большинства месторождений района. В то же время, наличие нескольких фаз поступления рудоносных растворов, наряду с увеличением запасов, могло приводить к ухудшению сортности золота в наиболее крупных месторождениях.

На базе этой информации нами построена специализированная космоструктурная схема территории, содержащая сведения о пространственных взаимоотношениях всех вышеупомянутых структур. Затем была сформирована гипотетическая структурная модель золоторудных полей на основе предполо-

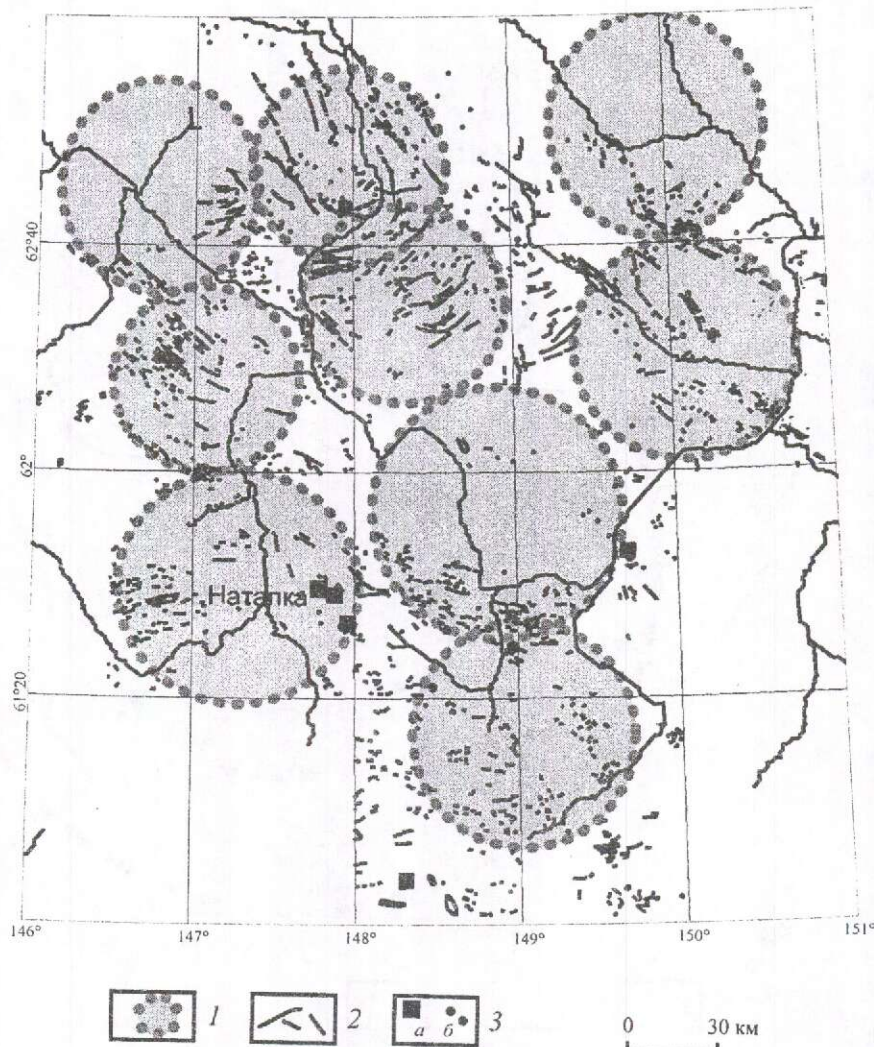


Рис. 3. Кольцевые структуры, фиксирующие коровые тектономагматические очаги активизации:

1 — проекция структур на поверхности; 2 — дайки разного состава и возраста; остальные усл. обозн. см. рис. 1

жения о приуроченности промышленных концентраций золота к участкам с максимальной проницаемостью земной коры для рудоносных растворов. То есть каждый участок территории (в границах избранной элементарной ячейки) оценивался на присутствие в его пределах комплекса признаков как линейных секущих, так и активизационных структур двух рангов. В результате в пределах площади выделены участки аномального ($x+\sigma$) присутствия структурных факторов (рис. 4, А). Суммарный размер этих участков не превысил 13% от всей оцененной площади, и все ныне известные месторождения золота, выступившие здесь в качестве объектов-экзаменов, оказались в их контурах, что подтвердило «работоспособность» модели в целом для узла.

Для оценки возможности присутствия на площади объекта, аналогичного Наталкинскому рудному полю, в модель были добавлены оригинальные сведения о структурных особенностях локализации эталона. Прежде всего, привлекло внимание то, что Наталкинский рудоносный блок расположен в позиции, где к зоне глубинного разлома регионально-го ранга северо-западного простирания «прислоняются» дуговые ограничения сразу двух наиболее глубинных очаговых структур, что, вероятно, и обеспечило максимальную временную длительность функционирования здесь канала сквозькоровой связи. В пользу такого предположения говорят также ограниченная длина рудоносного блока по простиранию (руда формируется только в месте

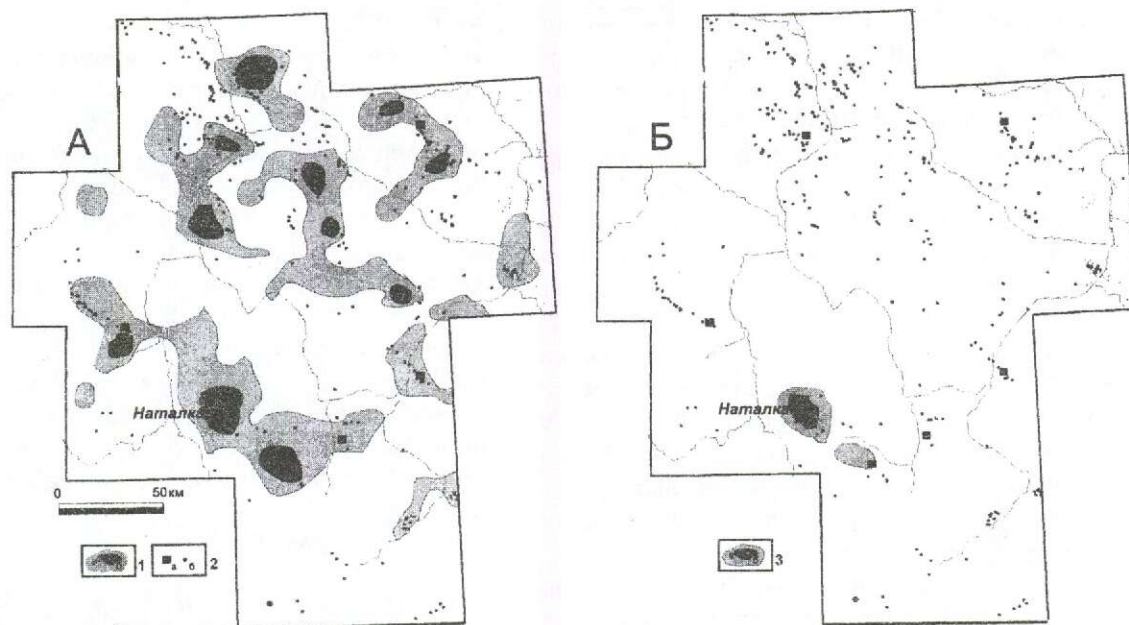


Рис. 4. Размещение благоприятных для формирования месторождений золота (по сводной структурной модели, включающей только элементы, полученные при анализе космических снимков) площадей (А) и оценка наличия на территории участков, аналогичных Наталкинскому рудному полю (Б):

1 — благоприятные площади с присутствием аномального количества признаков: а) $x+\sigma$; б) $x+2\sigma$; 2 — известные месторождения (а) и рудопроявления (б) золота; 3 — контуры площадей с сочетанием структур (пространственным и количественным), характерным для Наталкинского рудного узла: а) $x+3\sigma$; б) $x+4\sigma$

соприкосновения), его склонение к северо-востоку (падение в этом направлении фокальных зон глубинных очагов активизации), морфология в разрезе (сочленение на глубине двух ограничивающих его разломов). Северо-восточные нарушения в торцах рудоносного блока играли, скорее всего, второстепенную роль барьеров, ограничивших зону проницаемости, а в центре способствовали миграции рудоносных струй (рудные столбы). Литологические особенности строения рудоносного блока, по-видимому, имели лишь незначительное значение.

Результат оценки перспектив всей площади по модели Наталкинского рудного узла (см. рис. 4, Б) свидетельствует о малых перспективах обнаружения здесь оруденения аналогичного масштаба.

Предложенная структурная модель не противоречит традиционным представлениям, основанным на гипотезе коромантийного взаимодействия в зонах глубинных тепловых потоков [1, 3]. Происходит оно при миграции золота из основных и ультраосновных пород верхней мантии в гранитный слой земной коры с последующим накоплением в проме-

жуточном андезитовом слое или магматических дифференциатах глубоких магматических камер. Общими особенностями формирования крупных концентраций золота обычно считают: длительное формирование рудно-магматических и тектонорудных систем, относящихся к термокупольным и очаговым структурам; приуроченность к сквозным рудоконцентрирующим структурам; «развернутость» рудообразующего цикла с широким развитием послерудных ассоциаций и сквозное обогащение золотом самых ранних и поздних ассоциаций. Временной интервал функционирования систем зависит от определенного геологического цикла развития региона и может охватывать периоды до 30 млн. лет. Сами системы состоят, в свою очередь, из более локальных образований, отвечающих конкретным рудно-магматическим районам, узлам и полям. Связь оруденения с магматизмом в них разная — генетическая, парагенетическая и отдаленно-генетическая, что определяется характером строения рудно-магматических систем — одно-, двух- или многоуровневым [1].

Причиной зарождения рудно-магматических систем являются тектонические процессы, вызывающие возрастание термоградиента за счет подтока энергии, зональный метаморфизм и плавление в связи с этим корового сиалического субстрата. Уровень зарождения систем оценивается глубинами в 30–45 км по присутствию в гранитах высокобарических реститовых гранатов, изотопному отношению стронция в гранитоидах и породообразующих минералах, изотопному составу свинца рудных минералов. Время их существования в 10–30 млн. лет определяется периодом от начала зарождения магматического субстрата до окончания формирования оруденения. Локальные тектономагматические системы формируют верхние уровни региональных систем и выражены в закономерном сочетании магматических и рудных образований, локализованных на современном уровне среза в геологических структурах высоких порядков.

Все перечисленные условия, как показали вышеприведенные данные, на исследуемой площади имеются. В качестве рудно-магматических и тектонорудных систем здесь выступают опознаваемые по космическим снимкам радиально-концентрические структуры диаметром около 200 км и кольцевые структуры диаметром около 70 км. Пространственно они накладываются на сквозные нарушения континентального и регионального рангов, а в местах пересечения или сочленения этих образова-

ний создаются оптимальные условия для миграции рудоносных растворов.

Таким образом, очевидно, что использование материалов космического зондирования при изучении старых горнорудных районов способно дать дополнительный оригинальный материал для уточнения позиции известного оруденения (в том числе и уникального) в современной геологической структуре. На основе этих исследований могут быть сформированы структурные модели, позволяющие оконтурить наиболее перспективные участки для локализации руд вообще, а также уникальных и крупных месторождений, в частности. Проведение подобного рода работ на других уникальных объектах может способствовать развитию этого направления и созданию банка структурных моделей как для конкретных рудных формаций, так и для их групп.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Горячев А.А., Гамянин Г.Н., Бахарев А.Г. Золоторудно-магматические системы Северной Пацифики, тектонические условия их возникновения и развития // Геология и тектоника платформ и орогенных областей северо-востока Азии. Якутск, 1999.
2. Зиннатуллин М.З., Городинский М.Е., Фадеев А.П. Геологические критерии и закономерности размещения крупных и уникальных месторождений полезных ископаемых на северо-востоке России. – СПб., 1994.
3. Золоторудные гиганты России и мира / М.М.Константинов, Е.М.Некрасов, А.А.Сидоров и др. – М.: Научный мир, 2000.

УДК 553.491.8 (470.5)

© Е.С.Заскинд, В.В.Столяренко, С.О.Федорова, 2004

ТИПЫ КОРЕННЫХ ИСТОЧНИКОВ МИНЕРАЛОВ ЭПГ ИЗ ЗОЛОТОНОСНЫХ РОССЫПЕЙ СЕВЕРНОГО УРАЛА

Е.С.Заскинд, В.В.Столяренко, С.О.Федорова (ЦНИГРИ МПР России)

Исследованы шлиховые платиноиды из золото-платиновых россыпей Хаиты-Мансийского автономного округа (ХМАО) и их возможные коренные источники. Преобладают зерна железоплатиновых твердых растворов, а среди них — малоурнидистой, палладистой и реже родистой изоферроплатины. Количественное соотношение шлиховых минералов элементов платиновой группы (МЭПГ) и состав зерен твердых растворов указывают на происхождение большей части платиноидов из зональных массивов дунит-клинопироксенит-габбровой формации и дунит-верлит-габбровых плутонитов такситового комплекса гипербазитовой формации. Морфологические особенности шлиховых МЭПГ свидетельствуют о длительном нахождении металла в промежуточных коллекторах, а также о неоднократно повторяющемся переносе.

Первое упоминание о минералах элементов платиновой группы в аллювиальных россыпях территории ХМАО относится к 1884–1894 гг., когда под руководством Е.С.Федорова были выявлены золото-платиновые россыпи на реках Томрат-Чалхья, Золотая, Соуп-Суп-Сос, Мань-Сос. Н.К.Высоцкий отмечал, что по речкам Няйс, Лопсия, Манья, Сосьва, Лозьва, берущим начало на водоразделе хребта Чистоп, в 1903 г. было добыто около 2 кг Pt. По р. Петропавловская, берущей начало на северо-восточном склоне Петропавловской Сопки, рядом с ручьем Лонг-Сос, находился наиболее богатый и значительный прииск, разрабатывавший платиносодержащую золотую россыпь. Доля платины в шлиховом металле составляла около 34%. В бассейне р. Ляпин (около Хорасюрского массива) разрабатывалась самая северная из известных тогда на Урале комплексная золото-платиновая россыпь, самородки платины из которой хранятся в МГУ.

В настоящее время на Северном и Приполярном Урале, в том числе и в пределах ХМАО, известно большое количество платино-золотых россыпей и россыпепроявлений с содержанием МЭПГ до 5% и более от суммы золота. В пределах Северо-Сосьвинского и Ляпинского золотоносных районов минералы платиновой группы известны в долинах рек Большая и Малая Сосьва, Манья, Арбынья, Котля, Луцоуля, Иоутынья, Нахор, Саклингья, Балбанью, Народная, Кожим, Турупья, Туяхулынья.

В качестве возможных коренных источников шлиховой платины рассматриваются породы зо-

нальных мафит-ультрамафитовых массивов — Ялпингнерский, Вольинский, Хорасюрский и Щекуринский, серпентинизированные тела ультрамафитов Салатимского пояса гипербазитовой формации — Иоутыньинское и ряд мелких тел, а также отложения мезозойских структурно-эрозионных депрессий, фрагменты которых широко развиты в этом районе.

Ялпингнерский мафит-ультрамафитовый массив представляет собой северное продолжение Чистопского интрузивного комплекса, расположенного в Платиноносном поясе Урала. Принадлежность Ялпингнерского интрузива к россыпеобразующей платиноносной и платиносодержащей дунит-клинопироксенит-габбровой формации Среднего Урала позволяет рассматривать его как потенциальный источник шлиховых МЭПГ. Масштаб россыпных объектов, связанных с образованиями этой формации, зависит от наличия в составе последней тел хромитоносных дунитов и их размеров. Как и большинство аналогичных образований Среднего Урала, Ялпингнерский массив занимает межформационное положение, имеет резкие контакты с вмещающими вулканогенно-осадочными (ордовик-девон) толщами (рис. 1). Массив сложен преимущественно роговообманковыми габбро (60%), габбро и диоритами. В его центральной части выявлено зональное тело ультраосновных пород площадью 0,5–1,5 км² (М.М.Павлов, Ю.В.Кругликов и др., 1981). Ядро ультраосновного тела сложено дунитами, оливинитами и перидотитами [1, 7; М.М.Пав-

лов, Ю.В.Кругликов и др., 1981]. Окаймляется оно пироксенитами и апопироксеновыми горнбленди-тами с постепенными границами.

По данным Л.А.Миняйло (1972) доля шлиховой платины в золотоносных россыпях увеличивается на тех участках долин рек Лозьва, Большая и Малая Сосьва, Манья, Арбынья, Лопсия, которые дренируют Ялпингнерский мафит-ультрамафитовый массив или находятся вблизи него. По мере удаления от массива на восток содержание платиноидов в россыпях падает.

Серпентинитовые тела Салатимского пояса, в пределах Северного Урала, прослеживаются в виде цепочки узких линзовидных массивов и входят в состав Главного офиолитового пояса. Ультрамафиты имеют тектонические контакты с вмещающими зелеными сланцами терригенно-кремнистой и кремнисто-базальтовой формаций (O_{2-3}) и представлены серпентинитами, апогарцбургитовыми серпентинитами и гарцбургитами. Хромитоносные дуниты, которые определяют россыпеобразующий потенциал гипербазитовой формации, в составе массивов не выявлены.

Наиболее крупным массивом Салатимского пояса, в пределах ХМАО, является Иоутыньинское тело, сложенное петрографически однородными серпентинитами. Западная приконтактовая зона представлена серпентинитовым меланжем с валунообразными включениями массивных разностей серпентинитов, графитистых сланцев и эффузивов основного состава. Восточная приконтактовая зона тела не вскрыта. По рекам Иоутынья, Няйс и Нахор, дренирующим непосредственно иоутыньинские серпентиниты, известны россыпепроявления шлиховой платины.

Структурно-эрозионные депрессии, широко развитые в районе, считаются фрагментами древней мезозойской гидросети субмеридионального направления (см. рис. 1). Отложения этих депрессий, вероятно, можно отнести к промежуточным коллекторам, участвующим в питании россыпей. На Среднем Урале, в районе Нижне-Тагильского массива, известны россыпи платиноидов, источником которых служат древние аллювиально-пролювиальные отложения подобных депрессий и кор химического выветривания.

Следует отметить, что наибольшей продуктивностью обладают россыпепроявления тех водотоков, которые дренируют все три потенциальных источника платиноидов: рек Большая и Малая Сосьва, Лопсия и Манья.

Исследования шлиховых минералов ЭПГ рассматриваемого района позволили выделить две главные группы зерен твердых растворов — Pt-Fe и

Os-Ir-Ru, встречающиеся в различных соотношениях. Большинство минералов платиновой группы представлено фазами переменного состава с широким диапазоном содержаний основных и примесных компонентов. В большинстве известных комплексных россыпей среди МЭПГ преобладают железоплатиновые твердые растворы, составляющие матрицу для остальных минералов платиновой группы. Зерна Pt-Fe твердых растворов на 90–95% сложены изоферроплатиной Pt_3Fe , железистой платиной (ферроплатиной) Pt_2Fe и тетраферроплатиной PtFe. Как правило, доминирует изоферроплатина.

На минералы группы Os-Ir-Ru приходится по разным водотокам от 5 до 53% от суммы МЭПГ. Кроме этого, они широко представлены в виде включений в зернах железоплатиновых твердых растворов. Среди них выделяется две разновидности: гексагональные на основе осмия и кубические на основе иридия. Для минералов этих групп также характерно различное соотношение содержаний основных компонентов и элементов примесей.

Средний гранулометрический размер шлиховых платиноидов территории, по данным Б.В.Рыжова, составляет 0,365 мм, в россыпях бассейна р. Северная Сосьва — от 0,286 до 0,400 мм.

Форма платины в основном пластинчатая и комковидная. Встречаются кубические слабо окатанные кристаллы. В целом окатанность зерен хорошая, реже средняя и плохая. Их поверхность мелкоямчатая, в углублениях наблюдаются гидроксиды железа и глинистые примазки. Основная масса зерен платины (95–97%) попадает в магнитную фракцию. Учитывая, что, по данным Л.А.Миняйло (1972), в немагнитной платине часто попадаются шестигранные таблички с гладкой поверхностью, речь в этом случае идет о гексагональных немагнитных зернах твердых растворов рутениридосминов. Поэтому процент зерен магнитной платины (железоплатиновых твердых растворов) на самом деле еще выше и приближается к 100%.

По данным Л.А.Миняйло (1972), зерна платины среднего течения р. Манья содержат 1,42 мас. % Pd и 0,45 мас. % Rh. По данным В.Н.Агеенко и Г.Г.Тамарина (1968), в платине р. Арбынья содержания Pd составляют 3,47 мас. %.

Нами исследовались шлиховые МЭПГ, любезно предоставленные «РЭП Березовское», которые получены в процессе разведки долины р. Арбынья из шурфовочных линий 5, 15 и 41 и долины р. Манья, линия 235. Количество МЭПГ по отношению к золоту в шлиховых пробах составляет порядка 4%.

Исследование микроморфологии образцов платиноидов проводилось на растровом электронном

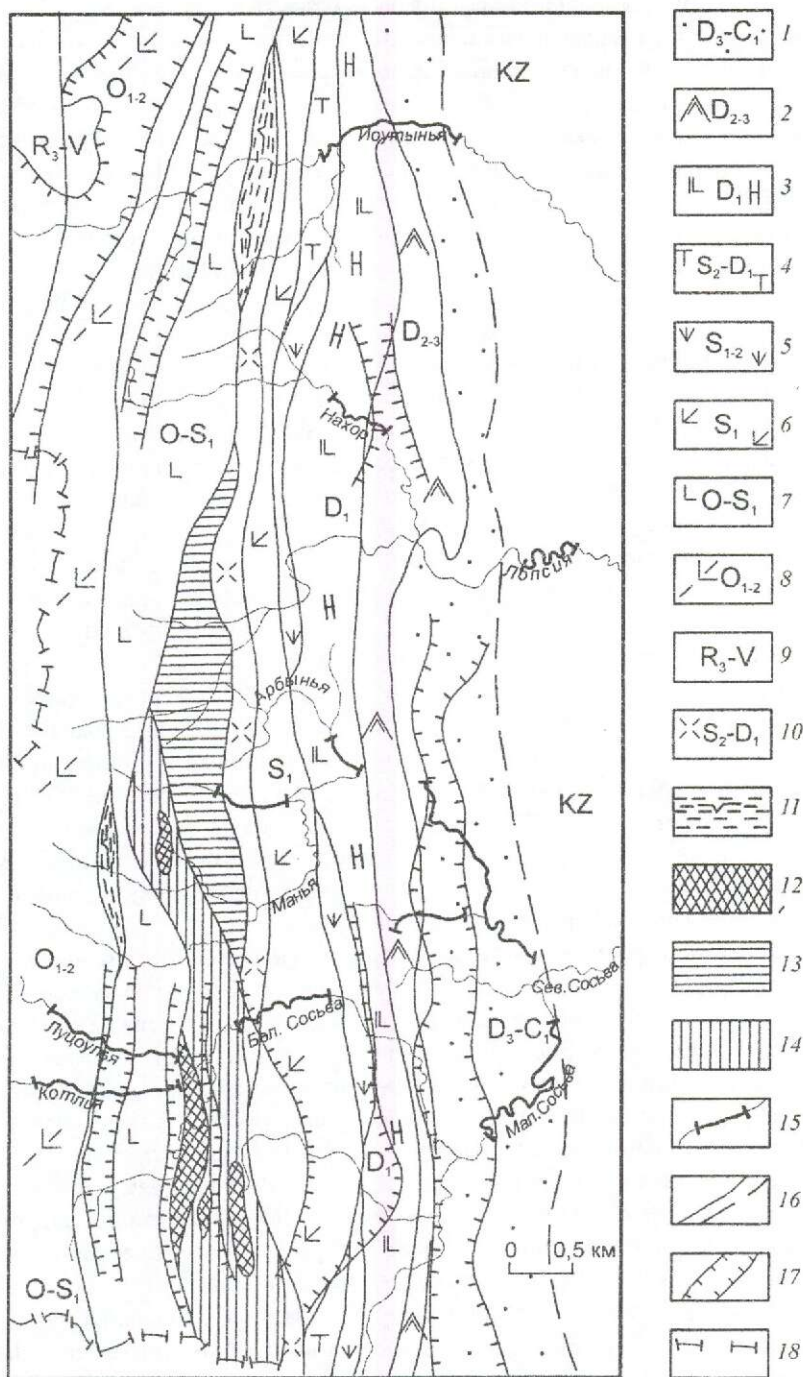


Рис. 1. Схема геологического строения Ялпингерского мафит-ультрамафитового массива:

осадочные, вулканогенно-осадочные и вулканогенные формации: 1 — терригенная, карбонатно-терригенная, оливковых базальтов (D_3-C_1), 2 — базальт-андезит-дацитовая, кремнисто-карбонатно-терригенно-вулканогенная, трахиандезит-базальт-андезитовая туфогенная (D_{2-3}), 3 — базальт-андезитовая, андезитовая вулканогенно-осадочная, рифогенных известняков (D_1), 4 — трахибазальтовая, трахибазальт-трахиандезит-риодацитовая, трахитовая (S_2-D_1), 5 — андезит-базальтовая, трахиандезит-базальтовая (S_{1-2}), 6 — базальт-риолитовая, базальт-дацит-риолитовая, базальт-андезит-дацит-риолитовая (S_1), 7 — кремнисто-толеит-базальтовая ($O-S_1$), 8 — песчано-гравелитистая, песчано-сланцевая, песчано-кремнисто-толеит-базальтовая (O_{1-2}), 9 — хлорит-серицит-кварцевая, углеродистая, филлитовых сланцев, метабазальтов, метаморфизованная базальт-андезит-риодацитовая (R_3-V); интрузивные формации: 10 — габбро-диорит-тоналит-плаггиогранодиоритовая (S_2-D_1), 11 — гипербазитовая (апогарцбургитовые серпентиниты и гарцбургиты), 12-14 — дунит-клинопироксенит-габбровая (12 — дуниты, клинопироксениты, перидотиты, 13 — габбро, 14 — роговообманковое габбро); 15 — участки речных долин с установленной шлиховой платиной; 16 — геологические границы; 17 — границы мезозойских структурно-эрозионных депрессий; 18 — границы ХМАО

микроскопе JSM T-300 фирмы Jeol (Япония). Помимо фотографирования общей морфологии платиноидов, их поверхность просматривалась при увеличениях от 500 до 3500 раз. Особое внимание обращалось на выявление твердых включений и типоморфных элементов микрорельефа — ямок травления, шрамов, двойниковых швов, а также наростов новообразованной платины и золота, пленок гидроксидов железа. Определялся качественный состав минералов.

При изучении состава МЭПГ применялся рентгеновский микроанализатор «Camebax», ультратонких поверхностных пленок — оже-электронные спектры.

Шлиховая платина из россыпей самородного золота р. Манья и ее притока р. Арбынья представлена зернами Fe-Pt твердых растворов (около 90%) и гексагональными и кубическими зернами твердых растворов Os, Rt и Ir (рутениридосмины) — (около 10%).

Проанализированные железоплатиновые твердые растворы представлены только изоферроплатиной Pt₃Fe (рис. 2, А, Б, Г, Д); тетраферроплатина и железистая платина не обнаружены. По предварительным данным среди зерен изоферроплатины, по соотношению основных примесей ЭПГ, отмечаются малоиридийные, палладистые и родистые разновидности (рис. 3, А, Б).

В россыпи р. Арбынья зафиксированы зерна собственных минеральных форм Ru-Ir-Os твердых растворов (см. рис. 2, В, Е), как гексагональные, так и кубические, а в россыпи р. Манья они не встречаются. Минералы этой группы отмечались только в виде включений в железоплатиновых твердых растворах. В матрице изоферроплатины из россыпи р. Манья обнаружены гексагональные зерна твердых растворов на основе осмия, в том числе самородный осмий (рис. 4, В), и кубические на основе иридия (табл. 1, 2). Кроме того, в одном из зерен изоферроплатины найдены микровключения сульфидов состава (Pt, Cu, Rh)S₂ (см. рис. 4, А, Б). Нельзя исключать, что из-за небольшого количества имеющегося материала собственные минералы рутениридосминов не попали в исследуемую выборку минералов.

Средний размер зерен железоплатиновых твердых растворов по рекам Арбынья и Манья примерно 0,33 мм. Для них типичны комковидные, бесформенно-крючковатые формы. Встречаются сильно обмятые зерна с развальцованными краями, реже кубические и октаэдрические кристаллы, иногда чешуйкообразные частицы. Большинство зерен изоферроплатины имеет идеальную или хорошую степень окатанности (см. рис. 2, 5) часто с развальцованной поверхностью. Обращают на себя внимание

мелкоямчатая поверхность в углублениях зерен (см. рис. 5, Б, В) и лучшая сохранность развальцованных краев, что может свидетельствовать минимум о двукратном вовлечении их в транзит. Поверхность зерен, как правило, покрыта трансляционными шрамами и в разной степени корродирована, что сопровождается появлением отрицательных форм различной конфигурации, как линейных, так и мелких изометричных (см. рис. 3).

Трансляционные шрамы, оставленные на поверхности изоферроплатины более твердыми минералами, имеют хаотичное расположение и неравномерно распределяются в пределах одного зерна. На рис. 3, В показан фрагмент поверхности зерна изоферроплатины с развальцованным краем, причем хорошо заметна лучшая сохранность последнего. На развальцованной части отчетливо видны редкие трансляционные шрамы (правая часть снимка), однако практически отсутствуют коррозионные формы. Это позволяет предположить, что образование развальцованной поверхности в краевой части происходило при вторичном вовлечении зерна в транзит, после длительного нахождения его в промежуточном коллекторе, когда по первичной поверхности (нижняя часть снимка) развивались коррозионные структуры. В отличие от трансляционных шрамов они имеют закономерную ориентировку, в данном случае — диагональную.

Подобные отрицательные формы изучены нами ранее в металле из мезозойских россыпей, связанных с Нижне-Тагильским массивом [12]. Микронзондовый анализ показал, что в платине широко развиты ламелли медьсодержащей тетраферроплатины, образовавшиеся при распаде твердого раствора и ориентированные по кристаллографическим направлениям в матрице изоферроплатины.

Начальные стадии коррозии зерен платины со структурами выделения из твердого раствора приводят к образованию пористой поверхности, обусловленной появлением множества мелких ямок травления. Ямки травления имеют такую же ориентировку, что и крупные линейные формы — параллельно граням кристалла. При более глубокой гипергенной коррозии ламеллей тетраферроплатины на поверхности матрицы возникают отрицательные линейные формы. Под электронным микроскопом в серии образцов прослежены последовательные стадии развития коррозии — от появления единичных ямок через пунктирные «трассы» до образования четкой ромбической сетки глубоких линейных шрамов, возникшей за счет полного выщелачивания тетраферроплатины в приповерхностной части ламеллей.

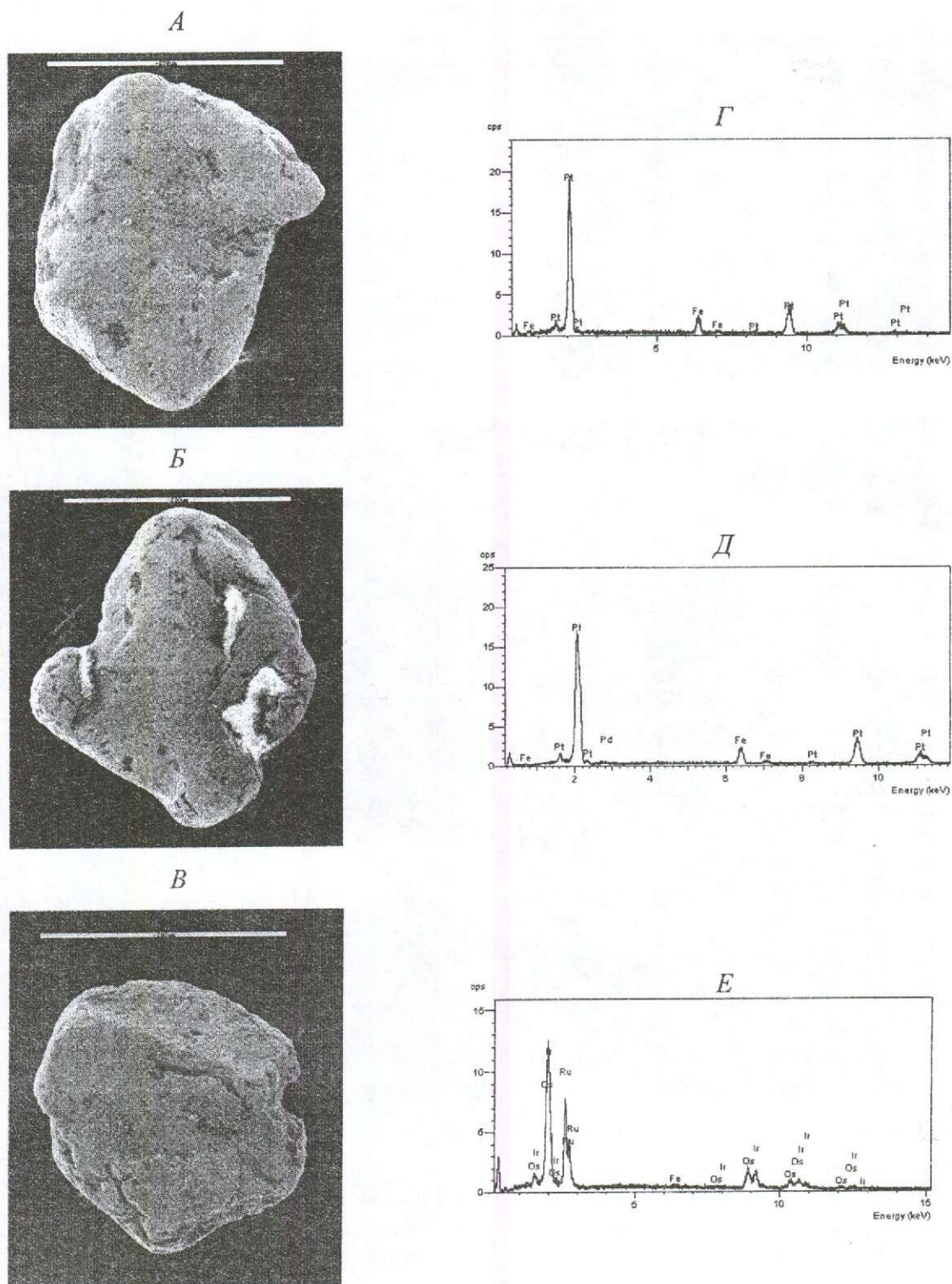


Рис. 2. Шлиховые платиноиды р. Арбынья различной степени окатанности:

светлый минерал в сростании с платиной — силикаты; шлиховая изоферроплатина (А, В) и ее энергодисперсионные спектры (Г, Д); слабо окатанный гексагональный кристалл рутениридосмина (В) и его энергодисперсионный спектр с отчетливо выраженным рутениевым трендом (Е); различная степень окатанности обусловлена различными физическими свойствами железоплатиновых твердых растворов, представленных изоферроплатиной, и минералов группы рутениридосминов

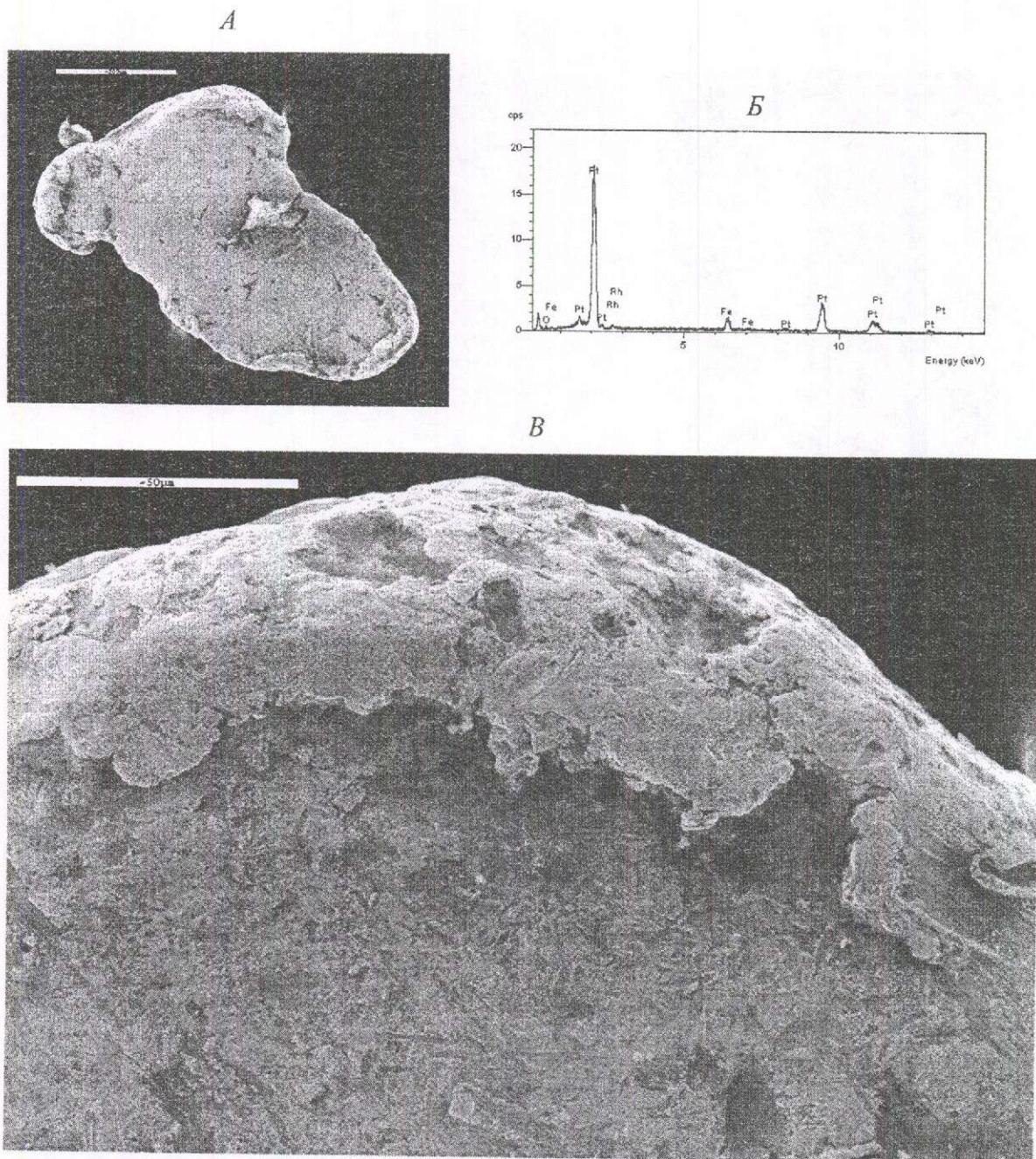


Рис. 3. Окатанность платиноидов из россыпи р. Манья:

A — хорошо окатанное зерно родистой платины (изоферроплатины ?) с развальцованной краевой частью, *Б* — ее энергодисперсионный спектр; *В* — фрагмент поверхности зерна платины с развальцованным краем

В полированных шлифах железоплатиновых твердых растворов из мезозойских россыпей хорошо заметно, что линейные отрицательные формы на поверхности платины обусловлены гипергенной коррозией ламелл тетраферроплатины. Столь характерные шрамы образуются в том случае, когда ламеллы тетраферроплатины выходят на поверх-

ность изоферроплатины, в результате чего происходит их гипергенное выщелачивание (рис. 6, *Б*).

В россыпи р. Арбынья отмечены зерна железоплатиновых твердых растворов с подобными закономерно ориентированными линейными отрицательными формами на поверхности (см. рис. 3). В полированном шлифе из зерна изоферроплатины на

месте выщелоченных ламелл видны отрицательные структуры, закономерно ориентированные в двух направлениях (см. рис. 6, А). Подобное распределение ламелл указывает на образование их в процессе выделения из твердого раствора предположительно тетраферроплатины. В процессе полного гипергенного выщелачивания тетраферроплатины образовались отрицательные структуры, унаследовавшие закономерные ориентировки ламелл. Данное обстоятельство позволяет сделать вывод о длительном пребывании этого металла в зоне гипергенеза.

В шлиховом металле по рекам Манья–Арбынья отмечаются зерна платины черного и темно-бурого цвета, обусловленного развитием по их поверхнос-

ти ультратонких пленок. Для определения состава ультратонких поверхностных слоев были использованы оже-электронные спектры, снятые в ЦНИГРИ Ю.В.Щегольковым. Важным преимуществом электронной оже-спектроскопии в сравнении с другими методами исследования является высокая локальность, составляющая 2–5 нм на глубину и порядка 5 мкм в плоскости образца. Это позволяет определять состав ультратонких пленочных нарастаний, весьма характерных для МЭПГ из зоны гипергенеза, и аномальных поверхностных слоев, не имеющих фазовой границы с субстратом.

Условия записи оже-спектров: энергия первичного электронного пучка 2,5 кэВ, напряжение модуляции на внешнем цилиндре анализатора 3,6 В,

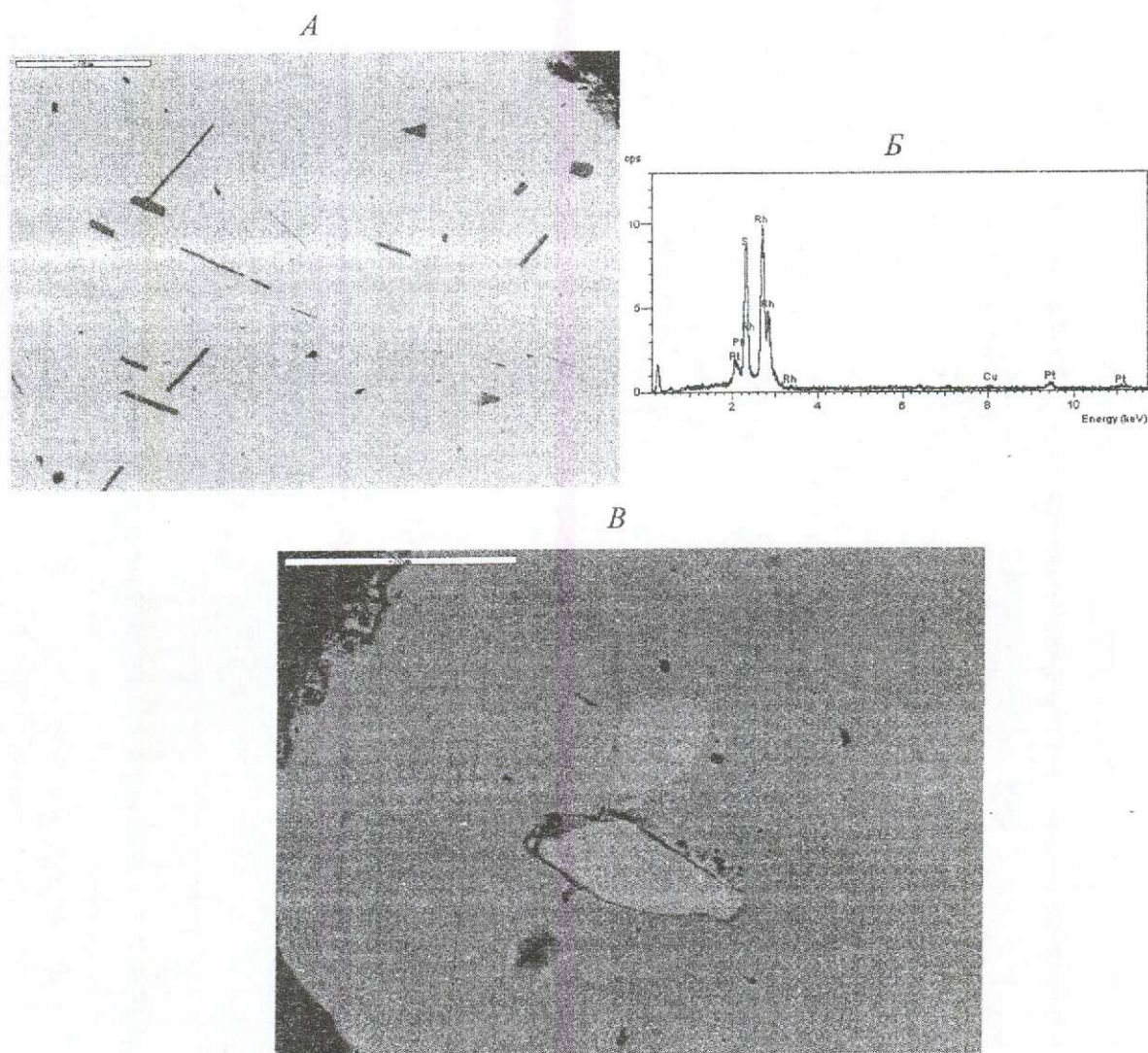


Рис. 4. Включения в платиноидах из россыпи р. Манья:

А — микровыделения сульфидов состава $(Pt, Cu, Rh)_2S_2$ (темные включения) в матрице изоферроплатины, Б — ее энергодисперсионный спектр; В — включения самородного осмия (светлые выделения в центре снимка) в матрице изоферроплатины

1. Состав шлиховых железоплатиновых твердых растворов россыпи р. Манья (линия 235)
по микрозондovому анализу, мас. %

№№ п/п	Pt	Fe	Pd	Ir	Os	Ru	Ni	Cu	Rh	Сумма
1	84,1	8,18	0,8	0	0,17	0,08	0	0,17	0,4	93,9
2	79,76	7,94	2,57	0,33	0,37	0,1	0	0,37	0,71	92,15
3	83,53	7,95	1,24	0	0,18	0	0	0,21	0,26	93,37
4	80,88	8,08	1,73	0	0,07	0	0,03	0,26	0,31	91,36
5	78,24	6,83	0,45	0,52	0,52	0	0,07	0,94	0,67	88,24
6	85,51	7,54	0,5	0,65	0,78	0	0,01	1,02	0,56	96,57
7	77,68	7,35	0,4	0	0,05	0	0,05	0,12	0,47	86,12
8	87,94	8,65	0,25	0	0,32	0	0,02	0,17	0,12	97,47
9	84,88	8,81	2,35	0	0,17	0	0	0,27	0,5	96,98
10	88,43	8,47	0,84	0,01	0,31	0,04	0,05	0,18	0,68	99,01
11	85,96	8,99	2,91	0,5	0,12	0,08	0,04	0,48	0,85	99,93
12	88,95	8,41	1,52	0,01	0,3	0,04	0,12	0,24	0,31	99,9
13	88,1	8,75	1,94	0,01	0,21	0,02	0,04	0,35	0,42	99,84
14	88,41	7,98	0,39	0,82	0,41	0,01	0,1	0,98	0,52	99,62
15	89,22	8,81	0,51	0,24	0,21	0	0,01	0,2	0,31	99,51
16	87,21	8,52	2,41	0,01	0,06	0,01	0	0,25	0,65	99,12
17	86,42	8,78	2,61	0	0,06	0,15	0,04	0,39	0,68	99,13
18	87,69	8,45	0,91	0,52	0,21	0,03	0,04	0,18	1,05	99,08
19	86,21	8,35	2,76	0,48	0,15	0,07	0,04	0,41	0,89	99,36
20	88,65	8,21	2,11	0,21	0,3	0,03	0,08	0,21	0,16	99,96
21	88,13	8,76	2,02	0,1	0,17	0,01	0,03	0,26	0,31	99,79
22	88,31	7,98	0,39	0,81	0,35	0,02	0,12	1,1	0,61	99,69
23	89,12	8,65	0,51	0,14	0,31	0,09	0,12	0,48	0,65	100,07
24	87,62	8,82	2,45	0,1	0,06	0,01	0,01	0,31	0,54	99,92
25	86,28	8,81	2,55	0,01	0,08	0,12	0,04	0,48	0,75	99,12
26	87,25	8,86	0,62	0,2	0,64	0,05	0,08	1,02	0,56	99,28
27	87,78	8,94	0,95	0,25	0,36	0,07	0,01	0,18	0,39	98,93
28	85,94	8,67	2,69	0,55	0,48	0,21	0,01	0,48	0,89	99,92
29	86,28	8,49	1,96	0,21	0,19	0,01	0	0,35	1,12	98,61
30	86,87	8,65	1,83	0,24	0,07	0,2	0,03	0,28	0,3	98,47
31	86,93	8,68	0,59	0,01	0,87	0,05	0,09	1,02	0,66	98,9
32	86,95	8,13	0,8	0,41	0,98	0,02	0,01	1,22	0,57	99,09
33	87,68	8,52	0,5	0,02	0,06	0,01	0,08	0,18	0,46	97,51
34	87,97	9,32	0,25	0,2	0,52	0,02	0,07	0,54	0,91	99,8
35	86,82	8,99	2,56	0,24	0,22	0,1	0,09	0,37	0,51	99,9
36	88,98	8,68	1,21	0,15	0,35	0,1	0,01	0,21	0,41	100,1
37	87,54	8,45	2,41	0,09	0,04	0,01	0,01	0,26	0,58	99,39
38	86,62	8,76	2,61	0,2	0,06	0,14	0,04	0,27	0,64	99,34
39	89,31	8,29	1,51	0,01	0,2	0,04	0,08	0,18	0,36	99,98
40	88,33	8,91	1,85	0,1	0,21	0,01	0,04	0,23	0,28	99,96
41	88,4	8,59	0,82	0	0,28	0,05	0,04	0,16	0,52	98,86
42	85,29	8,93	2,89	0,4	0,14	0,06	0,03	0,38	0,93	99,05
43	89,28	8,31	1,41	0	0,2	0,03	0,07	0,17	0,26	99,73
44	88,3	8,86	1,83	0	0,18	0,05	0,03	0,27	0,32	99,84
45	88,25	7,71	0,41	0,78	0,38	0,1	0,11	1,09	0,58	99,41
46	89,3	8,78	0,42	0,12	0,25	0,03	0	0,18	0,23	99,31
47	87,08	8,64	2,39	0	0,05	0	0	0,24	0,5	98,9
48	86,83	8,84	2,56	0	0,07	0,11	0,03	0,2	0,61	99,25
Среднее	86,69	8,48	1,5	0,2	0,26	0,04	0,04	0,4	0,54	98,15

<i>Включения в минералах железоплатиновых твердых растворов Гексагональные зерна твердых растворов осмия, рутения и иридия</i>										
49	0,95	0,01	0,14	2,14	95,98	0,89	0,04	0	0,45	100,6
50	0,52	0,05	0,12	2,86	96,84	0,35	0,03	0,01	0,21	100,99
51	5,64	0,35	0,01	7,25	85,69	0,54	0,24	0,01	0,14	99,87
52	1,15	0	0,11	0,5	97,21	0	0	0	0,12	99,09
53	1,1	0,3	0,08	22,5	72,98	1,5	0,2	0	0,7	99,36
54	1,2	0,25	0,07	25,86	69,85	1,3	0,1	0	0,65	99,28
55	2,15	0,11	0,1	31,4	64,15	1,2	0	0,3	0,72	100,13
56	0,9	0,2	0,1	29,68	65,6	1,3	0,1	0,3	0,56	98,74
57	3,12	0,3	0,1	23,15	42,5	28,1	0,12	0	1,8	99,19
58	3,2	0,1	0,05	36,87	38,21	19,8	0,11	0	1,4	99,74
<i>Кубические зерна твердых растворов иридия, осмия и рутения</i>										
59	2,95	0,56	0,1	59,8	33,8	2,51	0,04	0	0,58	100,34
60	4,25	1,2	0,1	61,25	29,85	3,36	0,01	0,02	0,48	100,52
61	2,42	1,58	0,05	58,6	31,85	2,84	0,03	0,05	0,76	98,18

2. Состав шлиховых платиноидов из россыпи р. Арбынь по микрозондовому анализу, мас. %

№№ п/п	Pt	Fe	Pd	Ir	Os	Ru	Ni	Cu	Rh	Сумма
<i>Линия 5</i>										
<i>Зерна железоплатиновых твердых растворов</i>										
1	82,29	8,11	2,63	0	0,21	0	0,05	0,12	1,79	95,2
2	85,23	5,02	1,86	0	0,64	0,22	0	0,41	2,3	95,68
3	85,09	9,01	1,68	0,08	0,44	0	0	0,25	0,88	97,43
4	77,77	8,01	3,93	0,28	0,22	0	0	0,4	0,68	91,29
5	83,09	8,84	4,15	0,42	0,35	0,02	0	0,4	0,77	98,04
6	86,48	8,79	0,32	0,07	0,19	0,13	0,05	0,14	0	96,17
7	83,01	8,2	2,48	0,55	0,98	0	0,03	0,99	0,83	97,07
8	85,94	8,67	1,65	0	0	0	0,02	0,31	1,1	97,69
9	87,22	8,37	2,54	0	0,03	0	0	0,09	1,78	100,03
10	88,63	5,06	1,7	0	0,62	0,47	0,03	0,39	2,52	99,42
11	87,63	8,74	1,68	0	0,25	0,02	0,02	0,3	0,72	99,36
12	85,45	8,72	4,08	0,09	0	0	0,08	0,42	0,95	99,79
13	89,01	9,05	0,39	0,24	0,26	0,32	0,08	0,2	0	99,55
14	86,63	8,32	2,32	0,3	0,57	0	0,03	1,08	0,98	100,23
15	87,12	8,73	2,45	0,01	0,04	0,01	0,01	0,07	1,52	99,96
16	86,95	8,25	1,72	0,01	0,31	0,03	0,02	0,52	1,12	98,93
17	88,21	5,18	1,81	0,01	0,59	0,51	0,04	0,41	2,48	99,24
18	87,46	8,52	1,61	0,01	0,31	0,08	0,03	0,32	0,95	99,29
19	88,97	8,94	0,41	0,28	0,32	0,15	0,1	0,2	0,45	99,82
20	86,11	8,22	2,29	0,35	0,61	0,01	0,03	1,15	1,1	99,87
21	85,34	8,68	3,95	0,1	0,01	0,01	0,1	0,52	0,98	99,69
22	88,89	9,15	0,45	0,22	0,28	0,29	0,08	0,28	0,24	99,88
23	86,1	8,22	2,1	0,32	0,54	0,01	0,04	1,14	1,35	99,82
Среднее	86,03	8,12	2,1	0,14	0,34	0,1	0,04	0,44	1,11	98,42
<i>Гексагональные зерна твердых растворов осмия, рутения и иридия</i>										
24	1,6	0	0,16	1,28	94,87	1,38	0	0,02	0,59	99,9
25	1,46	0,04	0,13	0,89	95,67	1,35	0,02	0	0,45	100,01
<i>Кубические зерна твердых растворов иридия, осмия и рутения</i>										
26	4,1	0,37	0,24	61,62	23,42	8,32	0,06	0	1,42	99,55
27	3,58	0,53	0,28	65,13	22,55	6,23	0,1	0,13	1,14	99,67
28	2,98	0,64	0,38	64,17	22,45	7,21	0,2	0,15	1,11	99,29
<i>Включения самородного осмия в железоплатиновых твердых растворах</i>										
29	1,18	0	0,19	1,69	96,73	0,92	0,05	0	0,55	101,31
30	0,45	0,04	0,1	2,46	97	0,41	0,03	0,02	0	100,51

<i>Линия 15</i>										
<i>Зерна железоплатиновых твердых растворов</i>										
31	85,67	8,12	3,87	0,28	0,22	0,05	0,01	0,35	0,69	99,26
32	84,33	8,98	3,99	0,39	0,28	0,02	0	0,4	0,77	99,16
33	87,79	9,25	0,41	0,08	0,21	0,11	0,05	0,15	0,78	98,83
34	85,21	8,54	2,68	0,57	0,99	0,01	0,03	0,97	0,86	99,86
35	86,85	8,92	1,56	0,01	0,15	0,02	0,03	0,3	1,13	98,97
36	85,94	8,24	2,31	0,17	0,56	0,08	0,01	1,12	1,42	99,85
37	86,78	8,15	2,1	0,06	0,17	0,15	0,01	0,7	1,15	99,27
38	85,92	8,36	2,15	0,01	0,28	0,17	0,01	0,69	1,76	99,35
39	86,96	8,92	0,87	0,42	0,38	0,01	0,08	0,85	1,12	99,61
40	86,95	8,21	2,49	0,01	0,04	0,01	0,01	0,1	1,85	99,67
41	88,52	5,69	1,58	0,01	0,65	0,34	0,03	0,24	2,41	99,47
42	87,45	8,62	1,56	0,01	0,31	0,02	0,03	0,32	1,25	99,57
43	85,34	8,12	4,11	0,1	0,01	0,01	0,9	0,51	0,85	99,95
44	88,92	9,25	0,24	0,12	0,23	0,35	0,09	0,35	0,21	99,76
45	86,25	7,96	2,12	0,4	0,61	0,01	0,04	1,14	1,2	99,73
46	85,54	8,1	2,23	0,01	0,41	0,16	0,01	1,24	2,14	99,84
47	87,14	8,32	1,91	0,01	0,23	0,01	0,01	0,68	1,24	99,55
48	85,2	8,48	2,35	0,32	0,2	0,02	0,01	1,21	1,57	99,36
49	87,72	8,31	0,71	0,01	0,81	0,01	0,04	0,79	1,31	99,71
50	88,79	5,09	1,85	0,01	0,75	0,53	0,04	0,45	1,84	99,35
Среднее	86,66	8,18	2,05	0,15	0,37	0,1	0,07	0,63	1,27	99,48
<i>Кубические зерна твердых растворов иридия, осмия и рутения</i>										
51	4,12	0,48	0,31	64,13	23,87	6,35	0,02	0,12	1,21	100,61
<i>Включения самородного осмия в зернах железоплатиновых твердых растворов</i>										
52	1,25	0,02	0,25	1,87	94,88	1,02	0,04	0	0,64	99,97
53	0,89	0,05	0,14	2,14	96,54	0,38	0,03	0,03	0,25	100,45
<i>Линия 41</i>										
<i>Зерна железоплатиновых твердых растворов</i>										
54	85,22	8,84	1,26	0	0,21	0	0,02	0,37	0,67	96,59
55	81,59	8,11	2,25	0,19	0,58	0,09	0	1,01	1,67	95,49
56	84,98	8,37	2,04	0,07	0,18	0,16	0	0,6	1,01	97,41
57	82,63	8,22	1,99	0	0,3	0,18	0	0,72	1,43	95,47
58	86,76	8,15	0,62	0	0,33	0	0,05	0,89	1,06	97,86
59	88,17	8,71	1,47	0	0	0	0	0,33	0,68	99,36
60	85,62	7,95	2,14	0	0,39	0,13	0	1,17	1,75	99,15
61	86,85	8,82	1,85	0	0,25	0,03	0,01	0,58	1,14	99,53
62	85,61	8,53	2,21	0,34	0,2	0,02	0	0,81	1,29	99,01
63	87,6	8,29	0,63	0	0,75	0	0,05	0,86	1,28	99,46
64	87,91	8,62	1,35	0,01	0,01	0,01	0,1	0,38	0,74	99,13
65	85,76	8,24	2,21	0,2	0,41	0,16	0,01	1,21	1,86	100,06
66	86,37	8,79	2,11	0	0,31	0,04	0,12	0,61	1,24	99,59
67	85,99	8,43	1,78	0,5	0,3	0,03	0,01	0,91	1,31	99,26
68	87,96	8,69	1,55	0,01	0,01	0,12	0,01	0,28	0,81	99,44
69	85,42	7,88	1,89	0,1	0,45	0,13	0,01	1,28	2,12	99,28
70	86,81	9,02	1,76	0	0,35	0,03	0,1	0,64	1,14	99,85
71	85,59	8,21	2,35	0,41	0,3	0,02	0,01	1,11	1,41	99,41
72	87,65	8,75	1,39	0,1	0,01	0,1	0,5	0,42	0,52	99,44
73	86,22	7,49	2,17	0,1	0,4	0,18	0,01	1,23	1,73	99,53
74	86,75	8,72	1,81	0,01	0,31	0,4	0,01	0,54	0,97	99,52
75	85,71	8,63	2,31	0,36	0,3	0,03	0,1	0,89	1,35	99,68
Среднее	86,05	8,43	1,78	0,11	0,29	0,08	0,05	0,76	1,23	97,55
<i>Кубические зерна твердых растворов иридия, осмия и рутения</i>										
76	3,29	0,25	0	61,67	32,89	1,13	0	0,02	0,18	99,43
77	3,19	0,27	0	60,25	34,8	1,53	0,06	0	0,19	100,29
78	3,51	0,34	0,13	62,83	32,15	1,05	0,02	0,02	0	100,05
79	3,41	0,27	0	62,05	32,5	0,87	0,04	0,06	0	99,2
<i>Гексагональные зерна твердых растворов осмия рутения и иридия</i>										
80	4,02	0,24	0,31	28,96	35,18	30,15	0,06	0,08	0,84	99,84
81	4,12	0,17	0,3	29,15	35,3	29,52	0,11	0	0,9	99,57
82	4,26	0,17	0,08	28,68	35,05	30,63	0,11	0	0,83	99,81

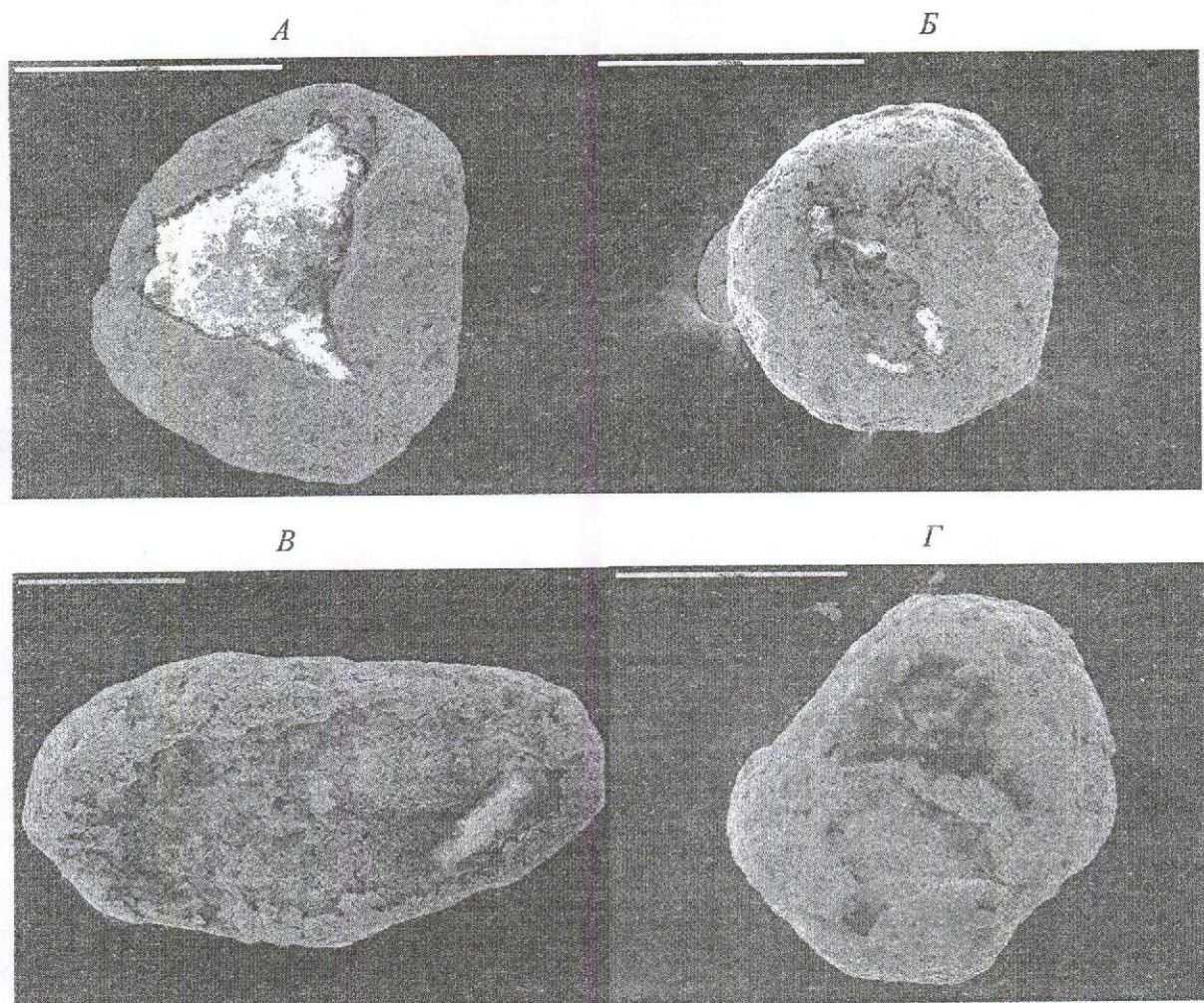


Рис. 5. Различная степень окатанности шлиховых платиноидов с развальцованной поверхностью из россыпи р. Манья:

светлый минерал в углублениях зерен платины — силикаты

вакуум в рабочей камере составил $5 \cdot 10^{-10}$ тор. Для очистки поверхности образцов от адсорбированных из атмосферы примесей (углеводороды, СО и т.д.) и изучения распределения элементов на глубину применяли травление поверхности ионами аргона при энергии ионного пучка 2,0 кэВ и токе эмиссии 20 мА.

Установлено, что на поверхности исследуемых образцов присутствует пленка оксида железа, которая и придает платине темный оттенок. С глубиной от поверхности содержание железа уменьшается, а платины возрастает, на что указывает полученное значение атомного отношения Pt/Fe, которое до травления равнялось ~ 1 (рис. 7, А), а после травления в течение 30 минут увеличилось до 2,4 (см. рис. 7, Б). Ранее, на примере элювиальных россыпей месторождения Кондер, отмечалось, что образование оксидных пленок на платине связано с ее окислени-

ем в гипергенных условиях и выносом атомов железа к поверхности зерен. В платине из россыпей, связанных с массивом Кондер, была выявлена прямая корреляция между толщиной оксидной пленки и временем пребывания металла в коре выветривания [8, 9].

Химический состав зерен Fe-Pt твердых растворов из россыпей рек Манья и Арбынья обладает рядом особенностей. При крайне низких содержаниях Ig в них повышены содержания Pd. Содержания Rh резко различны. Для платины р. Манья среднее содержание Rh 0,5%, тогда как для р. Арбынья — 1,19% (см. табл. 1, 2). Данное обстоятельство позволяет сделать предположение о различных источниках питания при их образовании.

Учитывая, что линия 235 по р. Манья находится ниже впадения р. Арбынья, нельзя исключать попадания в эти пробы металла из последней с бо-

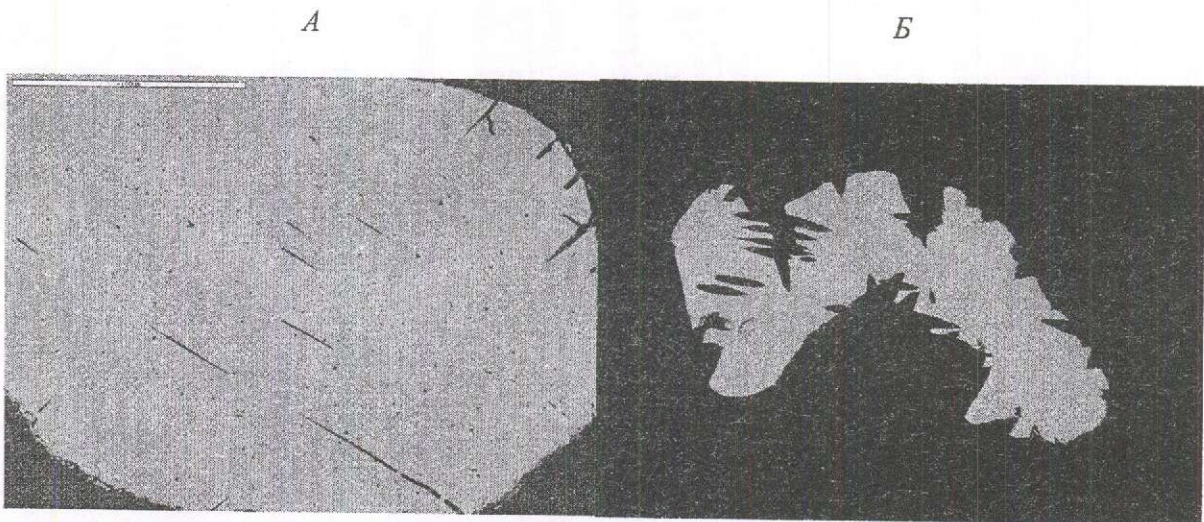


Рис. 6. Отрицательные линейные формы в платине:

A — в зерне железоплатиновых твердых растворов на месте выщелоченных ламелл, представленных предположительно тетраферроплатиной, россыпь р. Арбыня; *B* — в изоферроплатине на месте выщелачивания ламелл тетраферроплатины, мезозойские россыпи Нижне-Тагильского массива, ув. 100

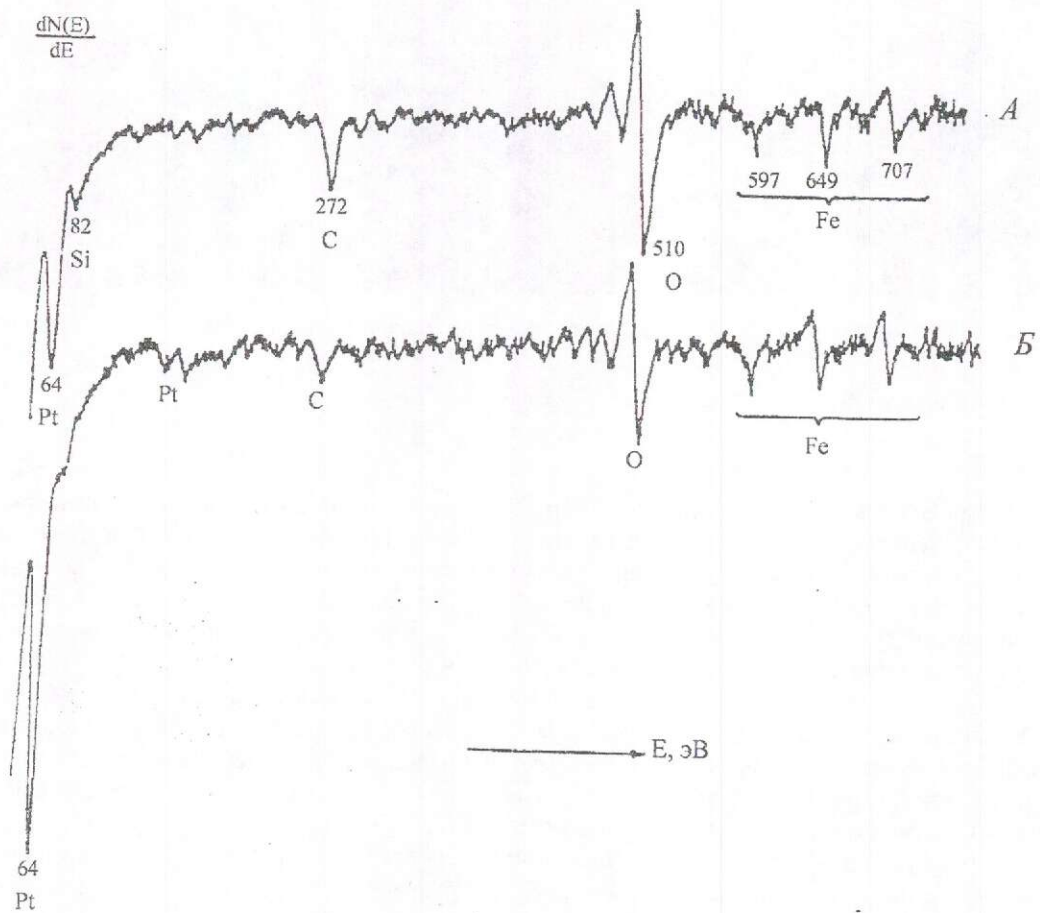


Рис. 7. Оже-спектры поверхности шлиховой изоферроплатины черного цвета из россыпи р. Манья:

A — до ионного травления; *B* — после ионного травления

лее высокими содержаниями Rh. На барицентрической диаграмме, в системе Ir-Rh-Pd, хорошо заметна область перекрытия составов Fe-Pt твердых растворов рек Манья и Арбыня в средней части оси Rh-Pd. Металл такого состава, за счет которого образовалась эта область, поступил, возможно, из россыпи р. Арбыня (рис. 8, А).

При сравнении состава железоплатиновых твердых растворов рек Арбыня и Манья с таковым из зонального дунит-клинопироксенит-габбрового массива Урала с небольшим развитием дунитов (Омутнинский массив) заметно, что их поля перекрываются в очень малой степени (см. рис. 8, Б). В то же время, по р. Арбыня минерально-геохимический тип россыпи — палладисто-платиновый с повышенным содержанием Rh и резко пониженным — Ir. Платина такого типа характерна, прежде всего, для клинопироксенит-габбровых массивов дунит-клинопироксенит-габбровой формации. Железоплатиновые твердые растворы из россыпей, продуцированных пироксенитовыми массивами, в отличие от дунитовых характеризуются другим соотношением элементов-примесей. Для них не характерны высокожелезистые разности. Значительная их часть представлена железоплатиновыми твердыми растворами, отвечающими составу Pt_3Fe – Pt_6Fe , и самородной платиной. Возрастает роль Pd, Cu и Rh при невысоких содержаниях Ir (см. рис. 8, Б) [5, 10, 11, 13, 14]. В данном случае речь идет о платинометаллической минерализации из массивов, в составе которых дунитовые тела отсутствуют полностью.

Примером чисто клинопироксенитовых массивов могут служить массивы Беринговского пояса (Олюторская зона, Корякия). В его пределах насчитывается около 40 мафит-ультрамафитовых массивов. Наиболее крупные — Таманваямский и Ильгинейский. Слагающие их породы представлены перидотитами (верлитами), оливиновыми пироксенитами, клинопироксенитами, габброидами, габбродиоритами и плагиоклазитами. Доля ультрамафитов составляет 10–15% от общей площади выходов пород формации, за счет чего значительная часть россыпных проявлений имеет комплексный золото-платиноидный характер.

Нами исследовалась платинометаллическая минерализация бассейна р. Таманваям, в ряде притоков которой вместе с золотом присутствуют минералы платиновой группы. По отдельным водотокам их содержания достигают 0,8–1 г/м³.

Изучение МЭПГ с помощью микрондового анализа показало, что преобладают изоферроплатина и железоплатиновые твердые растворы, отвечающие составу Pt_3Fe , Pt_5Fe и Pt_6Fe с содержанием Ir от 0,29 до 4,93% и Pd до 1,16%. В крайних частях зерен отмечается повышенное содержание Cu до 11% (среднее 1,13%). Содержания Fe 4,09–7,97% (среднее 6,1%), что ниже, чем в МЭПГ, связанных с массивами этого типа на Урале, Алдане, в Корякии [10].

Зерна железоплатиновых твердых растворов рек Арбыня и Манья имеют более высокие содержания Fe порядка 8 мас. %. Это, по-видимому, объясняется высоким содержанием Fe в железоплати-

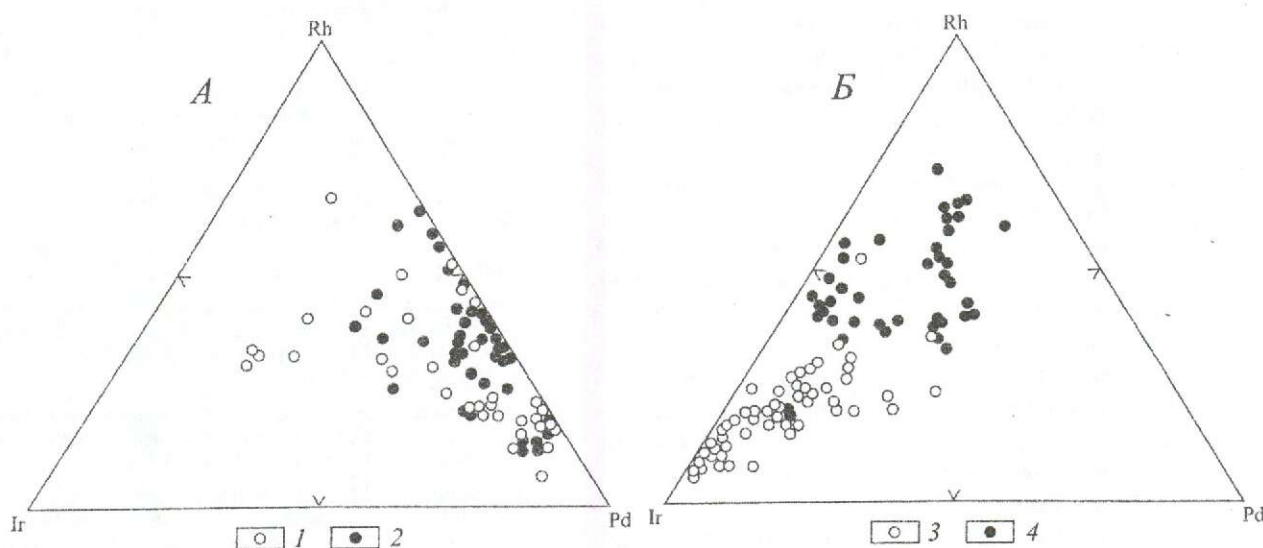


Рис. 8. Соотношение содержаний элементов примесей в шлиховых железоплатиновых твердых растворах в системе Ir-Rh-Pd:

А — россыпи рек Манья (1) и Арбыня (2); Б — россыпи, связанные с Омутнинским массивом (3), и Беринговского пояса (4)

новых твердых растворах Урала, связанных с зональными дунит-клинопироксенит-габбровыми массивами. В Нижне-Тагильском массиве средние содержания Fe составляют 10–12 мас. %, в Омутнинском — 13 мас. %. В подобных образованиях Гальмознанского массива (Корякия) средние содержания Fe 9,2 мас. %, массивов Кондер и Инагли (Алданский щит) — 8,9 и 7,9 мас. % соответственно.

В то же время нельзя исключать происхождение части платины из дунит-верлит-габбровых плутолитов такситового комплекса гипербазитовой формации, продуцирующих иридино-платиновый минерально-геохимический тип с повышенным содержанием Rh.

Суммируя сказанное, можно сделать следующие выводы.

Основное количество МЭПГ в долинах рек Манья и Арбынья представлено железоплатиновыми твердыми растворами, а среди них — малоиридистой, палладистой и реже родистой изоферроплатиной.

Состав ряда гексагональных зерен твердых растворов осмия, иридия и рутения из россыпи р. Арбынья характеризуется ясно выраженным рутениевым трендом, что характерно для россыпей рутений-иридий-осмиевого минерально-геохимического типа, связанного с дунит-лерцолитовыми и дунит-гарцбургитовыми комплексами альпинотипных ультрамафитов гипербазитовой формации [2–4, 6].

Резко подчиненное значение в россыпи гексагональных и кубических зерен твердых растворов осмия, иридия и рутения от общего количества МЭПГ, представленного малоиридистой изоферроплатиной с устойчиво повышенными содержаниями Pd (россыпь р. Манья) и Pd, Rh (россыпь р. Арбынья), позволяет сделать предположение о ее связи как с зональными массивами дунит-клинопироксенит-габбровой формации, так и с дунит-верлит-габбровыми плутолитами такситового комплекса гипербазитовой формации, продуцирующими иридино-платиновый минерально-геохимический тип с повышенным содержанием Rh [15].

Хорошая окатанность и коррозионные шрамы на поверхности зерен железоплатиновых твердых растворов, а также неодинаковая степень коррозионной проработки поверхности зерен платины позволяют говорить о нахождении металла в промежуточных коллекторах, а также как минимум о двукратно возобновляющемся его переносе. В пользу нахождения металла в зоне гипергенеза свидетельствует также развитие по зернам Fe-Pt сплавов пленок гидроксидов железа и марганца.

Вариации состава зерен изоферроплатины в долинах рек Манья и Арбынья обусловлены, по-видимому, тем, что в процессе литогенеза минералы платиновой группы различных ультраосновных комплексов офиолитов и, возможно, клинопироксенитовых массивов зональных комплексов перемешались в результате многократных денудационно-осадочных циклов и через промежуточные литифицированные коллекторы попали в современные россыпи.

Подчеркнем, что сделанные выводы носят предварительный характер, поскольку имеющаяся выборка зерен платиноидов из одного локального района не достаточна для целенаправленного заключения о минерально-геохимическом типе россыпей, характерном для территории в целом.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Иванов О.К.* Концентрически-зональные пироксенит-дунитовые массивы Урала. — Екатеринбург: Изд. Уральского ун-та, 1997.
2. *Методика* разведки россыпей золота и платиноидов / Под ред. И.Б.Флерова. — М.: ЦНИГРИ, 1992.
3. *Мочалов А.Г.* «Шлиховая платина» россыпей Дальнего Востока России: Автореф. дис... д-ра геол.-минер. наук. — М., 2001.
4. *Платиноносность* ультрабазит-базитовых комплексов юга Сибири / Отв. ред. Г.В.Поляков, В.И.Богнибов // Тр. объединенного института геологии, геофизики и минералогии СО РАН, 1995.
5. *Подлипский М.Ю.* Минералогия ферроплатиновой ассоциации в россыпях: Автореф. дис... канд. геол.-минер. наук. — Новосибирск, 1999.
6. *Россыпные месторождения* России и других стран СНГ (Минералогия, промышленные типы, стратегия развития минерально-сырьевой базы) / Под ред. Н.П.Лаврова, Н.Г.Патык-Кара. — М.: Научный мир, 1997.
7. *Сирин Н.А.* Геолого-петрографическое описание габбрового массива Ялпинг-Нер на Северном Урале // Тр. петрографического института АН СССР. 1937. Вып. II. С. 17–69.
8. *Столяренко В.В.* Минералого-геохимические критерии прогноза, поисков и оценки иридино-платиновых россыпей (на примере месторождения Кондер): Автореф. дис... канд. геол.-минер. наук. — М., 1993.
9. *Столяренко В.В.* Вторичные золото и платина в иридиево-платиновых россыпях как показатель процессов химического выветривания // Докл. РАН. М., 1993. Т. 330. № 5. С. 624–626.
10. *Столяренко В.В.* Россыпная платиноносность северо-восточной части Олюторско-Камчатской зоны // Тез. докл. годичной сессии ВМО. М., 1998. С. 85–86.
11. *Столяренко В.В.* Использование признаков моделей МПГ при среднемасштабном металлогеническом картировании // Тез. докл. «Металлогения и воспроизводство фонда недропользования». ЦНИГРИ, 2000. С. 127–128.
12. *Столяренко В.В.* Особенности минералогии ферроплатиновой ассоциации в мезозойских россыпях Урала (Н. Тагильский массив) // Тез. докл. «Прикладная

минералогия в решении проблем прогнозирования, поисков и оценки месторождений полезных ископаемых». М., 2001. С. 53.

13. Толстых Н.Д., Сидоров Е.Г. Состав Pt-Fe сплавов как отражение условий их образования в концентрически-зональных массивах // Тез. докл. общероссийского семинара «Платина в геологических формациях Сибири». Красноярск, 2001. С. 86–89.

14. Шашкин В.М., Столяренко В.В., Ботова М.М. Платинометальная минерализация Кокшаровского щелочно-ультраосновного массива // ДАН СССР. М., 1991. Т. 316. № 3. С. 710–714.

15. Экзогенная золотоносность и платиноносность Российской Федерации / Под ред. В.П. Орлова // Объяснительная записка к комплекту карт. М., ЦНИГРИ, 1997.

УДК 553.41 (479.24)

© Ж.П. Марданова, 2004

МИНЕРАЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКИЕ КРИТЕРИИ ПРОГНОЗА И ПОИСКОВ ЗОЛОТО-СУЛЬФИДНЫХ РУД НА ПРИМЕРЕ ГОШИНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ, АЗЕРБАЙДЖАН

Ж.П. Марданова (Азербайджанский государственный университет)

По результатам химических и спектральных анализов образцов, отобранных вквост простирания рудной залежи, на трех горизонтах штолен Гошинского месторождения откартированы эндогенные геохимические ореолы Au и Ag. Конфигурация ореолов зависит от тектонического строения рудного поля и морфологии рудных тел. Закономерное возрастание с глубиной величины Au/Ag предлагается использовать как прогнозно-поисковый критерий перспективных участков с промышленными рудами.

Геологическая характеристика месторождения. Кедабекский рудный район расположен на северо-западном крыле Шамкирского антиклинория складчатой области Малого Кавказа и относится к Локско-Карабахской структурно-формационной зоне, отвечающей по типу развития раннеальпийскому (киммерийскому) внутригеосинклинальному прогибу с преимущественно вулканогенным разрезом и «пестрым» гранитоидным магматизмом. В районе выявлены месторождения и многочисленные рудопроявления золотых и золотосодержащих руд.

Основная часть структуры сложена байосскими вулканогенными образованиями. В небольших изолированных выходах обнажаются палеозойские кристаллические сланцы, нижнеюрские терригенно-осадочные породы и батские вулканогенно-осадочные образования, перекрытые на периферии района верхнеюрскими и меловыми отложениями. Преобладают батские вулканогенно-осадочные породы дашкесанской свиты (верхняя толща), верхнебайосские зеленокаменные эффузивы гызылджинской вулканогенной риолит-дацитовый (кварцевых порфиоров) и дзегамчайской вулканогенной базальт-андезитовой толщ. Указанные толщи прорваны

интрузивными образованиями, которые, в свою очередь, пронизаны многочисленными дайками основного состава.

По данным различных исследователей, в районе выделяются крупные складчатые структуры северо-западного и субширотного направлений (согласно общему простиранию Шамкирского антиклинория): Ахмедабад-Гошинская, Беюк-Кишлагская антиклинали и Асрик-Джырдаханская синклиналь.

Гошинское рудное поле размещено на северо-западном крыле Ахмедабад-Гошинской антиклинали субширотной ориентировки. Преобладают породы базальт-андезит-дацит-риолитовой формации, относимые к дзегамчайской и гызылджинской свитам. Строение складки асимметричное: северное крыло более крутое, чем южное. В связи с частой ундуляцией шарнира антиклиналь осложнена складками второго порядка. Многочисленные разрывные нарушения имеют северо-восточное, близмеридиональное (поперечное), северо-западное и субширотное направления и представлены зонами расщепления, сколовыми трещинами дробления, гидротермально измененными вмещающими породами.

Геологическая позиция рудного поля определяется связью со скрытыми глубинными разломами фундамента, к которым относятся субширотный Ахмедабад-Гошинский (по оси одноименной антиклинали) и субмеридиональные Шихейбатский и Эльдагский.

Гошинское золото-сульфидное месторождение приурочено к Гоша-Иткырланской антиклинали второго порядка в западной части Ахмедабад-Гошинской антиклинали. Оно локализовано в зоне сопряжения одноименного глубинного разлома с субмеридиональными и субширотными разрывами.

Разрез пород дзегамчайской свиты, слагающих площадь месторождения, имеет следующее снизу вверх строение (по Г.Н.Аллахвердиеву, М.А.Гасанову): цеолитизированные андезитовые порфириды; мелко-среднезернистые андезиты-базальты и андезиты с цеолитовыми миндалинами; андезитовые порфириды с кварц-карбонатными миндалинами; чередование лав андезитов, андезитов-базальтов и агломератовых брекчий с единичными зернами магнетита; горизонт андезитовых и андезитов-базальтовых кластолав; чередование агломератовых брекчий, туфов и маломощных лав андезитовых порфиритов. Общая мощность отложений 1345 м.

Вмещающие породы прорваны многочисленными дайками, а также малыми секущими, послонными и штокообразными кварц-диоритовыми интрузиями. Дайки основного состава ориентированы в субширотном, реже субмеридиональном направлениях, а кислого — в северо-восточном.

На западном фланге месторождения нижнебайосские породы несогласно перекрыты Гоша-Иткырланским субвулканическим телом риолитовых и риолит-дацитовых порфиритов. В экзоконтакте субвулканического тела породы перемяты, каолинизированы, сульфидизированы и ороговикованы, в эндоконтакте развиты поля вторичных кварцитов монокварцевой и кварц-каолиновой фаций, слагающие исследуемые рудные зоны вдоль крупных систем трещин и разрывных нарушений.

Главные разрывные нарушения на площади месторождения — это субширотный региональный Ахмедабад-Гошинский глубинный разлом, контролирующий положение трех субпараллельных зон разломов (северной, центральной и южной), приуроченных к ним рудных зон 1, 2, 3, 5, 5а и дайковых поясов, и Шихейбатский разлом глубокого заложения, с которым связаны субмеридиональные зоны 4, 10, 11, 12, 13, а также секущие их дайки и интрузивные тела (рис. 1). Субширотные нарушения преобладают. В северной, центральной и южной частях месторождения они формируют субпараллельные протяженные зоны, связанные между собой разрывами более низких порядков.

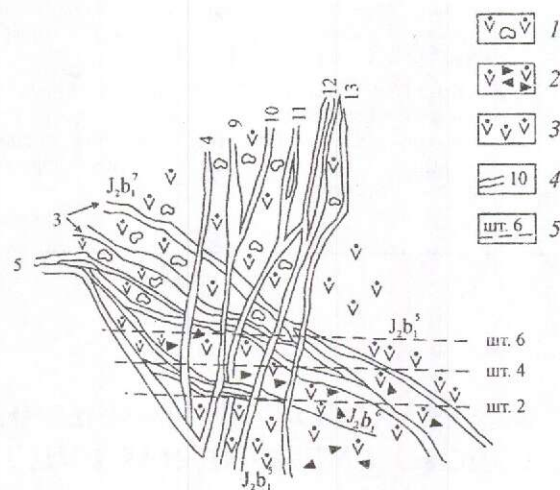


Рис. 1. Схема Гошинской рудной залежи:

1 — нижнебайосские мелко-среднезернистые андезиты с редкими миндалинами, заполненными цеолитом; 2 — то же, горизонт кластолав, мелко- и среднезернистых андезитов; 3 — то же, горизонт андезитовых порфиритов; 4 — рудные зоны и их номера; 5 — горизонты штолен и их номера

Рудная залежь представлена системой крутопадающих кулисообразных субмеридиональных узких и северо-западных более мощных, иногда весьма протяженных (1–2 км) линейно вытянутых тел, залегающих в области перекрытия нижнебайосской базальт-андезитовой толщи (дзегамчайская свита) верхнебайосскими (риолит-дацитовая толща) терригенными отложениями (гызылджинская свита).

Минерализованные жилы и их свиты образуют довольно мощные зоны (3,5–13 м) с различной степенью насыщенности гнездами, прожилково-вкрапленными и трещинными скоплениями сульфидов. Рудные вкрапления (от единичных до сгустковых) локализованы в зонах каолинизации и хлоритизации (30%), в кварцевых прожилках (32–40%), где наряду с пиритом (18–20%) содержат халькопирит (5–6%), сфалерит, галенит (1–2%) и другие второстепенные и редкие минералы.

Эндогенные геохимические ореолы золота и серебра на горизонте штольни 6 (1584 м) окаймляют рудную залежь и примыкающие к ней в близширотном направлении вмещающие породы. Для них характерны низкие содержания металлов — от кларковых до 0,1–1 г/т. Относительно высокие содержания (1–3 и 1–5 г/т) связаны непосредственно с рудными залежами. Их ореольные поля повторяют очертания рудных тел [1, 2, 4]. Изометричные эндогенные ореолы Au с концентрациями 5–24 г/т на горизонте штольни 6 совпадают с ореолами Ag

(10–25 г/т), более широкими, чем первые (рис. 2). Изометричные ореолы выявлены в центральной части рудной залежи вдоль зон рудоконтролирующих и рудовмещающих разрывов близширотного и северо-восточного простираний. Они замыкаются субмеридиональными ореолами более низких содержаний Au (3–5 г/т) и Ag (5–10 г/т).

Эндогенные ореолы золота и серебра линейного типа на горизонте штольни 4 (1555,7 м) приурочены к рудоконтролирующему разлому северо-восточного простирания (рис. 3). Как и на горизонте штольни 6, они характеризуются низкими содержаниями золота и серебра. На западном и восточном флангах рудной залежи с близширотной и близмеридиональной ее ориентировками содержания Au в ореолах от 1 до 3 г/т, Ag от 1 до 5 г/т. В изометричных ореолах содержания металлов более высокие — Au 3–5 г/т, Ag 5–10 г/т. На северо-восточном и восточном участках залежи в центре изометричных ореолов выделяются области с высокими концентрациями Au (5–24 г/т), Ag (10–25 г/т) и аномальными их содержаниями в отдельных пробах (Au 25–77, Ag 46–222 г/т).

На горизонте штольни 2 (1542,7 м) пересекаются два эндогенных ореола близширотного и близмеридионального направлений (рис. 4). Их внешний контур окаймляет рудную залежь и вмещающие породы с содержанием Au и Ag от следов до 0,1 г/т (первичные ореолы). Внутри расположены более мелкие ореолы с различной ориентировкой. Ореолы линейного типа с содержанием металлов 0,1–1,1 г/т заключают разноориентированные поля с высокой концентрацией Au (1–3 и 5–24 г/т) и Ag (1–5 и 10–25 г/т).

Ореолы золота и серебра частично совпадают, однако участки с наиболее высокими их содержаниями носят изолированный характер. Изометричные ореолы золота построены концентрически. Внутри полей с содержанием Au 3–5 г/т имеются участки с содержанием Au 5–24 г/т, а иногда и аномальные — Au более 24 г/т. На северном и южном флангах залежи в 200-метровой близмеридиональной полосе наблюдаются ореолы серебра (10–45 г/т) пятнистого типа.

Таким образом, выявленные эндогенные геохимические ореолы золота и серебра свидетельству-

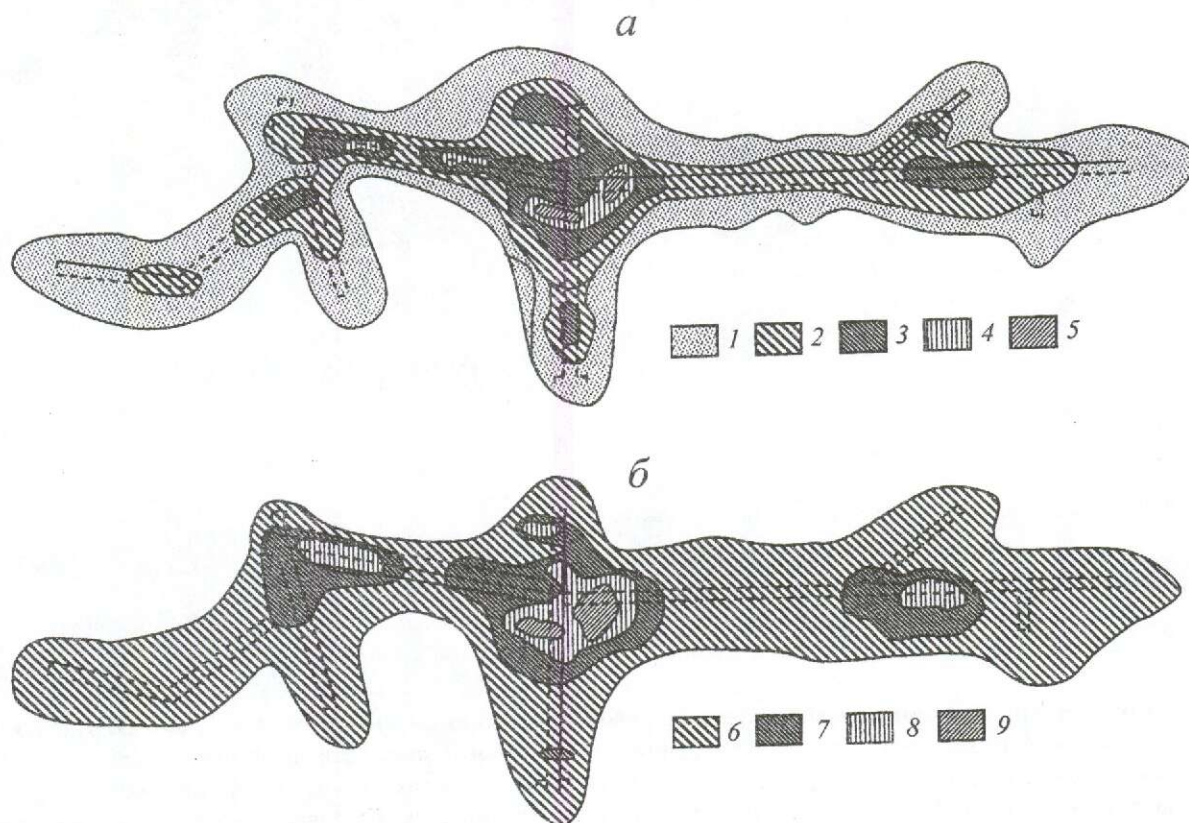


Рис. 2. Распределение ореолов золота (а) и серебра (б) на горизонте штольни 6:

содержания, г/т: 1 — следы–0,1; 2 — 0,1–1,0; 3 — 1,0–3,0; 4 — 3,0–5,0; 5 — 5,0–24,0; 6 — 0,1–1,0; 7 — 1,0–5,0; 8 — 5,0–10,0; 9 — 10,0–25,0

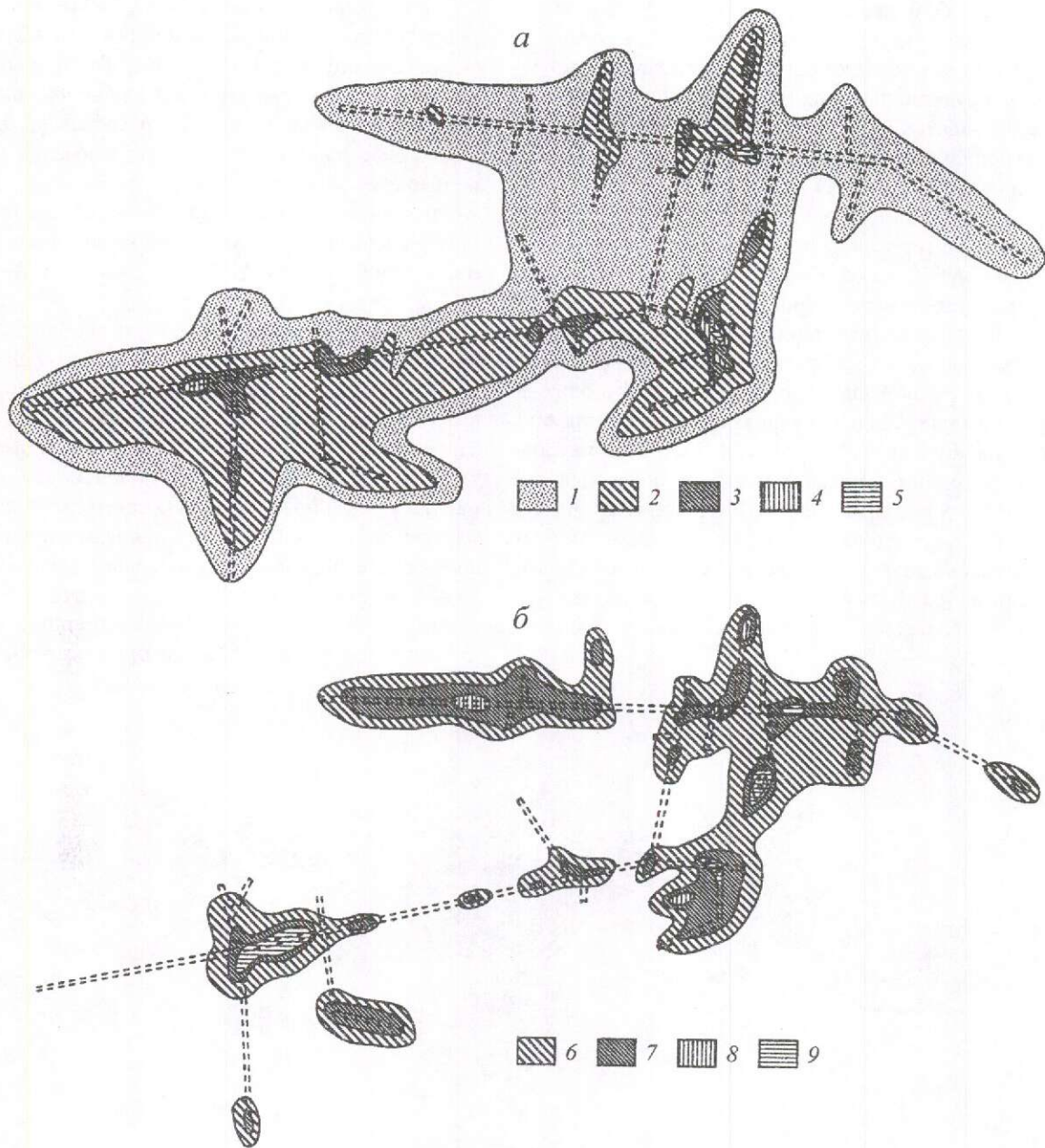


Рис. 3. То же, золота (а) и серебра (б) на горизонте штольни 4:

содержания, г/т: 1 — следы—0,01; 2 — 0,1—1,0; 3 — 1,0—3,0; 4 — 3,0—5,0; 5 — 5,0—24,0; 6 — 0,1—1,0; 7 — 1,0—5,0; 8 — 5,0—10,0; 9 — 10,0—25,0

ют о сложной морфологии рудной залежи с рядом локальных участков ураганных концентраций металлов (Au 45–77, Ag до 222 г/т) на северном и юго-западном флангах. Закономерное увеличение содержания металлов с глубиной может использоваться как поисковый критерий для прогнозирования перспективных участков с промышленными концентрациями золота и серебра [3, 5].

Золото-серебряные отношения в рудах. Известно, что количественные отношения золота и серебра в рудах могут служить индикатором процессов минералообразования и миграционной способности металлов. Практически отношение Au:Ag используется в одних случаях для выявления элементов гипогенной зональности, в других — для оценки выдержанности рудных тел на глубину. В преде-

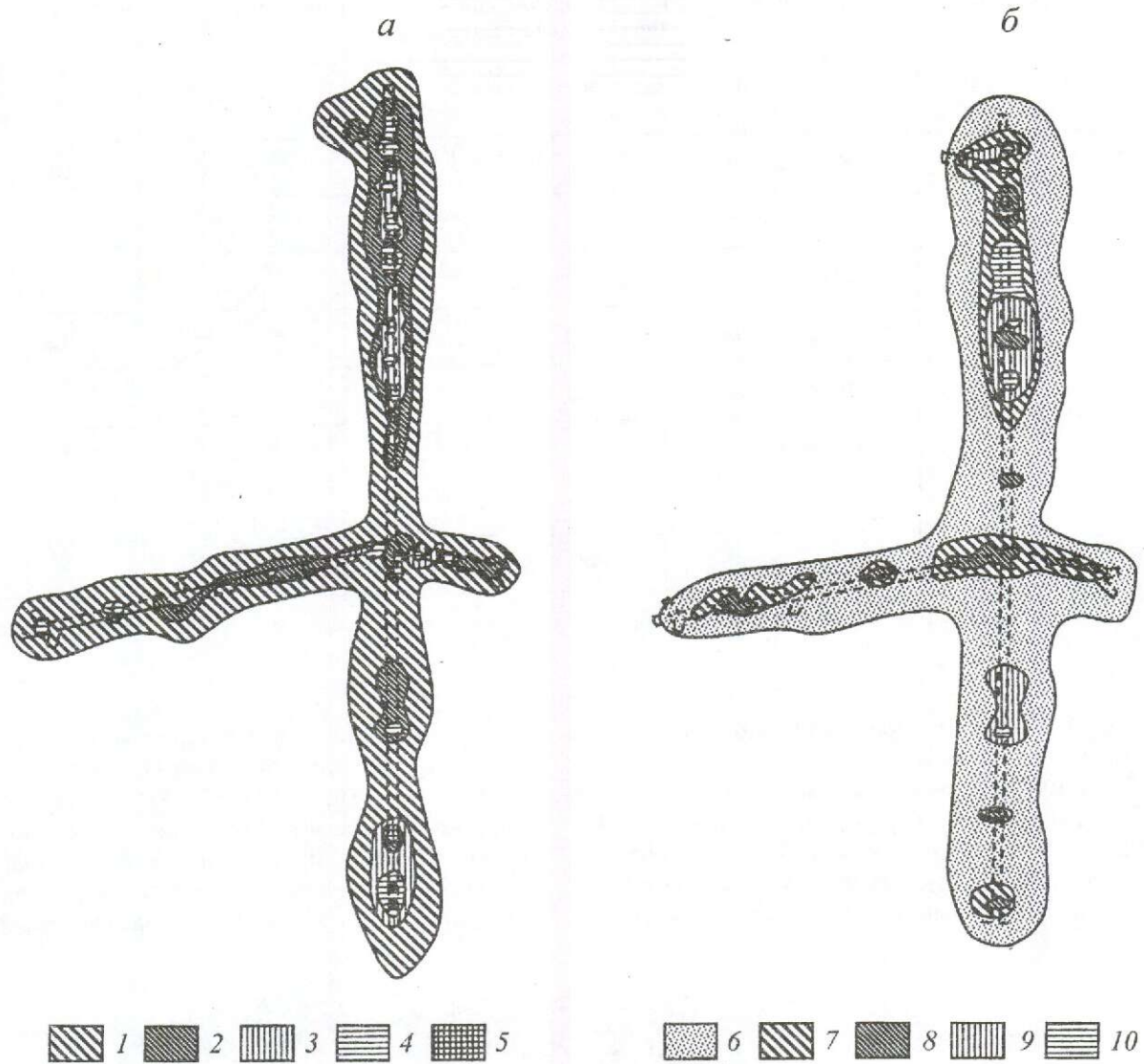


Рис. 4. То же, золота (а) и серебра (б) на горизонте штольни 2:

содержания, г/т: 1 — 0,1–1,0; 2 — 1,0–5,0; 3 — 5,0–10,0; 4 — 10,0–25,0; 5 — 25,0–45,0; 6 — следы–0,1; 7 — 0,1–1,0; 8 — 1,0–3,0; 9 — 3,0–5,0; 10 — 5,0–24,0

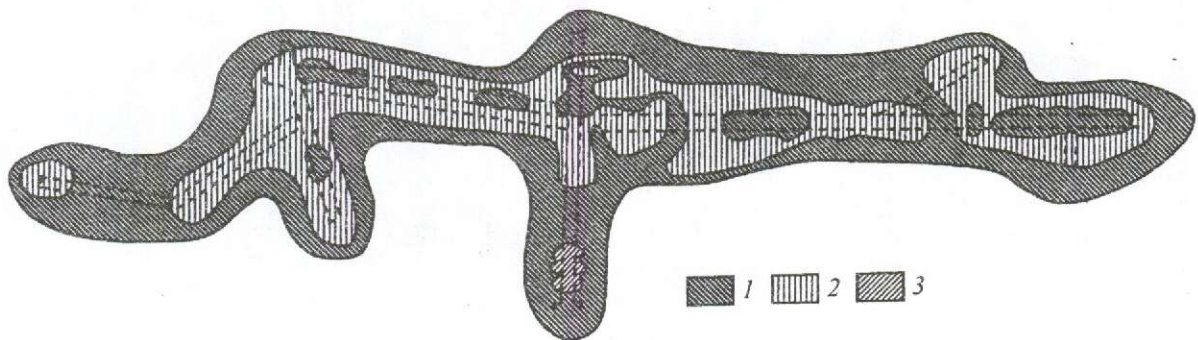


Рис. 5. Распределение ореолов с различными отношениями Au:Ag на горизонте штольни 6:

пределы отношений: 1 — 1:12 и менее; 2 — 1:11–1:10; 3 — 1:5–1:3

Распределение содержаний Au, Ag и их отношений во вмещающих породах и рудных залежах (по горизонтам штолен)

Горизонты штолен	Вмещающие породы и руды	Число анализов	Au	Ag	Au:Ag
№ 6	Вмещающие	91	0,005–4,0 0,14 (32,6)	0,0–26,0 1,2 (17,1)	1:12
	Рудная залежь	156	0,005–4,3 1,2 (279,0)	0,0–72,0 2,9 (41,4)	1:2
№ 4	Вмещающие	543	0,005–9,0 0,18 (41,8)	0,005–37,0 1,13 (16,1)	1:6
	Рудная залежь	632	0,005–77,0 1,5 (348,8)	0,005–222,6 3,54 (50,6)	1:2
№ 2	Вмещающие	213	0,0–1,6 0,12 (27,9)	0,0–13,2 1,6 (22,9)	1:12
	Рудная залежь	193	0,0–46,4 3,8 (883,7)	0,0–86,0 16,0 (228,6)	1:3
По трем горизонтам	Вмещающие	847	0,0–9,0 0,15 (34,9)	0,0–37,0 1,31 (18,7)	1:11–1:10
	Рудная залежь	981	0,0–77,0 2,2 (511,7)	0,0–222,6 7,5 (107,1)	1:3–1:2

Примечание. В числителе — вариации содержаний элементов; в знаменателе — среднее содержание, в скобках — кларк концентраций.

лах Гошинского месторождения это отношение изменяется неодинаково.

Нами исследованы закономерности изменения отношения Au:Ag от поверхности до глубины 360,4 м. Для этого обработано около 2000 анализов на золото и серебро из рудных зон и вмещающих пород с различных штольневых горизонтов (таблица).

Как видно из таблицы, содержание золота в рудах сильно варьирует от 0,005 до 77 г/т, составляя в среднем 2,2 г/т (0,00022%) при K_k 511,7, что в 100 раз выше кларка. Среднее содержание серебра 7,5 г/т (0,00075%) при K_k 107,1, что в 10 раз выше кларка. Отношение Au:Ag в рудах изменяется на различных горизонтах от 1:3 до 1:2. Во вмещающих породах

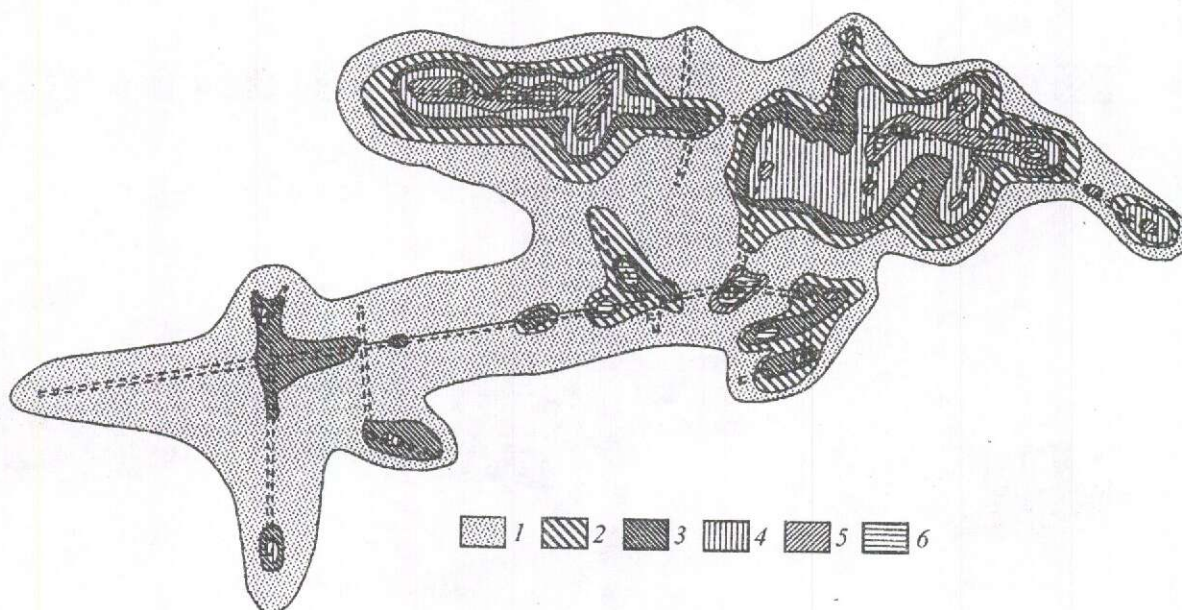


Рис. 6. То же, на горизонте штольни 4:

1–3 — 1:12 и менее; 4 — 1:11–1:10; 5 — 1:5–1:3; 6 — 1:2–1:1

среднее содержание золота 0,15 г/т (0,00015%) при K_k 34,9, что на порядок выше кларка, серебра — 1,3 г/т (0,00013%) при K_k 18,7. Отношение Au:Ag во вмещающих породах составляет 1:11–1:10.

По результатам геохимического опробования трех горизонтов штолен в изолиниях отстроены ореолы с различными отношениями Au:Ag. На горизонте штольни 6 (рис. 5) широкий субширотно ориентированный ореол с минимальными значениями (Au:Ag 1:12) окаймляет более узкий прерывистый ореол (Au:Ag 1:11–1:10), внутри которого выделяются мелкие разноориентированные поля

(Au:Ag 1:5–1:3), придающие пятнистый облик изученной структуре. На горизонте штольни 4 (рис. 6) ореол с минимальными значениями отношения Au:Ag оконтуривает структуру, вмещающую рудную залежь, с общей северо-восточной ориентировкой. В северной части этой структуры обособлены два достаточно крупных концентрически построенных ореола с постепенным возрастанием отношений Au:Ag от внешних контуров ореолов к внутренним. В центре этих ореолов расположены 300-метровые субширотные поля с высокими значениями отношения Au:Ag (1:1). По штольне 2 ореол с

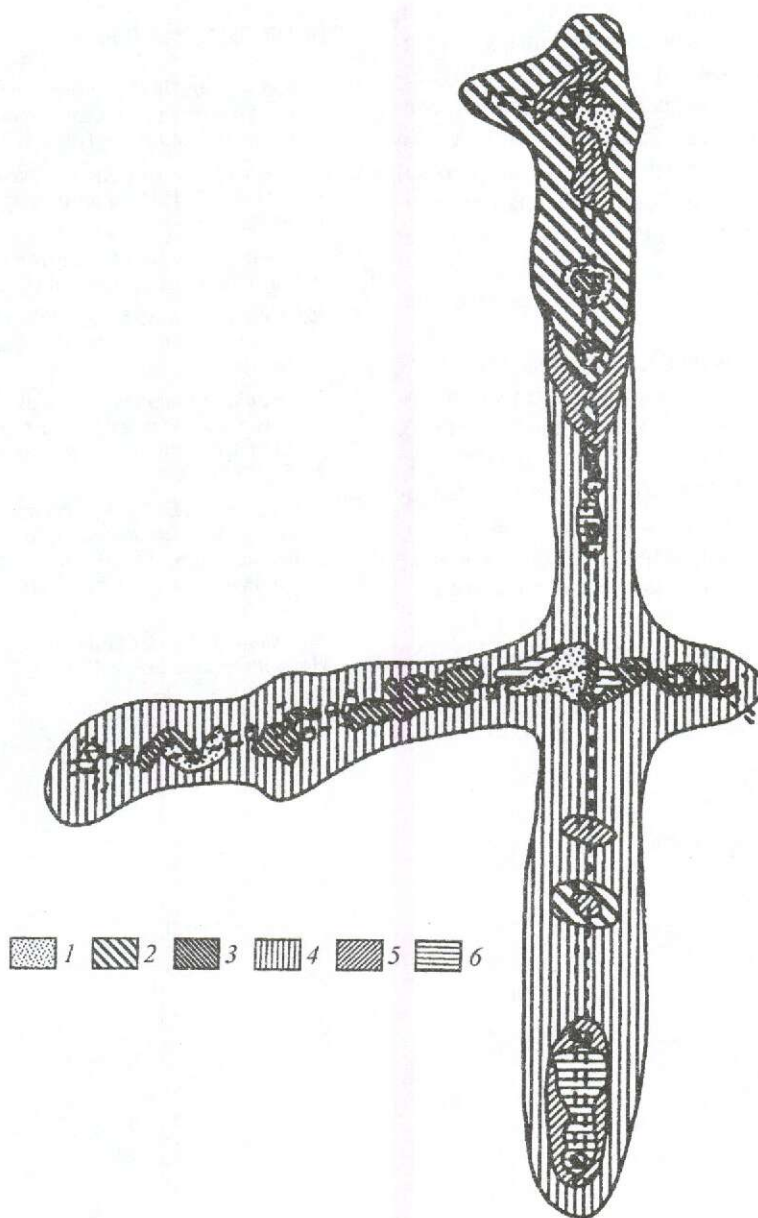


Рис. 7. То же, на горизонте штольни 2:

усл. обозн. см. рис. 6

более высокими, чем по другим штольням, значениями отношения Au:Ag (1:10), оконтуривает разломные рудовмещающие структуры субмеридионального и субширотного направлений (рис. 7). Внутри него в центральной и южной частях промышленным контурам залежи отвечают мелкие близширотные ореолы с высокими значениями отношения Au:Ag (1:2–1:1).

На горизонтах других подземных выработок Гошинского месторождения выявлено неравномерное распределение ореолов с различными отношениями Au:Ag. Собственно рудные залежи, включающие продуктивные минеральные ассоциации (кварц-пиритовую, кварц-золото-теллуридовую и кварц-гётит-гидрогётитовую), характеризуются выдержанным отношением Au:Ag (1:3–1:2). С приближением к дневной поверхности (в зоне окисления первичных руд) значения отношения Au:Ag возрастают, что, по-видимому, связано с вторичным обогащением руд золотом. Зона окисления первичных руд, наиболее продуктивная по золоту, имеет глубину 90–100 м [4, 7].

Выполненные работы позволили сделать следующие выводы.

Эндогенные геохимические ореолы выявляют сложную и своеобразную морфологию рудной залежи с рядом локальных участков максимальных концентраций золота (45–77 г/т) и серебра (222 г/т) на северном и юго-западном ее флангах. Установленное закономерное увеличение содержания благородных металлов с глубиной в будущем может использоваться как прогнозно-поисковый критерий на отыскание перспективных участков с промышленными концентрациями золота и серебра [6].

Морфология ореолов определяется положением рудных жил в пространстве. Одиночные жилы сопровождаются линейно вытянутыми узкими ореолами, в 2–3 раза превышающими по ширине мощность жил.

Гипогенные руды на Гошинском золото-сульфидном месторождении характеризуются выдержанным достаточно высоким отношением Au:Ag (1:3–1:2). Во вмещающих породах это отношение равно 1:11–1:10.

Полученные данные по всем изученным рудным зонам свидетельствуют о контрастной элементной и минеральной зональности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Бородаевский Н.И.* Материалы по методам изучения структур и геологической перспективной оценки месторождений золота // Тр. ЦНИГРИ. 1960 Вып. 35.
2. *Геохимические* методы поисков рудных месторождений. Ч. I, II. / В.П.Афонин и др. – Новосибирск: Наука, 1982.
3. *Константинов М.М.* Золотое и серебряное оруденение вулканогенных поясов мира. – М.: Недра, 1984.
4. *Константинов М.М.* Локальный прогноз золоторудных полей // Разведка и охрана недр. 1985. № 7. С. 16–19.
5. *Критерии* прогноза крупных месторождений цветных и благородных металлов / М.Б.Бородаевская, Д.И.Горжевский и др. // Советская геология. 1987. № 5. С. 21–30.
6. *Махмудов А.И., Хаспулатова А.Г., Марданова Ж.П.* Минералого-геохимические особенности золото-сульфидных руд Гошинского месторождения // Вестн. Бакинского ун-та. Сер. Естественные науки. 1998. С. 95–99.
7. *Росляков Н.А.* Геохимия золота в зоне гипергенеза. – Новосибирск: Наука, 1991.

МЕТОДЫ И МЕТОДИКИ ПРОГНОЗА, ПОИСКОВ, ОЦЕНКИ И РАЗВЕДКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ



УДК 553.411:550.84 (470.22)

© Коллектив авторов, 2004

ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ КОМПЛЕКСНОЙ ПЕТРОГРАФО-МИНЕРАЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКОЙ МЕТОДИКИ ПРИ ПОИСКАХ ЗОЛОТОНОСНЫХ МЕТАСОМАТИТОВ ПОД МОРЕННЫМИ ОТЛОЖЕНИЯМИ КАРЕЛИИ

В.Б.Чекваидзе, И.З.Исакович, Б.С.Зеликсон (ЦНИГРИ МПР России), Г.В.Власов (Карельская ГЭ)

На примере Северной и Южной Ялонварских площадей (Западная Карелия) рассмотрена методика выявления и комплексного исследования вторичных метасоматических, минералогических и геохимических (ионных и элементных) ореолов в толще моренных отложений над перекрытыми зонами околорудных метасоматитов. В качестве их индикаторов служат обломочные фракции березитов, пиритизированных пород и метасоматического кварца, а также ионно-потенциометрические ореолы K^+ , Cl^- , рН. Золотоносность зон изменения оценивается на основе прецизионных анализов на золото и сопутствующие элементы. Выделен ряд перспективных на золото участков.

Более 80% площади Карелии перекрыто моренными отложениями, что определяет актуальность исследований по методике поисков коренных месторождений в данных специфических условиях. Научные и практические разработки в том же направлении ведутся в Финляндии, Швеции, Норвегии, Канаде и др. [9, 11–13]. Из числа наиболее «продвинутых» исследований можно выделить работу А.Хартикайнена и П.Нурми [11], посвященную геохимическим поискам золота в сланцевом поясе Хатту на востоке Финляндии. Авторы описывают так называемый тиллевы метод, основанный на геохимическом опробовании донной морены с последовательным сгущением сети опробования и углублением в толщу моренных осадков по мере перехода от региональной к локальной и далее к детальной стадиям поисков. Соответственно меняется объект поисков от крупных рудоносных площадей (рудные районы и поля) до минерализованных зон и далее — участков месторождений.

Другое направление исследований отражено в работах коллектива ИМГРЭ на примере рудных объектов Центральной Карелии [3]. Авторы предлагают разработанные ими методы ГЕОПОЧВА и ГЕОГАЗ, ориентированные на выявление наложенных солевых и газовых ореолов в почвенном гори-

зонте, перекрывающем морену. Отобранные в нем литохимические и газовые пробы анализируются прецизионными методами, а полученные данные обрабатываются с помощью оригинальной компьютерной системы.

Как видно, методика финских геологов основывается на ледниковой экзарации рудного объекта и выявлении в основном механических ореолов рассеяния рудогенных и сопутствующих элементов с учетом возможного перемещения рудного вещества движущимся льдом на то или иное расстояние. Напротив, методика ИМГРЭ ориентирована на выявление восходящих потоков подвижных форм рудогенных компонентов от коренного источника к геохимическому барьеру в виде почвенного слоя.

Предлагаемая нами комплексная петрографо-минералого-геохимическая методика синтезирует данные изучения механических и наложенных солевых ореолов и расширяет круг индикаторов погребенного оруденения за счет суммирования данных изучения околорудных метасоматических, минералогических и геохимических (элементных и ионных) ореолов. Это достигается отситовыванием из материала донной морены трех фракций: 1–3, <1, <0,25 мм. Первая направляется на изготовление брикетированных препаратов (шлифов и аншли-

фов) с последующим исследованием породных и минеральных составляющих, вторая после истирания — на определение содержаний рудогенных и сопутствующих элементов методами индукционно-связанной плазмы (ICP), атомно-абсорбционным и др., третья — на определение концентраций легкоподвижных ионов (NH_4^+ , K^+ , Cl^- , Br^- и др.) и значений потенциалов (pH, Eh) ионно-потенциметрическим анализом. Используемая методика детально охарактеризована ранее [6–8].

В качестве объектов исследований были выбраны Ялонварские перспективные площади (Северная и Южная), расположенные на западе Карелии в пределах архейского зеленокаменного пояса Хатту – Иломантси (рис. 1). Пояс сложен лопийскими вулканогенными и вулканотерригенными отложениями ультраосновного, основного, среднего и кислого составов, прорванными субвулканическими и гипабиссальными интрузиями гранитоидов и базитов. Повсеместно проявлен метаморфизм, преимущественно в фации зеленых сланцев. Породы расчленены системами разломов при доминирующей роли субмеридиональных направлений. Выделяются хрупкие и пластические деформации, причем последние — в виде зон повышенного расщепления («shear-zones», по терминологии финских геологов), нередко рудоконтролирующих.



Рис. 1. Обзорная схема района работ:

1 — Северная Ялонварская площадь; 2 — Южная Ялонварская площадь; 3 — изученный профиль горных выработок; 4 — золоторудные месторождения (V — Валкеасу, Р — Пампало)

В финской части зеленокаменного пояса выявлены золоторудные месторождения Пампало, Валкеасу, Куиттила, Рямепуро и др. с запасами Au до 10–18 т при средних содержаниях 4,5–8 г/т [10]. Главный тип руд — рассеянно вкрапленный в гидротермально измененных (березитоидного типа) сланцах по различным породам; менее развиты золотоносные кварцевые и турмалин-кварцевые жилы в риодацитовых порфирах и тоналитах. В российской части зеленокаменного пояса известны лишь рудопроявления и точки минерализации, хотя перспективы обнаружения промышленных объектов достаточно высоки [4].

Рассмотрим результаты выполненных исследований.

В начальный период работ в качестве эталонного объекта был выбран участок Шаверка (Северная Ялонварская площадь), где горными выработками вскрыта зона метасоматически измененных пород березитоидного облика. Опробование морены в 1–2 м от плотика по вертикали и последующие исследования терригенного материала позволили выявить вторичные аномальные поля.

Околорудные метасоматические ореолы представлены обломками березитов, состоящих из кварца, серицита, карбоната и пирита, а также обломками бескарбонатных разностей пород, именуемых кварц-серицитовыми метасоматитами. Некоторые исследователи относят обе разности измененных пород к самостоятельным метасоматическим формациям [1], иногда их рассматривают как фации единой формации березит-лиственитов, различающиеся по температуре образования и активности CO_2 [5]. Учитывая, что в зоне гипергенеза количество карбоната в породах обычно резко сокращается и не всегда можно определить его изначальное содержание, в дальнейшем для упрощения изложения будем пользоваться термином «березиты» без упоминанной выше детализации.

Для оценки интенсивности березитизации была принята шестибальная шкала значений (табл. 1).

1. Интенсивность березитизации пород в баллах

Характеристика пород	Баллы
Не измененные	0
Тонкая сыпь серицита по полевым шпатам	1
Единичные обломки березитов	2
Количество обломков березитов до 10%	3
То же, 10–30%	4
« 30–50%	5
« >50%	6

Обломки березитов могут быть представлены кварц-серицитовыми и серицит-кварцевыми раз-

ностями, кварцитами (с серицитом) или серицито-литами (чаще по тонкозернистым терригенным породам). Выделяются хлорит-серицитовые разности — продукты неполного кислотного выщелачивания пород повышенной основности. На эталонном объекте максимум интенсивности березитизации достигает 5 баллов (рис. 2). Следует отметить, что кварц-серицитовые изменения свойственны и золоторудным объектам Финляндии [10].

Минералогические ореолы образуют поля рассеяния обломков пиритизированных пород и метасоматического кварца. Тонкая (сотые доли миллиметра) вкрапленная пиритизация затрагивает различные обычно измененные породы, причем мак-

симальное количество пиритизированных обломков над коренными зонами березитов не превышает 10% от общей их массы при фоновом содержании <1%. Индикатором погребенных зон метасоматитов служит также появление участков сгущения вкрапленной пиритизации внутри обломков.

Ореолы метасоматического кварца характеризуются развитием в обломках пород пятнистых и прожилковидных обособлений кварца резко волнистого угасания с извилистыми границами зерен и явлениями интенсивной перекристаллизации, часто с возникновением порфиробластической структуры. Количество обломков метасоматического кварца над погребенной зоной березитов эталонного объекта достигает 6% при фоне <1% (см. рис. 2).

Ионно-потенциометрические ореолы. Из широкого спектра ионов и потенциалов, определяемых ионно-потенциометрическим методом, индикаторные свойства обнаружались у ионов K^+ , Cl^- и потенциала рН. Значения последнего в районе характеризуются значительной дисперсией в интервале 5,5–6,5, однако над зонами березитов устанавливаются минимальные значения до 5,1–5,3, соответствующие кислой реакции среды. Такого рода явления в зоне гипергенеза могут быть связаны с окислением сульфидов и, в первую очередь, пирита березитов, что приводит к возникновению сернокислотных растворов в межзерновых пространствах пород.

Содержание ионов K^+ колеблется в весьма широких пределах — от значений ниже предела обнаружения ($0,5 \cdot 10^{-5}$ моль/л) до $80 \cdot 10^{-5}$ моль/л. Наиболее высокие значения фиксируются над зоной березитов, что может быть обусловлено переходом в подвижную форму части калия, заключенного в метасоматитах в виде минералов и в составе газожидких включений.

Аномалии ионов Cl^- достигают $9 \cdot 10^{-5}$ моль/л при фоне менее $0,5 \cdot 10^{-5}$ моль/л. Аномалии с повышенными значениями фиксируют участки развития измененных пород. В то же время, выделяется значительное число аномалий, как будто бы не связанных непосредственно с зонами березитов. Такого рода явления ранее наблюдались нами в пределах многих золотоносных провинций и находили объяснение в тяготении аномалий Cl^- к разломным структурам глубокого залегания [7, 8]. Это обстоятельство следует учитывать при интерпретации данных ионно-потенциометрических съемок.

Таким образом, на эталонном объекте участка Шаверка был выработан комплекс методов, позволяющих обнаруживать под чехлом моренных отложений зоны березитов, потенциально рудолокализирующие. Для оценки их действительной золотонос-

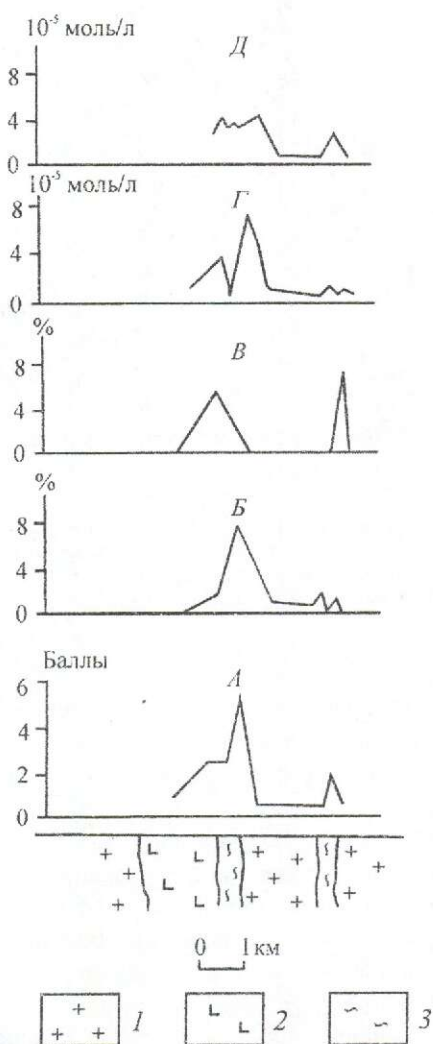


Рис. 2. Графики распределения минералого-геохимических индикаторов по профилю горных выработок на Северной Ялонварской площади:

количество: обломков березитов (А), обломков метасоматического кварца (В), обломков пиритизированных пород (С), ионов K^+ (D), ионов Cl^- (E); 1 — гранитоиды; 2 — базиты; 3 — березиты

ности возникла необходимость привлечения данных по вторичным ореолам рассеяния основных рудогенных и сопутствующих элементов. С целью изучения этих ореолов, как отмечалось выше, использовались анализы методами ИСР, атомно-абсорбционный и др., дающие достаточно чувствительные и точные определения золота и сопутствующего комплекса рудогенных элементов.

На втором этапе работ комплекс методов использовался для оценки центральной части Южной Ялонварской площади (см. рис. 1). Была пройдена серия профилей горных выработок, вскрывших донную морену на 2–4 м от поверхности коренных пород. Опробование и комплексные исследования по описанной выше методике привели к следующим результатам.

Околорудные метасоматические ореолы (рис. 3) в грациях 2–3 балла оконтуривают линейную тектоническую структуру, протягивающуюся более чем на 30 км и уходящую за пределы изучаемой площади. Внутри этой региональной структуры выделяются локальные полосы с повышенной интенсивностью гидротермальных преобразований (более 4 баллов), вероятно, контролируемые зонами интенсивного расланцевания (так называемыми шир-зонами). Последние, с сопутствующими им перспективными участками, сменяют друг друга с севера на юг в последовательности Корпиярви–Соанвара–Хотуноя.

Минерализованная зона участка Корпиярви протягивается на расстояние более 3 км при ширине 200–500 м и с севера остается не оконтуренной. В ее пределах интенсивность березитизации достигает 4–5 баллов. Далее к югу выделяется серия аномальных зон участка Соанвара, где ранее были выявлены рудные подсечения с содержаниями более 18 г/т на 1 м мощности. Интенсивность преобразований на участке составляет 5–6 баллов, причем протяженность зон изменения не установлена из-за недостаточности фактических данных. Наконец, на крайнем юге площади выделяется участок Хотуноя, состоящий из двух полос измененных пород. Южная полоса протягивается на 10 км и более вдоль контакта архейских и нижнепротерозойских отложений. Северная ветвь менее протяженная (5–6 км). Повсеместно устанавливается максимальное количество обломков березитов (5–6 баллов), нередко достигающее до 80–90% объема обломочной массы. Это свидетельствует об интенсивных и широко проявленных процессах околорудного метасоматизма на участке Хотуноя.

Минералогические ореолы, как уже отмечалось, включают проявления пиритовой минерализации, а также метасоматические новообразования кварца.

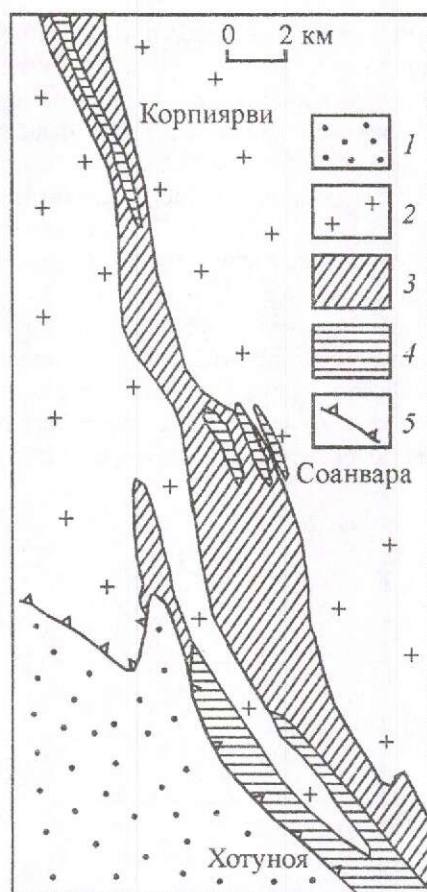


Рис. 3. Ореолы березитизации на Южной Ялонварской площади:

1 — нижнепротерозойские отложения; 2 — верхнеархейские отложения; ореолы: 3 — умеренной (2–3 балла) и 4 — повышенной (> 3 баллов) интенсивности; 5 — граница архея и протерозоя

На изученной площади по интенсивности проявления и типоморфным особенностям пирита выделено четыре типа ореолов пиритовой минерализации.

Ореолы I типа (интенсивность 1–2%) представлены тонкой рассеянной вкрапленностью пирита с размером зерен сотые и тысячные доли миллиметра. В пределах площади они образуют протяженные аномалии северного–западного простирания и, по-видимому, трассируют серию сближенных зон повышенного динамометаморфизма пород.

Для ореолов II типа (интенсивность 2–5%) характерна тенденция к сгущению вкрапленности пирита и сравнительному увеличению его размерности. В обломках пород пирит образует пятнистые обособления, насыщенные тонкой вкрапленностью, размером в сотые доли миллиметра. На се-

верном фланге участка Корпяярви они прослежены на расстояние до 1,5 км, а в северной части Соанварского участка образуют протяженные аномальные зоны до 9 км. На площади участка Хотуноя ореолы этого типа резко выклиниваются в северной части и постепенно — на юго-востоке.

Ореолы III типа (интенсивность 5–10%) отличаются крайне неравномерно-зернистой структурой пиритовых агрегатов (сотые и десятые доли миллиметра), а также появлением его окисленных разновидностей. Гидроксиды железа замещают пирит по его зональности или образуют псевдоморфозы. Ореолы III типа проявлены на всех участках, но наиболее протяженные из них по простиранию установлены в северной части участка Соанвара и на участке Хотуноя.

Наибольший интерес представляют ореолы пиритизации IV типа (интенсивность >10%). Данные ореолы локальны. На севере участка Соанвара и в центральной части участка Хотуноя они прослежены в виде пятен и линз. Наиболее крупный ореол IV типа выявлен в пределах последнего из названных участков. Кроме вкрапленных агрегатов пирита, в брикетах-аншлифах постоянно встречаются обломки пирита размером от десятых долей до 1 мм и более, которые неравномерно окислены или псевдоморфно замещены гидроксидами железа.

Выделенные на Ялонварской площади ореолы пиритизации вписываются в общую структуру ореолов березитизации. Наибольший интерес представляет участок Хотуноя, где пространственно совмещены ореолы березитизации и пиритизации повышенной интенсивности (см. рис. 3, рис. 4).

Ореолы метасоматического кварца характеризуются развитием в обломках пород различного состава пятнистых и прожилковидных обособлений кварца с резко волнистым угасанием, извилистыми границами зерен, интенсивной перекристаллизацией и нередко порфиробластической структурой. Типична ассоциация метасоматического кварца с серицитом. Ореолы кварца низкой интенсивности (5–10%) на всех участках наиболее выдержаны по простиранию и подчеркивают общую региональную структуру северо-западного простирания. Интерес представляют ореолы кварца интенсивностью 20–50 и >50%. Они проявлены на участке Корпяярви, на северном фланге участка Соанвара и наиболее развиты на участке Хотуноя. Данные ореолы образуют серию выклинивающихся линз северо-западного простирания протяженностью 1,5–4 км при ширине 0,2–1 км, тесно ассоциирующихся с ореолами интенсивной березитизации.

В пределах Южной Ялонварской площади обнаружено самородное золото в свободной форме и

в сростаниях с пиритом. Проба высокая (около 800), формы овальная, призматическая, линзовидная, прожилковая, размеры 5–20 мкм. Всего обнаружено 11 знаков золота. Точки с проявлением самородного золота часто приурочены к полям развития ореолов березитизации высокой интенсивности (южный фланг участка Корпяярви, участок Хотуноя). Все это в значительной степени повышает перспективность указанных участков.

Геохимические ореолы включают поля рассеяния легкоподвижных ионов и потенциалов, определяемые ионно-потенциометрическим методом, и ореолы элементов, полученные на основе анализов методом индукционно-связанной плазмы.

Ионно-потенциометрические ореолы на изучаемой площади в целом проявились менее контрастно, чем на эталонном объекте. Ореолы Cl^- в значениях $(5-14) \cdot 10^{-5}$ моль/л совпадают с протяженной зоной повышенных деформаций пород (ширзоной), а в более высоких грациях локализуются в виде разобленных пятен, частью совпадающих с

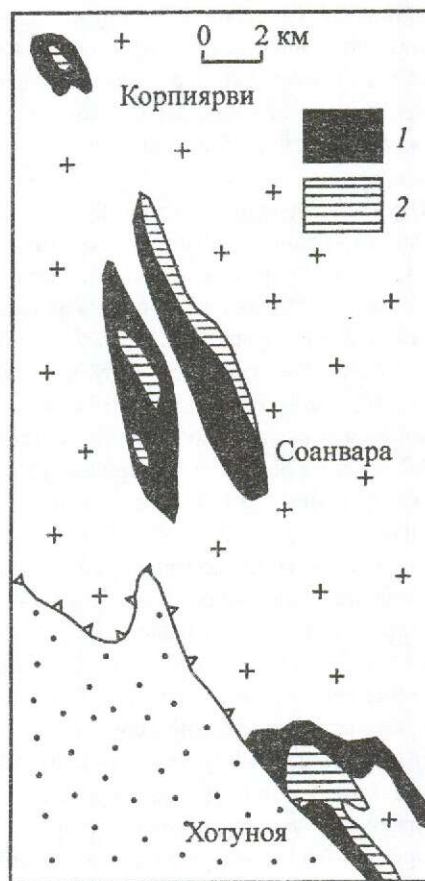


Рис. 4. Ореолы пиритизации на Южной Ялонварской площади:

ореолы: 1 — умеренной (2–5%) и 2 — повышенной (>5%) интенсивности; остальные усл. обозн. см. рис. 3

известными участками (Корпьярви, Хотуноя), а частью выходящих за их пределы.

Ореолы кислотно-основного показателя рН также оконтуривают протяженную деформационную структуру, но уже в повышенных значениях (5,3–5,7). Более низкие градации (менее 5,3), свидетельствующие о нарастании кислотности поровых растворов, частью фиксируют упомянутые выше участки (в частности, Хотуноя), хотя имеются примеры и независимого распределения этого показателя. Если нарастание кислотности связывать с возрастанием количества пирита (и других сульфидов) в породах, подвергающихся затем процессам гипергенного окисления, то следует полагать, что помимо пиритизации, связанной с березитами, существуют и иные факторы сульфидообразования, раскрытие которых требует дополнительных исследований.

Ореолы K^+ выражены малоинтенсивно и контрастно. В то же время изолиния значений $>2,2 \cdot 10^{-5}$ моль/л фиксирует участки Корпьярви, западный фланг Соанвара и формирует широкое аномальное поле на участке Хотуноя. Таким образом, несмотря на невысокие содержания, данный компонент, равно как и прочие ионно-потенциметрические показатели, вносит свой вклад в оценку аномальных участков.

Изучение ореолов рудогенных элементов в моренных отложениях позволяет оценивать золотосодержание прогнозируемых зон изменения. В пределах исследуемой площади установлены вторичные литохимические ореолы Au, As, Sb, Ag, Hg и других элементов-индикаторов золоторудной минерализации. Содержания Au колеблются в очень широких пределах от значений ниже порога чувствительности (0,2 мг/т) до 553 мг/т. Содержания менее предела обнаружения, составляющие около 20% от общего количества проб, соответствуют модальному значению геохимической выборки, что обуславливает низкий (значительно ниже кларка) уровень местного геохимического фона (0,5 мг/т). Низкие (около 1 мг/т) фоновые содержания золота выявлены также в пределах сланцевого пояса Хатту в Финляндии. Установлена весьма большая (3,37) величина стандартного множителя, что свидетельствует о высокой дисперсии содержаний золота даже в пределах фоновой выборки.

Ореолы Au оконтурены изоконцентрациями с граничными значениями 1, 5, 10, 20, 50 и >50 мг/т. Низкоаномальные (1–5 мг/т) концентрации Au, образующие сплошную зону северо-западного направления шириной 0,5–3 км, прослеживаются по всей исследованной площади, практически совпадая с полями метасоматитов (рис. 5). Ореолы сле-

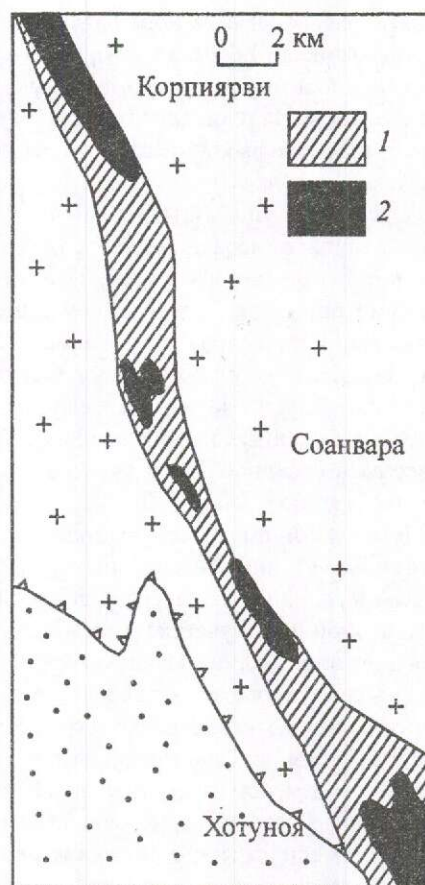


Рис. 5. Ореолы золота на Южной Ялонварской площади:

ореолы: 1 — от 1 до 10 мг/т и 2 — >10 мг/т интенсивности; остальные усл. обозн. см. рис. 3

дующей (5–10 мг/т) градации, включающие отдельные зоны и точечные аномалии более высоких (10–50 мг/т) и максимальных для данной площади (>50 мг/т) содержаний, четко локализируются в пределах участков Корпьярви — на севере, Соанвара — в центре и Хотуноя — на юге площади. На участке Корпьярви фиксируются два максимума концентраций золота, условно объединенных в единую, не оконтуренную с севера зону, протяженность которой превышает 5 км при ширине до 1 км. В пределах Соанварского участка выделяются центральная часть ореола с абсолютным максимумом концентраций (553 мг/т) и точечные аномалии, расположенные на ее продолжении в обоих направлениях. Участок Хотуноя характеризуется заметным увеличением ширины как зоны низкоаномальных концентраций, так и более контрастных ореолов. Аномальные поля данного участка прослеживаются в южном направлении и заслуживают дальнейшего изучения. Ореолы теллура, аналогично зо-

лоту, фиксируются в пределах отмеченных участков, однако развиты они более локально, практически полностью вписываясь в контуры контрастных ореолов золота.

Средние содержания элементов в контурах аномалий золота (>5 мг/т) в пределах выделенных участков приведены в табл. 2.

Максимальные значения коэффициентов концентрации на всех участках имеет золото. Однако, по данным финских геологов, одного золота вследствие слабой представительности проб недостаточно для выделения золотоносных зон. Эффективное решение этой задачи возможно при использовании комплекса элементов-индикаторов, обнаруживающих

2. Средние содержания элементов в контуре аномалий золота (>5 мг/т)

Участки	Au	As	Sb	Hg	Ag	W	Te	Bi	Mo	Cu	Pb	Zn	Ni	Co	Cr	Ba
Корпьярви (16)	20	5,3	0,21	8,1	72	0,34	0,07	0,16	0,93	47	8,6	52	24	9,7	46	107
Соанвара (7)	17	2,6	0,10	13	95	0,49	0,07	0,70	3,14	88	9,3	48	22	12	41	78
Хотуноя (6)	21	4,6	0,19	4,3	38	1,43	0,05	0,51	3,96	103	15	51	17	15	21	40

Примечание. Au, Ag, Hg — в мг/т, остальные элементы — в г/т; в скобках — число проб.

Средние содержания Au в моренных отложениях, исключая единичные ураганные значения, достаточно близки и колеблются от 17 до 21 мг/т. Аналогичным распределением характеризуется и Te, концентрации которого варьируют в пределах 0,05–0,07 г/т. Распределение остальных элементов-индикаторов более дифференцировано. Так, южная и центральная части площади (участки Хотуноя и Соанвара) заметно обогащены Cu, W, Bi и Mo, концентрации которых резко снижаются в северной ее части (участок Корпьярви). Напротив, содержания Hg, Ag и Ba заметно увеличиваются в том же направлении. Относительно высокие содержания As и Sb, установленные на участках Корпьярви и Хотуноя, существенно превышают таковые на Соанварском. Таким образом, намечается тенденция зонального распределения, выраженная в накоплении элементов высокотемпературной (Bi–W–Mo–Cu) ассоциации в южной, низкотемпературной (Ba–Hg–Ag) — в северной и совмещении элементов обеих ассоциаций в центральной части площади. Эти данные могут быть использованы для оценки уровня эрозионного среза соответствующих участков.

Геохимические особенности выделенных участков наиболее четко отражают ряды, ранжированные по убывающим значениям коэффициентов концентраций, рассчитанных как отношение средних содержаний к фоновым (табл. 3).

тесную связь с золотом и, как правило, характеризующихся более однородным распределением в проявлениях золоторудной минерализации. На исследуемой территории к таковым относятся Ag, As, Bi, W и Mo, выделенные на основе моноэлементных ореолов, анализа корреляционных связей и ранжированных рядов коэффициентов концентраций. Эти элементы составили мультипликативный показатель $K=Ag \cdot As \cdot Bi \cdot W \cdot Mo$, рекомендуемый, наряду с золотом и теллуром, для выделения подморенных потенциально золотоносных зон. Распределение мультипликативного показателя в пределах изученной площади свидетельствует о том, что низкие его значения ($n \cdot 10^0$) на фоновом уровне $n \cdot 10^{-4}$ – $n \cdot 10^{-1}$ формируют сплошную зону северо-западного простирания шириной до 3 км, прослеживающуюся через всю исследованную площадь. Ореолы максимально высоких ($n \cdot 10^2$ – $n \cdot 10^3$) значений, заключенные в контур выделенной зоны, наиболее широко развиты на участке Хотуноя, где протяженность их достигает 4 км при ширине до 1,5 км. Область более низких ($n \cdot 10^1$) значений без признаков выклинивания прослеживается в южном направлении, что существенно повышает перспективы этого участка. Мультипликативные ореолы, несколько уступающие последним как по контрастности, так и по площади развития, фиксируются также на северном фланге участка Соанвара и еще более ограничено — на участке Корпьярви.

3. Ранжированные ряды коэффициентов концентрации рудогенных и сопутствующих элементов

Участки	Ряды															
Корпьярви	Au ₃₈	Ag _{5,5}	As _{4,4}	Te _{4,1}	Sb _{3,5}	Ba _{2,3}	Mo _{2,2}	W _{2,1}	Hg _{1,9}	Cr _{1,7}	Ni _{1,6}	Pb _{1,5}	Bi _{1,4}	Cu _{1,3}	Co _{1,1}	
Соанвара	Au ₃₃	Mo _{7,8}	Ag _{7,3}	Bi _{6,4}	Te _{4,1}	W _{3,5}	Hg _{3,1}	Cu _{2,5}	As _{2,2}	Sb _{1,7}	Pb _{1,7}	Ba _{1,7}	Cr _{1,6}	Co _{1,5}	Ni _{1,5}	
Хотуноя	Au ₄₀	W ₁₀	Mo _{9,4}	Bi _{4,6}	As _{3,8}	Sb _{3,2}	Ag _{2,9}	Te _{2,9}	Cu _{2,9}	Pb _{2,7}	Co _{1,7}	Ni _{1,1}	Hg _{1,0}	Zn _{1,0}	Ba _{0,9}	

Таким образом, по комплексу геохимических данных (ореолы золота, теллура и мультипликативные аномалии) к наиболее перспективному в пределах исследованной площади относится участок Хотуноя, где ореолы золота и основных элементов-индикаторов характеризуются максимальной интенсивностью и наибольшей площадью развития. Достаточно высоко следует оценить и перспективы участков Соанвара и Корпярви. В пределах последнего, наряду с контрастными ореолами золота и теллура, установлены наиболее высокие содержания Ag, Sb, Hg и Ba, относящиеся к комплексу надрудных и верхнерудных элементов [2], что свидетельствует о малой глубине его эрозионного среза.

Выполненные исследования позволяют сделать следующие выводы.

Получены положительные результаты применения комплексной петрографо-минералого-геохимической методики на площади потенциально золотоносных участков Западной Карелии, перекрытой моренными отложениями мощностью до 5–6 м. С помощью ряда специализированных приемов (селективный анализ разных фракций обломочных отложений, исследование брикетированных препаратов, ионно-потенциометрический анализ и др.) в составе донной морены выявлены вторичные околорудные метасоматические, минералогические, ионно-потенциометрические и элементные ореолы.

К наиболее информативным в составе околорудных метасоматитов относятся ореолы березитизации — главные рудосопровождающие представители группы измененных пород в регионе. Зоны березитов фиксируются также минералогическими ореолами вкрапленной пиритизации и рассеянных скоплений метасоматического кварца. Аналогичную роль играют и ионно-потенциометрические ореолы Cl⁻, K⁺, pH. Потенциальная золотоносность выявленных зон метасоматитов оценивается на основе анализа состава и строения геохимических ореолов золота и ряда сопутствующих элементов (Te, Ag, As, Bi, W, Mo).

На Ялонварской площади выделены три перспективных участка — Корпярви, Соанвара и Хотуноя, характеризующиеся пространственным совмещением максимального числа благоприятных показателей, а также наличием прямых признаков оруденения — аномалий Au, Te и других рудогенных элементов. В качестве первоочередного для постановки детализационных работ предлагается участок Хотуноя, а во вторую очередь — участки Соанвара и Корпярви.

В методическом плане показана возможность выявления и прослеживания в пространстве под покровом ледниковых отложений благоприятных

для рудолокализации зон измененных пород с оценкой вероятной их золотоносности. Определен наиболее эффективный комплекс методов, включающий исследование вторичных околорудных метасоматических, минералогических, ионных и элементных ореолов. Причем в условиях Карелии, при наличии прецизионных методов определения рудогенных и рудосопровождающих элементов (ICP, атомная абсорбция и др.), указанный комплекс может быть упрощен за счет выведения из него ионно-потенциометрических определений, имеющих в данной конкретной обстановке вспомогательное значение.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Жариков В.А., Омеляненко Б.И. Классификация метасоматитов. Метасоматоз и рудообразование. — М.: Наука, 1978.
2. Инструкция по геохимическим методам поисков рудных месторождений. — М.: Наука, 1983.
3. Кременецкий А.А., Теремецкая Т.Е., Белозерцева Л.К., Гинзбург Л.Н. Геохимические поиски золоторудных и платинометалльных объектов, перекрытых моренными отложениями (Центральная Карелия) // Прикладная геохимия. 2002. Вып. 3. С. 241–286.
4. Металлогения Карелии / Отв. ред. С.И.Рыбаков, А.И.Голубев. — Петрозаводск: КНЦ РАН, 1999.
5. Метасоматизм и метасоматические породы / В.А.Жариков, В.Л.Русинов, А.А.Маракушев и др. — М.: Научный мир, 1998.
6. Чекваидзе В.Б., Миляев С.А., Исакович И.З. Комплексная минералого-геохимическая методика поисков золоторудных месторождений // Руды и металлы. 1995. № 2. С. 39–51.
7. Чекваидзе В.Б., Миляев С.А., Зеликсон Б.С. Опыт применения ионно-потенциометрического метода при поисках золоторудных месторождений // Прикладная геохимия. 2001. Вып. 3. С. 333–341.
8. Чекваидзе В.Б., Миляев С.А., Исакович И.З. Комплексная петрографо-минералого-геохимическая методика поисков золоторудных месторождений. — М.: Бородино-Е, 2004.
9. Bird D.J., Coker W.B. Quaternary stratigraphy and geochemistry at the Owl Creek Gold Mine, Timmins, Ontario, Canada // J. Geochem. Explor. 1987. 28. P. 267–284.
10. Eilu, Sorjonen-Ward P., Nurmi P., Niiranen T. A review of gold mineralization styles in Finland // Econ. Geol. 2003. Vol. 98. P. 1329–1353.
11. Hartikainen A., Pekka A. Nurmi. Till geochemistry in gold exploration in the late Archean Hattu Shist belt, Ilomantsi, eastern Finland // Geological Survey of Finland. Special paper 17. P. 323–352.
12. MacEachern I.J., Stea R.R. Geochemical studies on gold in till in Nova Scotia // J. Geochem. Explor. 1987. 29. P. 425–426.
13. Nichol I. Geochemical exploration for gold deposits in areas of glaciated overburden: problems and new developments. — London: Inst. Min. Metall. 1986.

УДК 553.411.047 (575)

© Коллектив авторов, 2004

НЕКОТОРЫЕ ВОПРОСЫ ОПТИМИЗАЦИИ МЕТОДИКИ ПОДСЧЕТА ЗАПАСОВ НА ПРИМЕРЕ ОДНОГО ИЗ ЗОЛОТОРУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ЦЕНТРАЛЬНЫХ КЫЗЫЛКУМОВ

Е.П.Мещеряков, М.У.Исоков, В.Я.Зималина, Г.Я.Харабара (Институт минеральных ресурсов Госкомгеологии Республики Узбекистан)

На одном из золоторудных месторождений подсчитаны запасы шестью методами. Сопоставление запасов показывает незначительные отклонения от среднего по всем способам подсчета. Сделан вывод о том, что точность определения запасов зависит не от способа подсчета, а обусловлена методикой геологоразведочных работ и степенью разведанности месторождения.

Известно более двадцати способов подсчета запасов твердых полезных ископаемых. Наиболее распространенные из них — способы среднего арифметического, геологических блоков, эксплуатационных блоков, вертикальных параллельных разрезов, многоугольников, треугольников и др.

Для изучения морфологических особенностей рудной зоны и рудных тел, а также сопоставления результатов подсчета запасов различными способами был выбран экспериментальный участок площадью более 100 тыс. м² на западном фланге месторождения Балпантау. С северо-запада, северо-востока и юго-востока участок ограничен линейными зонами разломов; западный фланг изучен разведочными скважинами, оказавшимися безрудными.

На участке пройдены 32 разведочные скважины главным образом колонкового бурения, из которых 25 — рудные. Скважины расположены по разведочным линиям широтного и меридионального направлений.

В геологическом отношении участок не отличается от остальной части месторождения. Он размещается в экзоконтактовой части субвулкана андезит-базальтового состава. Рудовмещающая толща сложена ритмично переслаивающимися эффузивными и эффузивно-осадочными породами. Мощность отдельных слоев колеблется в пределах от 1 м до 15–20 м. Первичные эффузивные и эффузивно-оса-

дочные породы претерпели интенсивные метасоматические изменения (лиственитизация). Золотое оруденение приурочено к внутренней серицит-карбонатной зоне метасоматоза. Линзообразные золоторудные тела не имеют четких границ и выделяются по бортовому содержанию Au 0,5 г/т. Подсчет запасов золота производился пятью способами* (В.И.Смирнов и др., 1960).

Способ среднего арифметического с взвешиванием содержаний золота на мощность является частным случаем метода геологических блоков. На плане — проекции рудного тела на горизонтальную плоскость — определяется площадь участка. По каждой выработке определяется линейный коэффициент рудоносности, с помощью которого вычислялась мощность рудного тела.

При подсчете использованы данные опробования по 25 скважинам, вскрывшим линзы золоторудных тел единой рудоносной зоны. По разведочным скважинам путем нахождения среднего арифметического устанавливалось среднее значение мощности. Результаты подсчета запасов методом среднеарифметического приведены в табл. 1.

В связи с простотой способа, не требующего сложных графических построений, он обычно применяется для ориентировочной оценки запасов.

Способ параллельных вертикальных разрезов (рисунок, А) применяется для подсчета запасов, разведанных выработками по линиям, позволяю-

* Вариант подсчета запасов руды и золота месторождения, утвержденный ГКЗ, выполнен Кызылкумской ГРЭ, экспериментальный пересчет запасов — авторами. Пересчет запасов осуществлен в сопоставимых между собой условных единицах.

1. Результаты подсчета запасов методом среднеарифметического

Число скважин	Площадь блока, м ²	Суммарная мощность зоны, м	Средний коэффициент рудности	Суммарная мощность рудного тела, м	Средняя мощность рудного тела, м	Объем блока, м ³	Объемный вес	Среднее содержание Au по блоку, г/т	Запасы	
									руды, тыс. т	Au, кг
25	101 574	1951	0,54	1051,6	42,1	4272,2	2,6	1,32	11 107,7	14 662,1

щим построить геологические разрезы. Геологические разрезы расчленяют рудное тело на блоки. Запасы определяются отдельно для каждого блока, а затем суммируются.

Формы рудных тел, их размеры и распределение полезных компонентов существенного влияния на применение этого метода не оказывают. Метод незаменим при подсчете запасов месторождений с рудными телами сложных форм — гнездовыми, линзообразными, лентообразными, штокверковыми и др.

Площадь сечения рудного тела определяется на разрезе. Объем блока вычисляется как произведение среднего его сечения на длину, которая легко устанавливается путем замера расстояния между сечениями.

Подсчет запасов требует предварительного определения среднего содержания золота для каждого блока отдельно. При подсчете запасов по данным разрезов широтного направления из 25 рудных скважин, пробуренных на участке, исключены семь, пройденных между линиями разрезов, а по данным меридиональных разрезов — одна.

Результаты подсчета запасов золота методом вертикальных параллельных разрезов двух направлений — широтного и меридионального — приведены в табл. 2.

При использовании *способа треугольников* (см. рисунок, Б) площадь участка разбивается на треугольные блоки, в вершинах которых находятся

ближайшие разведочные скважины. Площадь блока вычисляется на плане, а средние параметры подсчета — как среднее арифметическое (мощность) и средневзвешенное на мощность (содержание) по трем скважинам, входящим в блок. Общие запасы по участку получают суммированием данных по всем блокам. Недостатками этого способа являются значительное количество отдельных блоков (в нашем случае — 48) и неоднократное участие в расчетах средних данных по одним и тем же скважинам в соседних блоках. Так, данные по скв. 2114, 2116 участвуют в расчетах по семи блокам. С другой стороны, в подсчете запасов учитываются данные по всем пробуренным на участке скважинам, в том числе и безрудным.

Результаты подсчета запасов этим способом приведены в табл. 3.

Способ многоугольников (см. рисунок, В) называют также методом ближайшего района или методом А.К.Болдырева, по имени профессора Ленинградского горного института, обосновавшего применение его для подсчета запасов.

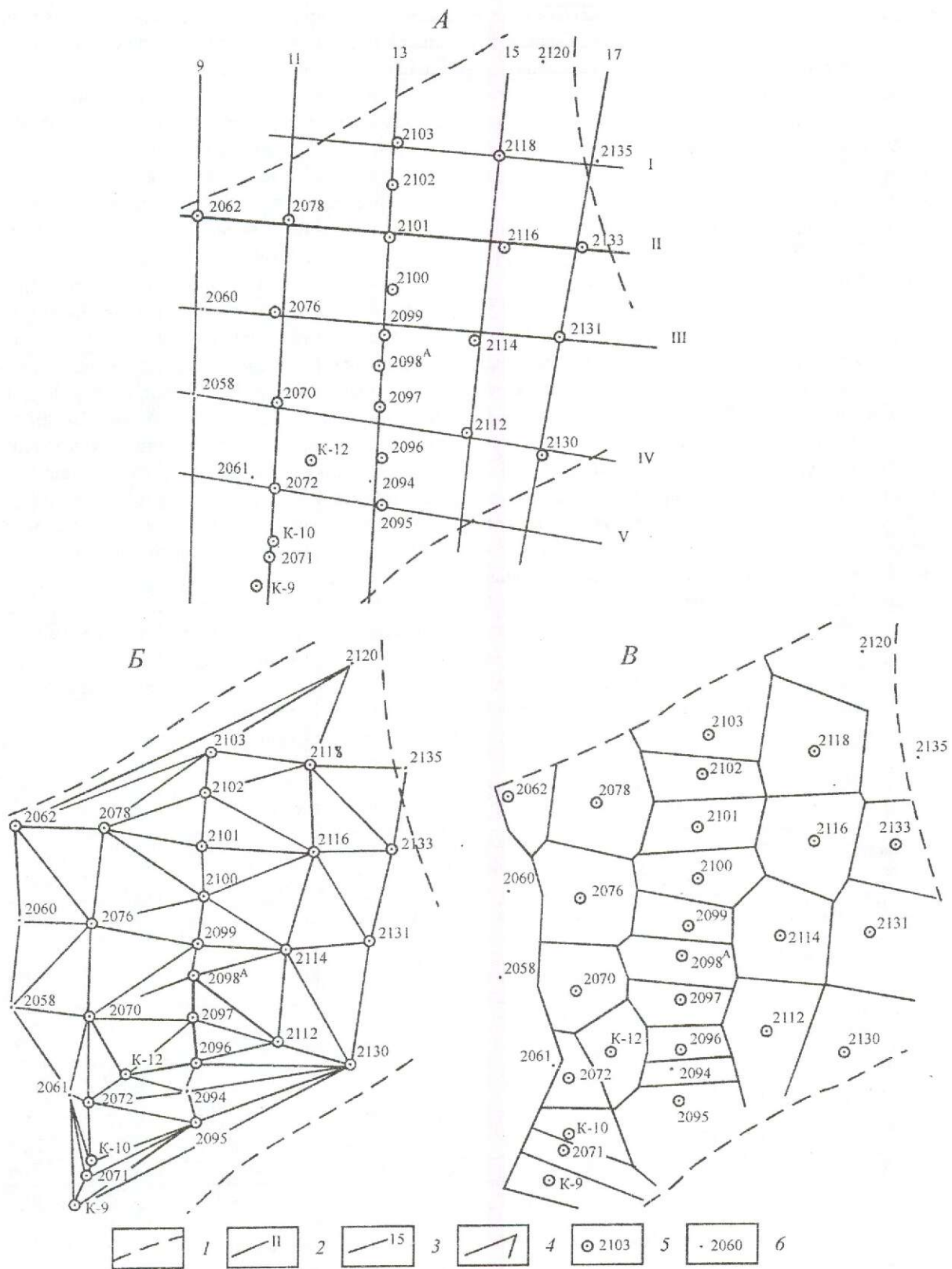
Сущность способа многоугольников сводится к выделению вокруг разведочной скважины участка (блока), все точки которого располагаются ближе всего к выработке. Данные по выработке (разведочной скважине) распространяются на выделенный блок. С помощью вспомогательных построений весь подсчетный план участка расчленяется на многоугольники. В результате тело полезного иско-

2. Результаты подсчета запасов методом разрезов

Направление разрезов	Число скважин	Суммарный объем блоков, м ³	Объемный вес	Запасы руды, тыс. т	Среднее содержание Au, г/т	Запасы Au, кг
Широтное	18	4 489 347,5	2,6	11 672,4	1,3	15 174,1
Меридиональное	24	4 248 412,5	2,6	11 045,8	1,26	13 900,3

3. Результаты подсчета запасов методом треугольников

Число блоков	Суммарный объем блоков, м ³	Объемный вес	Запасы руды, тыс. т	Среднее содержание Au, г/т	Запасы Au, кг
48	4 195 537,5	2,6	11 027,6	1,29	14 252,8



Схемы подсчета запасов разными способами:

A — параллельных вертикальных разрезов; *B* — треугольников; *B* — многоугольников; *1* — тектонические нарушения, ограничивающие участок; линии разрезов: *2* — вертикальных субширотных, *3* — вертикальных меридиональных; *4* — контуры треугольников и многоугольников; *5-6* — рудные и безрудные скважины и их номера

паемого преобразуется в группу сомкнутых многоугольных призм, основанием которых являются указанные многоугольники, а высотой — мощность рудного тела по скважине, находящейся в центре многоугольника.

Умножая площадь на высоту (мощность) многогранной призмы, получают ее объем, а объем на объемный вес — запасы руды. Запасы металла определяют как произведение запасов руды на среднее содержание по выработке, вокруг которой построен многоугольник. Общие запасы получают суммированием запасов по отдельным призмам (табл. 4).

Поскольку площадь влияния отдельных скважин изменяется в довольно широких пределах, достигая максимума 7240 м², а кровля и почва рудной зоны имеют коробленую поверхность, не всегда мощность зоны по скважине соответствует истинной (или средней по всей площади). По этому признаку 25 скважин, участвующих в подсчете запасов, разделяются на три группы: 1) мощность по скважине и средняя мощность по подсчетной призме совпадают; 2) мощность по скважине больше истинной средней по призме; 3) мощность по скважине меньше средней по призме. В первой и второй группах по восемь скважин, в третьей — девять. По всем трем группам суммарная мощность рудных тел по скважинам почти не отличается от пересчитанной истинной мощности, однако при

определении среднего содержания путем взвешивания на мощность в третьей группе скважин разница в среднем содержании золота достигает 3,7%.

В табл. 5 приведены результаты определения среднего содержания путем взвешивания на мощность по трем группам скважин.

Результаты подсчета запасов с учетом изменения мощности по подсчетной призме за счет коробленой поверхности кровли и почвы рудной зоны приведены в табл. 6.

Способ подсчета запасов по методу многоугольников имеет ряд недостатков. Во-первых, при построении подсчетных призм значительно искажаются природная морфология рудных залежей и представление об их форме, структурных особенностях и условиях залегания. Во-вторых, при значительной площади влияния выработки мощность по скважине не всегда соответствует средней мощности по подсчетной призме. И, наконец, при значительном количестве выработок графические построения оказываются слишком громоздкими.

Во всех случаях подсчета запасов вспомогательные формуляры по расчету коэффициентов рудоносности, площади влияния, средней мощности, объема, запасов руды и золота по отдельным выработкам и блокам опущены с целью упрощения изложения.

В табл. 7 сведены результаты подсчета запасов,

4. Результаты подсчета запасов способом многоугольников

Число скважин	Площадь влияния, м ²	Средняя мощность рудного тела, м	Суммарный объем рудного тела, м ³	Объемный вес	Запасы руды, тыс. т	Среднее содержание Au, г/т	Запасы Au, кг
25	101 574	4205	4 623 224,9	2,6	12 020,2	1,3	15 554,1

5. Определение средневзвешенного содержания золота

Группы скважин	Число скважин	Суммарная мощность по скважинам, м (M)	Суммарная истинная мощность по призме, м (M ₁)	Сумма метрограммов Au (M c)	Среднее содержание Au, г/т	Сумма метрограммов Au (M ₁ c)	Среднее содержание Au, г/т	Разница, %
1	8	174,1	174,1	200,4	1,15	200,4	1,15	0
2	8	498,4	417,1	572,9	1,149	479,9	1,15	+0,1
3	9	378,6	461,9	586,9	1,55	746,3	1,61	+3,7
Всего	25	1051,2	1053,2	1360,3	1,29	1426,6	1,35	+4,4

6. Результаты подсчета запасов методом многоугольников

Число скважин	Площадь влияния, м ²	Средняя мощность рудного тела, м	Суммарный объем рудных тел, м ³	Объемный вес	Запасы руды, тыс. т	Среднее содержание Au, г/т	Запасы Au, кг
25	101 574	42,1	4 633 025,8	2,6	12 045,7	1,35	16 317,1

7. Сопоставление результатов подсчета запасов различными способами

Способ подсчета запасов	Число скважин, участвующих в подсчете	Запасы руды		Среднее содержание Au		Запасы Au		
		тыс. т	% к среднему	г/т	% к среднему	кг	% к среднему	Разница, %
Среднеарифметический	25	11 107,7	96,7	1,32	101,5	14 662,1	97,9	-2,1
Вертикальных разрезов (широтных)	18	11 672,4	101,6	1,30	100,0	15 174,1	101,3	+1,3
Вертикальных разрезов (меридиональных)	24	11 045,8	96,16	1,26	96,9	13 900,3	92,8	-7,2
Треугольников	48	11 027,6	96,0	1,29	99,2	14 252,8	95,2	-4,8
Ближайшего района*	25	12 020,2	104,64	1,29	99,5	15 554,1	103,8	+3,85
Ближайшего района**	25	12 045,7	104,9	1,35	103,8	16 317,1	108,9	+8,95
Сумма		68 919,4		-		89 860,1		-14,1
Среднее		11 486,6	100	1,3	100	14 976,7	100	+14,1

* Средние параметры по скважине.

** Средние параметры подсчета по призме с учетом коробленной поверхности.

полученные различными способами. Как видно, параметры запасов исследуемого участка в основном незначительно отклоняются от среднего по всем способам подсчета. Расхождение в запасах руды, золота и среднего содержания полезного ископаемого может быть обусловлено чисто техническими ошибками. К ним, в первую очередь, следу-

ет отнести ошибки в графических построениях, в определении площадей рудных зон и тел и др.

Таким образом, точность подсчета запасов данного месторождения практически не зависит от способа подсчета, а обусловлена методикой геологоразведочных работ и степенью разведанности месторождения.

ЗАРУБЕЖНЫЙ ОПЫТ

УДК 622.34 (72)

© Л.Ф.Мызенкова, 2004

СОВРЕМЕННАЯ ГОРНОРУДНАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ МЕКСИКИ

Л.Ф.Мызенкова (ЦНИГРИ МПР России)

Дан обзор основных направлений реформирования горного законодательства, реструктуризации управления отраслью и стратегии ведущих горнорудных компаний Мексики.

Мексика (Мексиканские Соединенные Штаты) — одна из наиболее развитых стран в Латинской Америке (ВВП на душу населения в 1999 г. 7680 дол. США). Наиболее развитые отрасли промышленности — нефтяная, нефтехимическая, машиностроительная, горнодобывающая, металлургическая, текстильная, пищевая [1].

Мексика — крупный производитель различных видов минерального сырья. Ей принадлежит первое место по производству серебра (15% мирового производства) и целестина (40%). Она входит в пятерку ведущих стран-производителей висмута (28% мирового производства), барита, сурьмы, полевого шпата (14%), графита, руты, мышьяка, кадмия и молибдена; по производству меди (2,5%), свинца (4,8%) и цинка (5,3%) занимает устойчивую позицию в десятке ведущих стран-производителей и является крупным производителем золота (23 т в 2002 г.).

Развитие горнорудной промышленности страны в конце XX — начале XXI в. находилось под воздействием экономического спада, вызванного девальвацией национальной валюты в декабре 1994 г., последующего азиатского экономического кризиса 1997 г., конкуренции со стороны новых развивающихся рынков и глобального снижения мировых цен на ключевые металлы, особенно негативно сказавшемся на состоянии горнорудного сектора страны в 1999 г., когда производство всех металлов, за исключением молибдена, резко снизилось (например, свинца на 29, серебра на 19, цинка на 13%). К числу положительных факторов относятся устойчивый рост экономики США (главный торговый партнер Мексики — 67% ее экспорта полезных ископаемых, за исключением нефти и при-

родного газа), улучшение экономических показателей в Европе и как оборотная сторона девальвации песо — увеличение операционной прибыли в горной промышленности.

К 2000 г. стране удалось снизить инфляцию до 11% (с 28% в 1996 г.), сохранить ежегодный рост ВВП на уровне 4–5%, увеличить производство цветных и благородных металлов, составляющих основную долю (91%) в экспорте минерального сырья (за исключением нефти и природного газа). Успехи в экономике страны связаны с коренными структурными преобразованиями, включая разгосударствление экономики [5].

Реформы горного законодательства. В соответствии с конституцией Мексики полезные ископаемые являются частью ее национального достояния. В сентябре 1992 г. был принят Горный кодекс, который охватывает все стадии освоения минеральных ресурсов от разведки до производства и обогащения полезных ископаемых. Новое законодательство с внесенными в 1996 г. поправками предоставляет частному сектору большие права на участие в горнодобывающей промышленности. Правительство Мексики приватизировало государственные компании, освободило от государственного контроля их рудные запасы и поощряет как внутренние, так и иностранные инвестиции в горную промышленность. Впервые законом были разрешены прямые инвестиции, вплоть до 100% участия в основных фондах, в разведочных и добычных работах. Законом обеспечена правовая защита держателей разведочных и добычных концессий, частному сектору разрешено участие в разработке полезных ископаемых, считавшихся ранее приоритетной и

стратегической собственностью государства (уголь, железо, фосфориты, калий и сера). Продлен срок действия добычной концессии с 25 до 50 лет с правом возобновления на тот же период, при этом срок разведочной концессии (6 лет) не подлежит возобновлению. Отменена необходимость оформления концессий под рудоподготовительные фабрики [1, 4, 5].

Законом определен круг полезных ископаемых, не подпадающих под его действие, например нефть, твердые, жидкие и газообразные углеводороды, радиоактивные материалы и др.

Основная цель законодательства — создание стабильной обстановки, которая способствовала бы поддержке и успешному завершению долгосрочных инвестиций в горнорудные проекты. Практически все участники отрасли признают, что эта цель достигнута, законодательство хорошо «обеспечивает правовое поле для ведения бизнеса». Однако принятый закон, как и все законы, нуждается в совершенствовании. Трудности связаны в основном с недостаточной проработкой и ясностью условий землевладения, что осложняет предоставление прав на добычу, особенно вне концессий. Освоение месторождений в пределах общинных земель, которые принадлежат сообществам или контролируются ими, делает реализацию прав проблематичной.

Существуют довольно веские причины для возрождения интересов частных компаний и активизации ГРР. По данным Мексиканской горной палаты, 75% территории страны обладают сырьевым потенциалом и только 20% из них исследованы. Наличие такого огромного нераскрытого потенциала объясняет попытки правительственной горнорудной организации (General Mining Coordination, GMC) стимулировать процесс путем сокращения риска для иностранных инвестиций. Обеспечение необходимого объема рискованного иностранного капитала, который вкладывается в разведочные работы, требует сокращения бюрократии, большей прозрачности и правовой стабильности при заключении сделок, что и предусматривается в поправках.

Поправки к горному законодательству представлены в Конгресс, который должен был утвердить их до конца 2003 г. Основное принципиальное изменение должно касаться концессий. В настоящее время требуются отдельные концессии для добычи и разведки. Предлагается узаконить возможность проведения этих двух операций в пределах одной концессии. В целом существующий кодекс более чем приемлем в части правовой и инвестиционной безопасности, которую он обеспечивает.

Полезные для отрасли изменения в горном законодательстве, наряду с сокращением в 1989 г. корпорационного подоходного налога до 35% и отменой в 1991 г. налога на производство минерального сырья, привели к увеличению числа новых горнорудных проектов, горных отводов и концессий. Таким образом, правовая регламентация горных работ в Мексике предоставляет равные возможности как для иностранных, так для внутренних инвесторов. В 2000 г. в стране вели разведку 504 зарубежные компании, из них 213 канадские и 199 из США [5].

Реструктуризация управления горнорудным сектором. По мере изменения роли государства в горнорудном секторе происходила реорганизация управленческих структур в отрасли. С 1994 г. управление недропользованием страны передано Министерству торговли и развития (Secretaria de Comercio y Fomento Industrial, SECOFI), в состав которого входит Горное управление (Direccion de Minas), осуществляющее контроль за концессиями и национальным регистром полезных ископаемых, отвечающее за совершенствование и пересмотр горного законодательства и правил.

Совет по минеральным ресурсам (Consejo de Recursos Minerales, CRM), сформированный в 1975 г., стремится играть роль геологической службы, отвечает за ГРР и статистику, обеспечивает техническую помощь, продолжает работу по передаче горных отводов частному сектору. Правительство совершенствует организацию проведения аукционов, которая не всегда удовлетворяла требованиям участников. В 1998 г. частным компаниям передано около 140 тыс. га лицензионных земель из Национального горного резерва (National Mining Reserve, NRM), в 2000 г. оформлено 1900 концессий на земли площадью 4,9 млн. га, из которых более 90% (4,6 млн. га) выделено под разведочные работы [5]. Правительство считает необходимым сделать этот резерв возобновляемым. Созданная Советом компьютерная база данных позволяет заинтересованным компаниям получать информацию о потенциально привлекательных объектах. Национальный регистр добычных лицензий также представлен в виде компьютерной базы. CRM продолжает осуществлять активную программу картирования (в м-бе 1:50 000) для обеспечения большинства перспективных участков страны геологической и геохимической информацией.

Горная палата Мексики (Camara Minera de Mexico, CAMIMEX) осуществляет связь между правительством и частным сектором. Один из главных приоритетов ее деятельности — разработка четких

законов по охране окружающей среды. Совершенствуются стандарты для обоснования местоположения, проектирования, строительства и эксплуатации хвостохранилищ, разрабатываются специальные экологические нормы для геологоразведочных проектов. Горная палата борется за сокращение налогов в течение преддобычного периода, изменение регулирования импортных операций и др.

Но не только правительство стремится к поддержке горной промышленности. Так, юридическая фирма Garcia Jimenez предоставляет разнообразные правовые, технические и административные услуги мексиканским и иностранным компаниям. Компания *Consortio Minero Latinoamericano* активно помогает геологоразведочным компаниям в проведении исследований, анализов и буровых работ на участках. Она стремится выявить передовые проекты, которые заинтересуют крупные компании; примерами таковых могут служить титановый проект в штате Оахаса и россыпное месторождение в Соноре.

Самым узким местом проводимых в Мексике реформ горной отрасли является финансирование, так как компаниям трудно найти кредиты. Для получения займа или кредита под добычные работы требуется слишком много гарантий и различных подтверждений, причем сам рудник в качестве гарантий в расчет не принимается. Агентство развития горной отрасли (*Mining Development Trust, Fifomi*) работает над решением этой проблемы, используя финансовую, техническую поддержку и обучение для содействия горной отрасли. *Fifomi* быстро избавилась от бюрократии, стала примером эффективности и прозрачности в работе, первым правительственным агентством, получившим международный сертификат ISO 9001:2000. С 2000 г. финансирование агентства возросло на 500% и на 1000% — число компаний, которым оказано содействие. В 2003 г. *Fifomi* планирует выдать кредит на более чем 2 млрд. песо и помочь более чем 3600 компаниям в решении их проблем.

Однако получение кредита по-прежнему является сложной проблемой. Международные финансовые рынки остаются для большинства компаний недоступными, хотя с зарубежными акционерами или партнерами работать легче. Так, *Luismin* и *Plata Panamerican* успешно работают при поддержке их канадских владельцев.

Практически все участники частного сектора хотят, чтобы правительство активнее развивало поисково-разведочные работы. Директор *SAMIMEX* отметил, что компания не ждет субсидий, ей нужны

стимулы и поощрения. Последнее, как показывает история становления горной промышленности в других странах, способствует поступлению инвестиций государству.

Деятельность горнорудных компаний. В мексиканской горнорудной промышленности работают три категории компаний — собственные крупные и мелкие производители и иностранные фирмы. Государственные горные компании были приватизированы и прекратили свое существование. К крупным национальным компаниям относятся: *Industrias Penoles* — диверсифицированный производитель благородных и цветных металлов, крупнейший мировой производитель рафинированного серебра; *Grupo Mexico* — диверсифицированный производитель, обеспечивающий 90% производства меди страны; *Empresas Frisco* — диверсифицированный производитель благородных и цветных металлов; *Luismin* была самой «мелкой» из четверки крупных компаний, ее интересы — только благородные металлы. В 2002 г. *Luismin* была поглощена канадской компанией *Wheaton River Minerals* (стоимость сделки 75 млн. дол.) и ее позиция в стране значительно упрочилась. *Grupo Acerero del Norte* — крупнейший производитель баритов [1–5].

Благородные металлы. Современный горнорудный сектор Мексики отличается разнообразием минерального сырья, тем не менее для большинства аналитиков она ассоциируется с благородными металлами. Эту репутацию Мексика приобрела благодаря многолетней истории добычи благородных металлов, а также богатству и жизнеспособности многих рудников: большое число рудников, открывшихся в колониальную эру, все еще работает, некоторые — более 500 лет. Страна издавна является крупнейшим в мире производителем серебра и золота (соответственно 15% и около 1% мирового производства в 2002 г.). К лидерам в этом секторе относятся компании мирового класса, которые работают в соответствии с наивысшими международными стандартами.

Компания *Industrias Penoles* [3–5], основанная почти 120 лет назад и зарегистрированная на Мексиканской фондовой бирже, в настоящее время — полностью диверсифицированная горнодобывающая группа компаний, вторая по крупности горная компания страны. Со времени своего создания занимается разработкой невозобновимых природных ресурсов и, хотя первоначально участвовала в поисках, разведке, добыче, переплавке, рафинировании и маркетинге сырья цветных металлов, в пос-

ледние годы разрабатывает и осуществляет серийное производство неорганических химикатов и огнеупорных материалов. Несмотря на то что более 60% объема продаж компании приходится на серебро и золото, цинк и свинец — также важные виды ее продукции.

Крупнейший в мире производитель аффинированного серебра, металлического висмута и серноокислого натрия компания *Penoles* настойчиво стремится повышать добавочную стоимость невозобновимых природных ресурсов. Несмотря на сложную рыночную конъюнктуру, объем продаж компании в 2002 г. впервые превысил 1 млрд. дол.

Геологоразведочные работы являются приоритетными для компании. Ежегодно она затрачивает на ГРП около 3% вырученных от продаж средств, что позволило ей сформировать прочную базу перспективных участков. В конце 2002 г. выявленные в ходе ГРП доказанные и вероятные запасы на действующих предприятиях компании составили почти 124,4 т Au и 13 062 т Ag. В 2004 г. компания планирует затратить 25 млн. дол. на региональные ГРП, помимо разведочных работ в пределах рудников [4].

Penoles участвует в многочисленных проектах региональных ГРП, например Mezcala и Pinos Altos (золото), Sierra Mojada (цинк), Milpillars и Cobre de Sonora (медь), в том числе совместно с другими компаниями. Партнерство помогает распределить финансовый риск ГРП (*Penoles* имеет источники долгосрочного финансирования в размере 380 млн. дол.), однако в финансовом отношении она полностью независима. Работа с партнерами улучшает ноу-хау *Penoles*.

Компания имеет высококачественный портфель действующих рудников (11 подземных, 1 карьер). К наиболее ценным относятся рудники Fresnillo (богатейший серебряный в мире), La Cienega и La Herradura (богатейший и крупнейший золотые в Мексике). В разработке месторождения La Herradura с запасами Au более 40 т принимает участие *Newmont Mining Corp.* (44%).

Основным направлением деятельности *Penoles* остается добыча, в том числе благородных металлов. *Penoles* — крупнейший производитель золота (35% объема производства страны) и серебра (53%). В 2002 г. компания произвела 11,38 т Au и 1639 т Ag. *Penoles* удалось на 4% снизить средние производственные издержки на золотых рудниках за счет уменьшения расходов на реагенты, затрат на переработку и повышения эффективности работы.

Эффективность работы занимает центральное место в стратегии компании, поскольку именно

низкозатратные и эффективные предприятия обеспечивают преимущества в конкурентной борьбе. Снижению издержек способствует частичная диверсификация деятельности в секторах, которые обеспечивают энерго- и водоснабжение, контролируют расходы на материально-техническое снабжение и потребности в электроэнергии. Эта тенденция становится все более распространенной.

Penoles пытается активно выходить на новые рынки. Вместе с *Fifomi* она включилась в развитие ювелирного бизнеса в Мексике, с Институтом серебра работает над несколькими исследовательскими проектами (например, анализом удельной производительности серебра, областями его использования в бионауках и при очистке воды).

Компания *Luismin* — второй крупнейший производитель золота и третий крупнейший производитель серебра в Мексике. За год, прошедший со времени приобретения ее канадской компанией *Wheaton River Minerals*, объем производства *Luismin* вырос с ~6,22 до ~20,21 т/год условного Au. В ходе этой сделки были погашены все долги *Luismin*. В настоящее время компания имеет достаточный денежный поток, чтобы продолжать развивать существующие предприятия и одновременно с этим вести разведку новых [4, 6].

Luismin участвует примерно в 40 проектах ГРП, многие из которых ведутся с компаниями-партнерами. Из ожидаемых валовых доходов 2003 г. (65 млн. дол.) *Luismin* предполагает затратить около 11 млн. дол. на ГРП и подготовку запасов.

Основные объекты ГРП *Luismin* — золото и серебро, причем разведочные работы в пределах рудников и региональные ГРП в равной степени приоритетны. Однако в ближайшие годы будет затрачено больше средств на ГРП в пределах рудников, так как намечено увеличить объем запасов и производство на существующих экономически эффективных предприятиях.

Первостепенной задачей компании остается снижение производственных издержек. Компания эксплуатирует мелкие золотые и серебряные рудники с очень низкими издержками. Доведя издержки до 5,47 дол./г условного Au, она сможет производить более дешевые драгметаллы. Издержки будут на 3% ниже мировых для эксплуатируемых рудников. На подземных рудниках в районах San Dimas и San Martin *Luismin* в 2002 г. произвела 3,11 т Au и 180,38 т Ag с издержками 6,01 дол./г условного Au [4, 6].

Luismin, как и *Penoles*, уверена в будущем рынков золота и серебра. Однако инвестируя капитал в

исследования новых областей использования серебра, *Luismin* признает, что слишком мала для того, чтобы влиять на рыночный спрос на серебро.

Цветные металлы. В связи с понижением в 2002 г. цен на медь (1,2%), свинец (5%) и цинк (12,1%) сокращение издержек — единственная возможность выживания компаний. Слово «эффективность» сейчас является ключевым у основных мексиканских производителей цветных металлов.

Grupo Mexico — ведущая горная компания, одна из старейших (создана более 80 лет назад), крупнейший производитель меди (87,5% рудничного производства в стране). Тенденция снижения цен на медь привела к необходимости решения трех задач: резкого сокращения издержек, финансовой реструктуризации долга филиалов (*Minera Mexico* и *Asarco*) и закрытия менее рентабельных предприятий.

В настоящее время *Grupo Mexico* — публичная акционерная компания, зарегистрированная на Мексиканской фондовой бирже, действует в двух коммерческих секторах: горнодобывающем и транспортных услуг (железнодорожные перевозки). Компании горнодобывающего сектора работают в Мексике, Перу и США. Мексиканская компания *Minera Mexico* в конце 1999 г. приобрела *Asarco* (США) и с ней — *SPCC*, крупнейшую горную компанию в Перу.

Minera Mexico является крупнейшим предприятием *Grupo Mexico*, на его долю приходится 38% валовых доходов от добычи. Компания полностью диверсифицирована, имеет два крупных открытых рудника, три предприятия SX-EW, два медеплавильных и два рафинировочных заводов, предприятия по производству благородных металлов и медных прутков [3–5]. С 1990 г. в три раза повысила производительность (до 319,1 тыс. т в 2000 г.). Эксплуатационные расходы этого крупнейшего в Мексике производителя меди, удовлетворяющего около 95% потребностей страны в этом металле, составляют 47 центов/фунт. Ставится цель достичь безубыточности при эксплуатационных расходах 43 цента/фунт. На эксплуатационные расходы существенно влияет цена на электроэнергию. Энергозатраты — это проблема всех отраслей промышленности страны, в связи с чем *Grupo Mexico* начинает осуществлять проект по выработке собственной электроэнергии, что еще более увеличит диверсификацию деятельности компании. Помимо меди, компания является крупным производителем цинка (45% рудничного производства в стране за 2000 г.) и серебра, а также молибдена, золота и свинцовых концентратов (25%). Кроме того, она производит

1,2 млн. т серной кислоты на своем плавильном заводе рудника *La Caridad* в штате Сонора и на цинкоррафинировочном заводе в штате Сан-Луис-Пото-си [4].

Для создания стабильной базы запасов металлов *Minera Mexico* ведет активные ГРП. Из-за снижения цен на металлы упал объем инвестиций в ГРП, но компания все еще затрачивает ~2,5% от своего оборота в 800 млн. дол. на разведку меди, цинка, серебра, золота и молибдена. Компания занимает второе место в мире по запасам меди, а рудник *Sanapea* — третий крупнейший по запасам меди (около 14 млн. т). *Minera Mexico* эксплуатирует второй крупнейший в Мексике медный рудник *La Caridad* и полностью разведала месторождение (около 700 млн. т медной руды) в *Baja California*. Однако из-за недостаточно развитой инфраструктуры и низких цен на металлы освоение этого месторождения приостановлено.

Стратегия *Minera Mexico* ориентирована на увеличение производства металла путем повышения эффективности процессов, а не на наращивание объемов добычи руды. На руднике *Sanapea* предусматривается модернизация процессов выщелачивания и технологии SX-EW.

Неметаллические полезные ископаемые. Сектор индустриального минерального сырья имеет крупнейшие в мире доказанные запасы многих его видов и будет продолжать играть важную роль на мировых рынках. В последние годы на мировой рынок индустриального сырья вышли Китай и Индия. Мексика в острой конкурентной борьбе отстояла свое лидерство и остается конкурентоспособной в большинстве отраслей.

Grupo Alfil — один из ведущих в Мексике производителей флюоритов и баритов. Эта компания в результате успешной стратегии выдержала конкуренцию с Китаем в конце 80-х годов, когда последний выбросил на североамериканский (в том числе мексиканский) рынок большое количество флюоритов, снизив долю Мексики с 75 до 4% лишь за трехлетний период (1988–1991 гг.). Падение цены с 140 до 80 дол./т в тот же период привело к закрытию многих производителей флюорита во всем мире. Выжили только наиболее высокопроизводительные компании с высококачественными и легко разрабатываемыми запасами. Одной из таких компаний была *Fluorita de Mexico*, подконтрольная *Grupo Alfil*. Она выдержала три года убытков, прежде чем *SAMIMEX* и мексиканское правительство поддержали ее антидемпинговыми мерами. Подписание соглашения *Nafta* еще больше помогло компании, и

она постепенно смогла восстановить свое положение на рынке [4].

Alfil продолжает инвестировать капитал в ГРП и повышение эффективности, чтобы гарантировать будущую жизнеспособность. Недавнее открытие массивного и необычного отложения флюоритов позволит *Grupo Alfil* сократить издержки приблизительно на 25–30%. Падение производства флюоритов в Китае вызвало в 2002 г. рост цены на них на 4%, что было еще одним стимулом для успешной деятельности компании.

Grupo Alfil также является крупнейшим в Мексике производителем баритов (65% мировых поставок). Благодаря инвестициям за последние три года производительность увеличилась в 4 раза до 20 000 т/мес., в ходе ГРП были выявлены 700 000 т запасов [4].

Падение производства целестина в Мексике на 25% в 2002 г. позволило Китаю вытеснить Мексику с первого места среди стран-производителей целестина. Китай, как ожидается, не сохранит это лидерство на мировом рынке, поскольку целестин, добытый на его территории, считается низкокачественным и его запасы недостаточны, в то время как мексиканский целестин — лучший в мире и единственный, который можно использовать без обогащения.

Minas de Celestita, крупнейший в Мексике производитель целестина, предлагает очень качественную продукцию со средним содержанием более 90%, что достаточно для любого химического процесса. Компания контролирует 90% запасов целестина (более 700 000 т доказанных и более 2,5 млн. т вероятных) и 55% производства страны. Как ожидается, производство в Мексике вновь приблизится к более традиционному уровню в 2003 г. (~150 000 т). Цель компании — увеличение своей рыночной доли с 40 до ~75% за счет имеющихся запасов [1, 2, 4]. Компания продолжает программу ГРП, обеспечивающую воспроизводство. Каждая тонна добываемого материала покрывается, по крайней мере, одной тонной, разведанной в ходе ГРП.

Производство волластонита в Мексике отличаются качество и количество. В условиях конкуренции со стороны Китая и Индии компания *Minera Nyco* решила задачу производства качественной продукции. Запасы компании, достаточные более чем на 100 лет, позволят успешно работать на своих канадских владениях — *Fording Coal Trust*.

Производители графита добились меньших успехов. Под влиянием конкуренции со стороны других видов углеродного сырья, а также производителей из

развивающихся стран с 1998 г. цены упали примерно на 30%. В результате многие мексиканские производители закрылись, и с 1997 г. национальное производство графита упало в 3 раза до 16 000 т. Качество графита остается высоким, но компании, например *Grafitos Mexicanos*, с трудом выдерживают ценовую конкуренцию на важнейших рынках (например европейском) [1, 2, 4].

Отделение строительных материалов компании *Grupo Tribasa*, на которое не повлияла конкуренция с иностранными компаниями, все еще стремится выпускать качественную продукцию. Компания эксплуатирует три рудника, производящие агрегаты. В штате Мехико подконтрольная *Tribasa* компания *Grupo Interestatal Corporativo* эксплуатирует крупный открытый базальтовый рудник *Atlipac*, в штате Сакатекас — месторождение известняка, а в штате Северная Нижняя Калифорния извлекает агрегаты из русла реки.

Высококачественное базальтовое месторождение *Atlipac* поставляет основные агрегаты в г. Мехико. Компания *Grupo Interestatal Corporativo* производит также 6000 т/сут. асфальта для улиц и шоссе города. На город с растущими пригородами приходится 60% рыночного оборота компании, поэтому она ведет разведку нового месторождения. Всю продукцию, выпускаемую отделением строительных материалов, компания стремится сертифицировать в соответствии с международными стандартами.

Итак, экономическая, социальная и культурная роль горнодобывающего сектора в Мексике остается первостепенной, несмотря на уменьшение его вклада в ВВП страны по мере расширения деятельности других отраслей промышленности.

Горнорудная отрасль значительно изменилась, полностью интегрирована в глобальную экономику, стала экономически и технически вполне конкурентоспособной. Ее развитию способствовала реформа горного законодательства. Для горных компаний Мексики характерны особенности глобальных процессов развития — диверсификация деятельности, слияния и поглощения с целью укрупнения активов и повышения уровня капитализации.

На положение мексиканского рынка минерального сырья отрицательно воздействуют снижение цен (в долларах США) на ключевые металлы и промышленные материалы, конкуренция со стороны новых развивающихся рынков и общемировые процессы укрупнения (слияния) крупнейших мировых ресурсных групп, определяющие стабильность гор-

нодобывающего сектора. Однако Мексика продолжает оставаться на лидирующих позициях в глобальной горной отрасли благодаря богатой и диверсифицированной минерально-сырьевой базе, в значительной степени еще не разведанной, и созданию в стране современного, на уровне мировых требований, горнорудного сектора.

Наиболее известная как крупнейший мировой производитель серебра (около 15% мирового производства), Мексика занимает ведущие позиции в производстве многих других металлов и неметаллических полезных ископаемых. По данным USGS, она в 2000 г. среди 11 крупнейших производителей 18 видов минерального сырья, кроме серебра, занимала высшие мировые позиции в производстве целестина и висмута (первые места), полевого шпата (второе), мышьяка и графита (четвертые), молибдена (пятое), а также кадмия, гипса, рудничного производства свинца и цинка (шестые), барита (седьмое), серы (девятое), марганцевой руды (десятое), руд-

ничного производства меди и цемента (одиннадцатые), золота (четырнадцатое), стали (пятнадцатое).

Мексиканская группа *Penoles* — крупнейший мировой производитель серебра, *Minas de Celestita* — целестина, *Minera Nycu* контролирует крупнейшее в мире месторождение высококачественного волластонита, *Grupo Mexico* — вторая в мире по запасам меди.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Flores V. Mexico // Mining Annual Review. 2000. P. 1–15.*
2. *Flores V. Mexico // Supplement to Mining Journal. 1999. Vol. 332. № 8532. P. 15–19.*
3. *Flores V. Mexico. Supplement to Mining Journal. 1998. Vol. 331. № 8503. P. 35.*
4. *Lacon W.S. Mexican Mining // Mining Magazine. Special Supplement. 2003. October. P. 2–10.*
5. *Mexico. North America // Gold Group. com. 2002.*
6. *Wheaton River Minerals Ltd. Press release. April 24. 2002.*

ПОЗДРАВЛЯЕМ С ЮБИЛЕЕМ



7 декабря 2004 г. исполнилось 70 лет кандидату геолого-минералогических наук, старшему научному сотруднику ЦНИГРИ **Маргарите Сергеевне Михайловой**.

Вся творческая деятельность М.С.Михайловой связана с ЦНИГРИ, куда она пришла в 1957 г. после окончания МГРИ и где прошла путь от лаборанта до старшего научного сотрудника. Начав свою научно-практическую работу с изучения колчеданных месторождений Южного Урала, М.С.Михайлова затем долгие годы занималась исследованием геологического строения и золотоносности Дальнего Востока. Выявленные ею связи магматизма, метаморфизма и золотого оруденения на Многовершинном месторождении легли в основу кандидатской диссертации, защищенной в 1969 г.

Под руководством М.С.Михайловой и при ее непосредственном участии на территории Хабаровского края, Амурской области и Бурятии проводились изучение геологии золоторудных месторождений, типизация обстановок их формирования, разработка критериев прогноза, поисков и оценки. Создан комплект прогнозно-металлогенических карт на золото Дальнего Востока, на долгие годы предопределивших направление геологоразведочных работ в этом крупном золотоносном регионе. Проведено геологическое изучение и подготовка к подсчету запасов трех золоторудных объектов, переданных в промышленное освоение. В 90-е годы при участии М.С.Михайловой создана «Прогнозно-металлогеническая карта золотоносности России» м-ба 1:2 500 000, послужившая основой перспективного планирования геологоразведочных и научно-исследовательских работ на коренное золото.

М.С.Михайлова работала в Гвинейской республике при проведении геологической съемки и поисков золота и алмазов, читала курс лекций по метасоматическим преобразованиям пород в Республике Куба.

В последние годы М.С.Михайлова участвует в научно-методическом сопровождении прогнозно-поисковых и оценочных работ, а также апробации прогнозных ресурсов золота и серебра на Дальнем Востоке и юге Сибири. Результаты ее исследований отражены во многих научно-производственных отчетах, более чем в 60 публикациях, в том числе методических разработках.

М.С.Михайлова пользуется заслуженным уважением всего коллектива ЦНИГРИ за увлеченность, энергию и добросовестность.

Поздравляем Маргариту Сергеевну с юбилеем, желаем ей крепкого здоровья, новых творческих успехов и достижений в укреплении минерально-сырьевой базы золота России.



*Ученый совет ЦНИГРИ
Редколлегия журнала*

12 сентября 2004 г. исполнилось 70 лет Грачеву Александру Анатольевичу — кандидату технических наук, старшему научному сотруднику сектора геофизического сопровождения геолого-разведочных работ ЦНИГРИ.

А.А.Грачев — один из старейших работающих геофизиков ЦНИГРИ — в 1958 г. окончил геофизический факультет МГРИ. Он является ведущим специалистом в области рудной и угольной геофизики. Многие годы возглавлял опытно-методические электроразведочные партии и отряды в различных экспедициях Мингео и Минуглепрома. Александр Анатольевич внес большой вклад в разработку шахтных и скважинных радиоволновых методов (теории, макетов аппаратуры, методических и интерпретационных приемов и способов), в их опробование на рудных и нерудных месторождениях и внедрение в производство. Впервые в отечественной и зарубежной практике им осуществлена постановка исследований методом радиоволнового просвечивания в угольных шахтах с целью изучения разрывной тектоники пластов угля, разработана технология подобной радиоволновой разведки.

А.А.Грачев — автор и соавтор более чем 70 научных публикаций, в том числе нескольких справочников геофизика. Награжден медалями СССР, серебряной медалью ВДНХ.

От всего сердца поздравляем Александра Анатольевича с юбилеем, желаем ему крепкого здоровья и новых достижений в геофизике.



*Ученый совет ЦНИГРИ
Редколлегия журнала*

В октябре 2004 г. исполнилось 70 лет доктору геолого-минералогических наук **Игорю Борисовичу Флерову**.

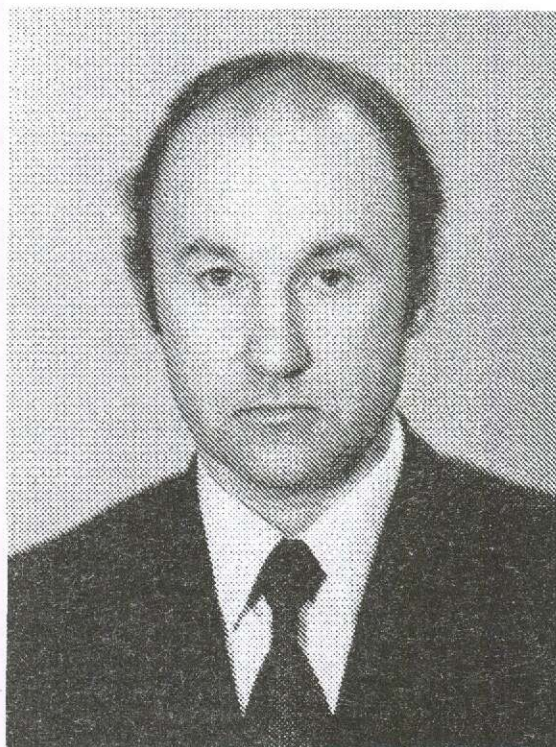
И.Б.Флеров в 1958 г. окончил геологоразведочный факультет МГРИ и 15 лет проработал на Колыме и Чукотке, пройдя путь от рядового геолога поисково-разведочных партий до главного геолога Ороеской ГРП, главного инженера Сеймчанской экспедиции и начальника геологического отдела по разведке россыпей СВТГУ. Проводя разведку россыпей золота в Шаманихо-Столбовском районе Средней Колымы, он открыл россыпь ручья Глухаринный, за что был удостоен почетного знака «Первооткрыватель месторождения».

За магаданский период работы И.Б.Флеров стал крупным знатоком геологии россыпей, во многом способствовал открытию новых месторождений, внедряя в практику буровой способ их разведки. В 1979 г. за успешную разведку и промышленное освоение Рывеевской россыпи ему вместе с группой геологов СВТГУ и специалистов Северовостокзолото присуждена Государственная премия СССР.

В ЦНИГРИ И.Б.Флеров защитил в 1971 г. кандидатскую, а в 1983 г. докторскую диссертации. С 1973 г. он возглавлял сектор, а затем отдел геологии россыпей. Свой богатейший производственный опыт реализовал в серии крупных научных трудов и методических разработок, в том числе: прогнозно-поисковый комплекс для россыпей золота, научные основы методики прогноза и поисков россыпей в континентальных впадинах и долинах высоких порядков, методическое руководство по разведке россыпей золота и олова, руководство по геолого-экономической оценке прогнозных ресурсов. В период с 1981 по 1989 гг. И.Б.Флеров — заместитель директора ЦНИГРИ по научной работе, научный куратор Мингео СССР по золоту.

С 1992 г. И.Б.Флеров стал одним из первых российских геологов в деле частного предпринимательства.

Поздравляем Игоря Борисовича со славным юбилеем, желаем крепкого здоровья, удачного бизнеса, новых свершений и увлекательных открытий!



*Ученый совет ЦНИГРИ
Редколлегия журнала*

К ПРОБЛЕМЕ ПРОИСХОЖДЕНИЯ Au-U КОНГЛОМЕРАТОВ ВИТВАТЕРСРАНДА, ЮАР

И.А.Бергман (ВИМС МПР России)

С позиции разработанных автором принципов и методов реконструкции докембрийских железисто-кремнистых формаций анализируется обоснованность гипотез эндогенного (гидротермально-метасоматического, магматического) образования раннепротерозойских Au-U олигомиктовых кварцевых конгломератов Витватерсранда и других аналогичных объектов.

В журнале «Руды и металлы» (№ 3, 2000 г.) опубликованы две дискуссионные статьи, в которых развиваются неординарные взгляды на образование Au-U конгломератов Витватерсранда [5, 15]. Если в отдаленном прошлом осадочная природа кварцевых галек древних конгломератов не вызвала больших сомнений и дискуссия велась в основном по поводу генезиса рудной минерализации (кластогенная, частично ремобилизованная; гидротермальная), то в цитируемых и ранее опубликованных работах [9–11, 14, 16 и др.] образование не только рудной минерализации, но и кварцевых галек все решительнее связывается с эндогенными процессами — метасоматозом и магматизмом вкупе с деструктивной тектоникой. Конечно, возможности теоретического расширения спектра выдвигаемых гипотез формирования Au-U конгломератов еще не исчерпаны, но, вероятно, уже давно пора приступить к его сокращению. Ведь не могут же древние конгломераты образоваться едино всеми теми способами, которые предложены специалистами. Следовательно, среди предложенных гипотез безусловно есть несостоятельные и, скорее всего, их большинство. В связи с этим уместно привести слова М.Козна и Э.Нагеля, которые пророчески писали: «В общем можно сказать, что безопасность науки связана с людьми, которые заботятся больше о корректности используемых ими методов, чем о корректности результатов, получаемых с их помощью» [17].

Проанализируем корректность методов, используемых для обоснования гипотез эндогенного образования древних Au-U конгломератов, опира-

ясь на материалы выполненной автором реконструкции природы докембрийских железисто-кремнистых формаций (ДЖКФ). Au-U конгломераты и ДЖКФ раннего протерозоя связаны общностью разрезов (Au-U конгломераты обычно, но не обязательно, залегают в основании железорудных серий) и временем образования (2,6–2,0 млрд. лет [13 и др.]). В обсуждении этих проблем и интерпретации результатов исследований также имеется много общего. Поэтому не случайно, что во многих статьях специалисты взаимно ссылаются на материалы исследований этих сопряженных в разрезах формаций [15 и др.].

Автор длительное время занимается изучением железорудных серий раннего протерозоя Кривого Рога (УЩ) и в меньшей степени КМА (ВКМ), в основании которых залегают близкие геологические и возрастные аналоги конгломератов Витватерсранда, Блайнд-Ривера и др.

Напомним, что наши знания основаны на системе эталонов и что природные эталоны индивидуальны для каждой геологической эпохи (это — следствие необратимой эволюции Земли и Солнечной системы в целом). Как известно, общепризнанных эталонных Au-U конгломератов и ДЖКФ не существует. И любое исследование, претендующее на приоритетную реконструкцию генезиса древних объектов, превращается в работу по созданию соответствующего природного эталона. Признаки, учитываемые при реконструкции природы названных объектов, по мнению автора должны: 1) не зависеть от геологического времени; в этом случае устраняется фактор эволюции геологических образований

в истории Земли; 2) относиться к категории внутренних, существенных, т.е. таких, которые определяют предмет таким, каков он есть; 3) быть достаточно контрастными и (или) устойчивыми к эпигенетическим изменениям, в частности, к метаморфизму; 4) быть простыми, легко и надежно определяемыми современными методами исследований. Вместе взятые они удовлетворяют требованиям, предъявляемым к созданию соответствующих эталонов.

В проблеме генезиса ДЖКФ один из главных вопросов — дометаморфическая природа рудного вещества. Обсудим природу рудного вещества из гидроксидов железа и железистых карбонатов. Автором предложены следующие элементно-геохимические критерии для его разбраковки: 1) различие в величине литий-магниевого отношения карбонатных и гидроксидных железных руд; 2) различие в сорбционной емкости железистых карбонатов и гидроксидов железа; 3) сходство в сорбционной емкости гидроксидов железа и углеродистого вещества.

Суть первого критерия состоит в том, что литий из-за разницы в зарядах с магнием и железом (II) и отсутствия подходящих широко распространенных трехвалентных элементов, необходимых для компенсации заряда, не входит в структуру магнезиальных и железистых карбонатов. Поэтому карбонаты вне зависимости от абсолютного возраста характеризуются низкой величиной литий-магниевого отношения ($1000 \text{ Li/Mg} \approx 0,5$ при нерастворимом остатке не более 15–20%). С другой стороны, в гидроксидных железных рудах в отличие от карбонатов всегда в тех или иных количествах содержатся слоистые силикаты типа шамозита, в которых литий легко замещает магний по схеме $2\text{Mg} \leftarrow \text{Li} + \text{Al}$ (возможны и другие варианты). Поэтому гидроксидные железные руды по сравнению с карбонатными характеризуются значительно более высокой величиной этого отношения ($1000 \text{ Li/Mg} \geq 5,0$). Железистые кварциты ДЖКФ вне зависимости от их абсолютного возраста, степени метаморфизма (исключением являются только железистые кварциты с повышенным содержанием щелочных цветных и высокой степенью метаморфизма) характеризуются отношением $1000 \text{ Li/Mg} < 1,0$ (обычно $\sim 0,3$ – $0,7$, в среднем $\sim 0,5$, как и в карбонатах). Это позволяет считать, что к моменту метаморфизма рудное вещество ДЖКФ находилось исключительно в карбонатной форме (в железисто-кремнистой формации Кривого Рога данному критерию удовлетворяют 90% железистых кварцитов, в аналогичной формации КМА (Оскольский рудный узел) — 100% железистых кварцитов).

Второй критерий касается сорбционной емкости, которая высока у гидроксидов железа (будучи

эффективными адсорбентами концентрируют V, As, P, B, TR, Sc, Y, Mo, U, Cr и т.д.) и низка у карбонатов (несорбирующая среда). Кроме того, ряд элементов вообще не образуют карбонаты (Cr, V, As, B и т.д.), а если и образуют (Co, Ni), то произведение растворимости последних значительно выше произведения растворимости железистых карбонатов, поэтому условия, при которых могло бы иметь место соосаждение кобальта и никеля с железом в карбонатах, — явление исключительное. Все это и приводит к тому, что гидроксиды железа по содержанию элементов-сорбатов (опять же вне зависимости от геологического времени меняется или может меняться только спектр сорбируемых элементов) резко от 0,5 до 2 порядков и более отличаются от железистых карбонатов. Железистые кварциты вне зависимости от абсолютного возраста (поздний архей — ранний протерозой), степени метаморфизма, тектонической позиции характеризуются аномально низким (на уровне обычных карбонатов и ниже) содержанием всех элементов-сорбатов. Это дает основание для дублирующего вывода о связи рудного вещества ДЖКФ к моменту метаморфизма исключительно с железистыми карбонатами.

По уровню концентрации многих элементов-сорбатов гидроксиды железа близки с углеродистым веществом. Однако в процессе метаморфизма первые представляют собой среду более благоприятную для удержания многих элементов по сравнению с углеродистым веществом. В частности, возможно изоморфное вхождение элементов в гётит, лепидокрокит, гематит и магнетит. Изоморфное вхождение элементов в графит и переходные к нему формы невозможно по причине малого ионного/атомного радиуса углерода ($r_{\text{Скрист}} = 0,77 \text{ \AA}$, $r_{\text{C}_{4+}} = 0,16 \text{ \AA}$; для сравнения: $r_{\text{Fe мет}} = 1,26 \text{ \AA}$, $r_{\text{Fe}_{2+}} = 0,74 \text{ \AA}$, $r_{\text{Fe}_{3+}} = 0,64 \text{ \AA}$ [8]). Поэтому, если бы в железисто-кремнистых формациях имелись железистые кварциты, образовавшиеся в результате метаморфизма гидроксидов железа, они не могли бы содержать элементов-сорбатов меньше, чем ассоциирующие с ними и метаморфизованные в такой же степени углеродистые сланцы, тем более при таком низком содержании углеродистого вещества, как 2–10%. Но все железистые кварциты вне зависимости от минерального состава, степени метаморфизма, стратиграфического положения характеризуются на порядок более низкими содержаниями V, As, TR, Sc, чем в углеродистых сланцах. Этот критерий также не зависит от геологического времени, что дает основание отрицать предполагаемое отложение рудного вещества ДЖКФ в гидроксидной форме.

Разница в величинах рассмотренных выше параметров между карбонатами и гидроксидами же-

леза и, наоборот, близость параметров между гидроксидами железа и углеродистым веществом настолько устойчивы, что, как показывает практика, они могут быть отнесены к категории внутренних, существенных признаков. В отличие от литий-магниевого критерия, эффективность которого утрачивается при наложении интенсивного регрессивного ошелачивания, критерии сорбционной емкости сохраняют свою эффективность до самых высоких степеней метаморфизма, а свои проявления только при наложении гранитизации и сопутствующей ей интенсивной мигматизации.

Из сказанного следует, что рудное вещество ДЖКФ (поздний архей – ранний протерозой) к моменту метаморфизма находилось исключительно в карбонатной форме (сидероплезит–сидерит). По условиям образования карбонаты многообразны (гидротермальные, диагенетические, хемогенные), но в геохимическом отношении недостаточно контрастны для разбраковки их элементарно-геохимическими методами. Поэтому в целях детализации природы железистых карбонатов логичнее использовать их фациальное различие. Как известно, диагенетические карбонаты формируются в области песчано-глинистых фаций, хемогенные — смещены к пелагиали. Гидротермальные карбонаты не обнаруживают признаков связи с породами фациального профиля. Если расположить породы, слагающие ДЖКФ, в ряд по степени утонения их слоистого сложения (кварцито-сланцы → железистые кварциты), то окажется, что распределение элементов-сорбатов на профиле, как и величины литий-магниевого отношения, будет характеризоваться отрицательным тангенсом угла наклона кривой распределения элементов, что характерно для бассейновых осадков второй, более глубоководной половины идеального фациального профиля, по Н.М.Страхову [12]. На этом профиле железистые кварциты (железистые карбонаты) занимают пелагическую область с хемогенными фациями. Следовательно, железистые карбонаты как дометаморфическая форма рудного вещества ДЖКФ относятся к хемогенной, а не к диагенетической или гидротермальной.

Изложенные материалы позволяют продолжить реконструкцию и перейти к расшифровке основных черт химизма древней атмосферы. Итак, рудное вещество ДЖКФ — хемогенные осадочные железистые карбонаты. Породы, слагающие ДЖКФ (кварцито-сланцы – железистые кварциты), — осадки второй, более глубоководной половины идеального фациального профиля конечных водоемов стока, т.е. осадки, которые формируются за счет сноса вещества с континентов. В денудированных породах железо находилось в двух- и трехвалентных

формах, а отлагалось исключительно в двухвалентной форме. ДЖКФ — планетарные образования, при формировании которых в раннем докембрии господствовала углекислотная восстановительная атмосфера с относительно повышенным содержанием углекислоты.

Теперь обратимся к рассмотрению гипотез эндогенного происхождения Au–U конгломератов Витватерсранда.

А.М.Портновым [9–11] и в известной степени А.Д.Щегловым [16] развивается идея о глубинном формировании олигомиктовых кварцевых Au–U конгломератов Витватерсранда. За эталонный объект в этих работах приняты позднепалеозойские кварц-пиритовые конгломераты Коч-Булака (Узбекистан, Средняя Азия) с кварц-серицитовым цементом, содержащим, в частности, самородное золото, углистое вещество типа тухолита с повышенной концентрацией урана, тория и «окатанный» пирит. Согласно цитируемому автору, образование заполненных глубинными конгломератами столбообразных рудных тел связано с флюидным диапиризмом по тектонически ослабленным зонам, вскипанием растворов и их интенсивной циркуляцией в свободных полостях. Следствием возникающей интенсивной конвекции являются перенос и интенсивное окатывание обломков горных пород и ранних генераций минералов рудных жил.

Согласно А.М.Портнову, о трансформации вещества ранних кварц-пиритовых жил в пиритосодержащие конгломераты свидетельствуют: 1) выявленное травлением сходство зональности пиритовой дробы месторождения Коч-Булак с кубическими и пентагондодекаэдрическими пиритами более ранних кварц-пиритовых жил этого объекта; 2) одинаковые характеристики по термоЭДС пирита в виде гальки и пирита ранних кварц-пиритовых жил; 3) отсутствие признаков колломорфной или радиально-лучистой структуры пиритовых галек. К сожалению, с точки зрения логики познания перечисленные выше признаки являются внешними, несущественными, и при отсутствии соответствующих эталонов, т.е. конгломератов заведомо глубинного происхождения, их доказательные возможности не выходят за рамки обычного предположения. Поэтому использовать глубинные конгломераты Коч-Булака для аналогий даже с разновозрастными образованиями на других объектах едва ли корректно. Сравнить же конгломераты Коч-Булака и Витватерсранда по морфологическому сходству содержащегося в них пирита (пиритовой дробы) можно было бы только при наличии соответствующих древних эталонов.

Что же «заставило» А.М.Портнова отказаться от россыпной гипотезы образования конгломератов

Витватерсранда и искать другие возможные варианты их генезиса? В работе [11] перечислены якобы имеющие место противоречия геологического, минералогического и геохимического планов с представлениями о россыпном образовании древних конгломератов. Это господство в протерозое кислородной атмосферы, в условиях которой не могли образоваться россыпи легко окисляющихся минералов — пирита, уранинита, сфалерита и др. «Современные данные по изотопии кислорода и углерода, — пишет автор, — решительно опровергают... концепцию бескислородной атмосферы в протерозое». Однако следует заметить, что современные данные по изотопии кислорода, углерода (как, впрочем, и серы) никакого отношения к индикации химизма древней атмосферы не имеют из-за отсутствия соответствующих древних природных изотопных эталонов. Последние должны быть комбинацией двух видов информации — знания генезиса того или иного древнего объекта и знания изотопного состава, входящих в него элементов. Как видим, создать требуемые изотопные эталоны в рамках одних лишь изотопных исследований невозможно. Ссылка в работе [10] на изотопные исследования М.Шидловского и др. [18] несостоятельна по указанной выше причине.

Другое противоречие — общая насыщенность золотом руд и вмещающих пород Витватерсранда, достигающая 2000 кг/км², несовместимая с предполагаемым гипергенным (коровым) источником урана и золота. По мнению А.М.Портнова, «возникает вопрос, где же находились несколько сотен гигантских коренных месторождений с запасами в несколько тысяч тонн золота и несколько миллионов тонн урана? Подобные типы коренных месторождений в районе отсутствуют, а если предположить, что все они эродированы, то в районе Витватерсранда не хватит места для их размещения... Источник сноса такого чудовищного количества золота остается загадочным». Однако не менее загадочна высокая насыщенность золотом руд и вмещающих пород Витватерсранда и в любом другом варианте интерпретации генезиса конгломератов, тем более эндогенной.

С точки зрения А.М.Портнова, необъяснимо с позиций кластогенно-осадочного генезиса выявление разведкой в 10-километровой терригенно-осадочной толще раннего и среднего протерозоя около 20 разновозрастных (по ураниниту) пластов рудных конгломератов. Неправдоподобна и ситуация, когда в течение 600 млн. лет существует стабильный бассейн, в который впадают однотипные реки с практически не меняющимся по составу кварц-пиритовым галечником. Эти и другие особенности месторождений Витватерсранда он предлагает объяснять

спецификой реализации флюидно-гидротермальной рудоносной системы.

А.М.Портнов тенденциозно снижает возраст Au-U конгломератов Витватерсранда до 2 млрд. лет (возраст внедрения Бушвельдского лополита), превращая достигнутое сходство возрастов объектов в признак генетической связи рудообразующей флюидно-гидротермальной системы с магматизмом. Абсолютный возраст любого геологического объекта — его важнейшая характеристика, но только возрастная, а не генетическая! Олигомиктовые кварцевые конгломераты — планетарные образования. На Украинском щите и в Воронежском кристаллическом массиве их абсолютный возраст 2,6–2,3 млрд. лет [6]. Наибольшую мощность и наилучшую сохранность конгломераты обнаруживают там, где вмещающие и кроющие их толщи имеют наиболее пологое залегание, где минимальны степень метаморфизма, деструктивная тектоника и флюидно-гидротермальная деятельность (Центральное и Северное Криворожье). При реконструкции генезиса древних конгломератов абсолютный возраст олигомиктовых кварцевых конгломератов имеет второстепенное значение; важна общность их разрезов с ДЖКФ. Мощность разреза золотосодержащих пород системы Витватерсранд около 8 км и сложен он монотонной толщей существенно кластогенных пород — кварцевыми песчаниками, гравелитами, конгломератами и др. Мощность железисто-кремнистой формации Кривого Рога в центре одноименного бассейна (Саксаганский район) приблизительно 0,8 км (без учета денудированной верхней части разреза). Как показывает реконструкция, она представлена монотонной хемогенной толщей переслаивания магнезиально-железистых мергелей и сидеритов с силицитами. По существующим оценкам скорость седиментации кластогенных осадков по крайней мере на порядок выше, чем скорость седиментации хемогенных осадков. Поэтому стабильное накопление 8-километровых кластогенных осадков эквивалентно времени накопления 0,8-километровых хемогенных осадков! То же можно продемонстрировать для железисто-кремнистых формаций позднего архея (центральная часть Костомукшского месторождения, Балтийский щит).

В статье С.С.Долгушина конгломераты Витватерсранда трансформируются в псевдоконгломераты — продукт внедрения в осадочную толщу системы Витватерсранд золотоносного кремнеземного флюида-расплава, подвергшегося ликвационному расслоению на месте его становления с образованием глобулярных (конгломератовидных) текстур. При расшифровке генезиса золоторудных месторождений Витватерсранда он считает необходимым ответить на два главных вопроса: почему зо-

лотоносные породы, определяемые как конгломераты, имеют мономиктовый кварцевый состав и почему только они золоторудны? Все остальные вопросы — производные от этих двух.

Образование полимиктовых и олигомиктовых пород (фанерозойских песчано-алевритовых) детально рассмотрено Н.М.Страховым [12] на примере осадочных толщ Казахстана, Донбасса и некоторых районов европейской части СССР. Историко-геологическая обстановка возникновения типичных олигомиктовых толщ, по его мнению, определяется их локализацией на платформах, причем в такие эпохи, когда вблизи седиментационных областей не было крупных горных систем в соседних геосинклинальных зонах и резко расчлененного рельефа на самих платформах. Иначе говоря, они формировались в условиях вялого, пассивного тектонического режима. Решающим процессом в механизме образования таких толщ было химическое выветривание материнских пород на водосборных площадях в тектонически пассивных областях гумидных поясов, особенно в тропическом влажном климате. Олигомиктовые отложения могли возникнуть за счет размыва глубоко выветрелых магматических и метаморфических пород. В случае размыва песчано-алевритовых пород мезомиктового, а тем более олигомиктового состава, накопление новых олигомиктовых осадков могло происходить и при более активном тектоническом режиме.

Эти положения Н.М.Страхова следует дополнить материалами реконструкции ДЖКФ и химизма раннедокембрийской атмосферы. По данным реконструкции природа кварцитовых слоев в составе ДЖКФ хемогенно-силицитовая. Планетарное распространение ДЖКФ позволяет считать, что и хемогенные силициты в раннем докембрии имели планетарный масштаб. Образование ДЖКФ — слоистых толщ переслаивания хемогенных железистых карбонатов и силицитов — происходило в условиях углекислотной восстановительной атмосферы с повышенным содержанием углекислоты. Угольная кислота, значительно более сильная по сравнению с ортокремневой, содействовала активному разложению силикатов и одновременно препятствовала их образованию. Таким образом, в раннем докембрии образованию олигомиктовых кварцевых пород способствовали пассивный тектонический режим, гумидный климат (особенно тропический влажный), агрессивный углекислотный характер атмосферы, переувлажнение и все увеличивающаяся доля осадочных толщ (в том числе кварцевых) на площадях водосборов, начиная с раннего архея и достигшая апогея в раннем протерозое, перевод многих компонентов (в том числе железа и кремнезема) в условиях углекислотной восстановительной

атмосферы в растворимые (коллоидные) формы и вынос в конечные водоемы стока, что благоприятствовало очищению обломочного кварцевого материала от загрязняющего силикатного.

Условия образования олигомиктовых кварцевых толщ благоприятны также для масштабного высвобождения из пород примесных компонентов — золота, сульфидов и других легкоокисляющихся минералов. Этим объясняется сочетание олигомиктовых кварцевых пород с перечисленными обломочными компонентами и отсутствие последних в полимиктовых породах, характерных для областей активного тектонического режима.

Благоприятные условия для образования олигомиктовых кварцевых пород в раннем докембрии дают основания для предположения о реальном накоплении в раннем докембрии не только кварцевых песчаников, но также олигомиктовых кварцевых гравелитов и конгломератов. Однако имеющихся материалов недостаточно для обоснованного суждения о природе кварцевых галек.

В свете сказанного представляется неуместной механистическая гипотеза А. дю Тойта [6], взятая на «вооружение» С.С.Долгушиным. Последний опирается на устаревшие представления о селективном истирании обломочного материала в речном потоке как главном факторе образования олигомиктовых кварцевых пород, в которых игнорируются континентальный режим, климат, химизм атмосферы, нарастание со временем площадей осадочных пород, в том числе мезомиктовых и олигомиктовых кварцевых, и т.д. Он предлагает считать кварцевые псевдогалки (глобули) продуктом кремнеземной магмы, возникшим при ее ликвационном расслоении. Форма «галек», по его мнению, отвечает конфигурации ликвационных обособлений в магматических породах вообще и в фельзитах как наиболее близких по содержанию кремнезема к «кварцевым конгломератам», в частности. Аналогична по своей методологической сущности интерпретация механизма образования пирита, уранинита, золота и др. По нашему мнению, делать генетические выводы о происхождении галек, основываясь на их форме (при отсутствии соответствующих эталонов), методологически некорректно.

Еще одним крупным недостатком модельных построений С.С.Долгушина является вольное обращение с геологическим временем вплоть до его полного игнорирования, стремление свести прошлое к современному, известному, ссылка на вневременные эксперименты по генерации золотосодержащей кварцево-рудной магмы и т.п. Нам представляется, что в отсутствие требуемых природных эталонов необходимо сузить сферу научного поиска таких признаков, которые в конечном счете поз-

волили бы корректно преодолеть барьер геологического времени и раскрыть существо этих практически исключительно важных образований.

Еще один вариант эндогенного (тектонотасоматического) образования Au-U конгломератов Витватерсранда развивается Д.И.Царевым [14, 15 и др.], который считает, что в кислородной атмосфере раннего докембрия не могло быть пиритовых галек. Он приводит данные о распределении кислорода на разных глубинах современных (!) океанов, доказывая невозможность осаждения и длительного существования сульфидов на малых и больших глубинах. Иллюстрируя распределение кремнезема по глубинам также в современных океанах, Д.И.Царев акцентирует внимание на том, что обильное отложение кремнистых осадков в морских бассейнах происходит на больших глубинах. Следовательно, подразумевается в статье, ассоциация кварцитов и конгломератов фашиально «запрещена» для осадочных образований. А то, что они в мульде Витватерсранда не разобщены, свидетельствует о гидротермально-метасоматическом (метаморфогенном) происхождении кварцитов. Тектонотасоматические конглобрекции Витватерсранда — продукт метасоматического преобразования трещиноватых и тектонически брекчированных зернистых или аморфных кварцитов, конгломератов и черных глинистых пород в основном вдоль контактов с эффузивами, силлами, дайками и дизъюнктивами [14]. Д.И.Царев переносит закономерности распределения кислорода и кремнезема в современных океанах на ранний докембрий, отождествляет океанские бассейны с морскими, использует, что противоречит логике познания, пространственное сонахождение кварцитов и конгломератов для отрицания их осадочного происхождения.

По Д.И.Цареву, многие золото- и ураноносные породы, называемые конгломератами, следует относить к тектонотасоматическим конглобрекциям. Он приводит факты, на основании которых им устанавливаются признаки метасоматического образования конгломератов, сведенные в 13 пунктов. По нашему мнению, в пунктах 9, 11, 12 и 13 факты подменены их интерпретацией. Так, в пункте 12 говорится, что «округлые зерна пирита..., обычно считающиеся окатанными, представляют собой пентагондодокаэдрические кристаллы с растворенными ребрами», в пункте 1 к факту тектонотасоматического образования конгломератов отнесена монокристалльность кварцевых галек, для которых трудно представить необходимое изобилие дружного хрусталя. И в этом случае приходится констатировать, что сама по себе монокристалльность не является признаком тектонотасоматического образования конгломератов (не следует смешивать

образование кварца галек или, пусть, псевдогалек с образованием кварцевых галек в конгломератах). Чтобы монокристалльность можно было использовать в указанных генетических целях, нужны соответствующие эталоны, которых на сегодняшний день нет.

В пунктах 2, 3 и 6 приведены примеры различных типов зональности — постепенные переходы между конгломератами, гравелитами и монокристалльными кварцитами, между гальковидными фрагментами и сульфидным «цементом», между зернистым и монокристалльным кварцем в отдельных гальках. Однако сама по себе зональность ничего, кроме зональности, не доказывает. Нужны признаки, которые, с одной стороны, раскрывали бы механизм, а с другой, время перехода выделяемых элементов зональности.

В пунктах 4, 5, 7, 8 и 10 Д.И.Царев обращает внимание на образование псевдогалек путем отчленения от трещиноватых кварцитов при замещении породы вдоль трещинок сульфидами, золотом и слюдястыми минералами (пункт 5) или в результате расчленения тектоническими трещинами кварцевых галькоподобных блоков на более мелкие овальные блоки (пункты 4 и 10), а также на наличие овальных кварцевых блоков, различно окрашенных по разные стороны тонкой извилистой трещинки (пункт 8), и т.д. Если следовать его логике, то максимум образования конгломератов должен приходиться на участки развития трещинной тектоники и масштабной флюидизации. В Криворожском железорудном бассейне такими участками являются Ингулецкий блок на юге и Северное Криворожье. Именно в Северном Криворожье широкое распространение получили процессы щелочно-карбонатного метасоматоза (месторождения Первомайское, Желтореченское, и др.), но в этой части бассейна олигомиктовых кварцевых конгломератов нет. В частности, в районе Первомайского месторождения, расположенном в месте резкого флексурного поворота пород криворожской серии, последние превращены в сплошную разномасштабную брекчию, подвергшуюся воздействию поздних растворов с образованием ряда метасоматических минералов (гизингерит и др.). Но сколько-нибудь заметного скругления обломков (прежде всего кварцитовых) автору наблюдать не удалось.

О метасоматическом образовании Au-U конгломератов Витватерсранда, кроме наложенного характера рудных ассоциаций минералов, по Д.И.Цареву, свидетельствует приуроченность оруденения к зонам разрывных нарушений — сбросам и надвигам в бортах брахиструктур. В этом положении опять противоречие с требованиями логики познания, суть которого состоит в том, что сама по себе

приуроченность чего-то к чему-то ничего, кроме как о приуроченности, свидетельствовать не может. Так, город Иоганнесбург в ЮАР тоже, как и Au-U конгломераты, приурочен к сбросам и надвигам в бортах брахиструктур Витватерсранда, но от этого он в продукт метасоматоза почему-то не превратился!

Наконец, большое внимание в работе Д.И.Царева уделено физико-химическому обоснованию механизмов формирования псевдоконгломератов Витватерсранда с позиции метасоматических процессов (закон скругления остроугольных фрагментов в неравновесной среде, по которому соприкасающиеся разнородные объекты стремятся иметь в равновесных условиях минимум поверхностной энергии). К сожалению, оторванного от геологии физико-химического обоснования генезиса геологических объектов не существует и быть не может, поскольку в него не входит геологическое время. Так, в железистых кварцитах, которым в статье Д.И.Царева уделено значительное внимание, образование магнетита можно физико-химически обосновать неполным окислением сидерита, неполным восстановлением гидроксидов железа, реакцией сидерита с гидроксидами железа и т.д. Так, что же может дать физико-химическое обоснование для выяснения природы магнетита? Сказанное выше в равной мере относится и к утверждению о том, что образование обломковидных сульфидных обособлений в рудах Витватерсранда метасоматическим путем якобы подтверждается экспериментами [7].

Как известно, петрография и геология — науки об относительных, а не абсолютных временных соотношениях природных объектов. В частности, геологическими и петрографическими методами в ряде случаев удается установить возрастные соотношения минералов или минеральных ассоциаций, однако оценка масштабности явления, как и время генерирующих его процессов (первичные — наложенные), остаются за рамками возможностей этих методов. Например, признаки замещения куммингтонита (грюнерита) магнетитом в породах железисто-кремнистых формаций позднего архея и раннего протерозоя, используемые для обоснования метасоматического генезиса ДЖКФ, действительно наблюдаются (индивиды мелких кристаллов магнетита в трещинах спайности железистых амфиболов, пироксенов и др.). Но, как показывает реконструкция ДЖКФ, первичное рудное вещество этих формаций было представлено сидеритом, из чего следует, что замещение перечисленных минералов магнетитом — следствие поздней ремобилизации рудного вещества и, к тому же, весьма ограниченной. Гиперболизация возможностей геологических

и петрографических методов в практике изучения объектов раннего докембрия явление нередкое. Поэтому выводы, полученные одним методом (тем более геологическим и петрографическим), должны обязательно контролироваться независимыми корректными методами. Наконец, делать генетические выводы о тектонометасоматическом или, шире, эндогенном образовании Au-U конгломератов, основываясь на морфологических признаках, как делают Д.И.Царев, А.М.Портнов, С.С.Долгушин и др., методологически некорректно. Продолжение работы по совершенствованию обсуждаемых гипотез необходимо вести методами, не противоречащими логике познания и обеспечивающими необходимую проверку практикой.

При завершении обзора недавно опубликованных работ по эндогенному образованию Au-U конгломератов Витватерсранда неизбежно напрашиваются следующие выводы. Необходимо осознать, что геология — наука историческая и сравнение золоторудных месторождений Витватерсранда (ранний докембрий), Коч-Булак (поздний палеозой) и современных объектов не позволит делать выводы о происхождении древних олигомиктовых кварцевых конгломератов. Расшифровка природы объектов раннего докембрия должна базироваться на собственных древних геологических эталонах. Безграничных по своим возможностям, абсолютных методов познания не существует. Более чем столетний опыт геолого-петрографического изучения Au-U конгломератов и других объектов раннего докембрия показал, что приоритетное геолого-петрографическое решение проблемы их генезиса оказалось несостоятельным. Продолжающееся использование в генетических целях морфологических признаков геологических объектов, закономерностей их пространственного размещения, противоречащее законам логики познания, не приближает и не может приблизить к разгадке геологического прошлого Земли. Основной акцент в работах должен быть сделан на корректности используемых специалистами методов, а не на корректности получаемых с их помощью результатов.

И в заключение, что же склоняет автора статьи к признанию россыпной точки зрения на образование Au-U конгломератов Витватерсранда и других аналогичных объектов.

Во-первых, господство в раннем докембрии углекислотной восстановительной атмосферы, обеспечивающей, с одной стороны, активное выветривание пород с высвобождением в больших количествах золота, пирита, уранинита и других россыпнеобразующих минералов, а с другой — возможность миграции в обломочной форме легко окисляющихся минералов. Кроме того, в этих ус-

ловиях за счет образования легко мигрирующих в растворах форм (бикарбонаты Ca, Mg, Mn, Fe, ионные формы SiO₂ и гель SiO₂nH₂O и т.д.) происходит более полное отделение кварцевого материала от силикатного.

Во-вторых, в условиях гипергенеза угольная кислота значительно сильнее ортокремневой, следовательно, углекислотная атмосфера, создавая благоприятные условия для разложения силикатов и высвобождения из них рудных минералов, одновременно будет препятствовать их образованию. В результате, начиная с раннего архея, с образования железисто-кремнистой формации Исуа в Гренландии (3,8 млрд. лет), в геологические циклы, наряду с обломочным кварцевым материалом, стало вовлекаться огромное количество хемогенных силицитов с их последующей трансформацией в различные формы кварцевых образований, в том числе и кварцевых жил. Примером тому могут, по-видимому, быть описанные В.И.Березкиным кварциты центральной части Алданского щита с приуроченными к ним месторождениями горного хрусталя [4]. Поэтому образование олигомиктовых кварцевых пород — естественное следствие господства в раннем докембрии агрессивной углекислотной атмосферы, чему способствовали периоды длительной тектонической стабильности платформенных участков земной коры, возможно, более теплый климат, общее увеличение объемов осадочных пород и доли в них чисто кварцевых, их многократный переувлажнение с отделением разубоживающего силикатного материала. Различия в рудной составляющей конгломератов и положении ее в разрезе — следствие неизбежной гетерогенности состава денудированных пород, тектонического режима, условий выветривания и т.д.

В целом олигомиктовые кварцевые конгломераты в наиболее классическом представлении с минимумом наложенных процессов размещаются в тех структурах, которые характеризуются наиболее пологим залеганием слагающих их пород, минимумом деструктивной тектоники, метаморфизма, флюидно-гидротермальной деятельности и магматизма. Поэтому в настоящее время автор не видит других процессов, кроме осадочных, которые могли бы привести к образованию этих действительно уникальных образований. Весьма показательна и ассоциация олигомиктовых кварцевых конгломератов с реконструируемыми ДЖКФ — также уникальными, но хемогенно-осадочными формациями, что значительно расширяет значение осадочных процессов в раннедокембрийском литогенезе.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бергман И.А. Принципы и методы реконструкции первичной природы докембрийских железистых формаций в связи с проблемой их генезиса и прогнозом месторождений: Автореф. дисс. д-ра геол.-минер. наук. — М.: ВИМС, 1991.
2. Бергман И.А. Особенности химизма атмосферы и осадочного минералообразования на Земле в докембрии // Минеральное сырье. 1997. № 1. С. 34–49.
3. Бергман И.А. О природе углеродистого вещества в докембрийских железисто-кремнистых формациях в связи с проблемой их генезиса // Углерод: минералогия, геохимия и космохимия. Сыктывкар, 2003. С. 184–186.
4. Березкин В.И. Первичная природа раннедокембрийских кварцитов Центрального Алдана // Генетический формационный анализ осадочных комплексов фанерозоя и докембрия. М., 2003. С. 202–205.
5. Долгушин С.С. О возможном интрузивно-ликвационном генезисе золоторудных месторождений Витватерсранда, ЮАР // Руды и металлы. 2000. № 3. С. 83–89.
6. Дю Тойт А. Геология Южной Африки. — М.: ИЛ, 1957.
7. Клемин В.П., Скрипиль Е.В. Генезис колчеданных месторождений Южного Урала // Экспресс-информация ВИЭМС. Сер. Геология, методы поисков и разведки месторождений металлических полезных ископаемых. 1977. № 1. С. 1–18.
8. Макаров Е.С. Изоморфизм атомов в кристаллах. — М.: Атомиздат, 1973.
9. Портнов А.М. Глубинные конгломераты — месторождения золота, урана и алмазов // Природа. 1980. № 7. С. 27–33.
10. Портнов А.М. О возможном гипогенном происхождении конгломератов Витватерсранда // Геология и разведка. 1988. № 10. С. 49–53.
11. Портнов А.М. Витватерсранд как рудная формация глубинных конгломератов // Геология и разведка. 1997. № 4. С. 62–67.
12. Страхов Н.М. Основы теории литогенеза. — М.: АН СССР, 1962. Т. 2.
13. Тугаринов А.И., Зыков С.И., Бибикина Е.В. Об определении абсолютного возраста осадочных пород свинцово-урановым методом // Геохимия. 1963. № 3. С. 266–283.
14. Царев Д.И. Рудоносные псевдоконгломераты Витватерсранда // Металлогения докембрия и метаморфогенное рудообразование: Тез. докл. Ч. 2. Киев, 1990. С. 184–186.
15. Царев Д.И. Металлоносные псевдоконгломераты Витватерсранда // Руды и металлы. 2000. № 3. С. 70–82.
16. Щеглов А.Д. О генезисе золоторудных месторождений района Витватерсранд (ЮАР) // Докл. РАН. 1993. Т. 333. № 1. С. 79–82.
17. Cohen M.R., Nagel E. Introduction to Logic and Scientific Method. — New York: Harcourt, Brace and Company, 1934.
18. Schildowski M., Eichmann R., Junge C. Precambrian sedimentary carbonates: carbon and oxygen isotope geochemistry and implications for the terrestrial oxygen budget // Precamb. Res. 1975. Vol. 2. № 1. P. 1–69.

ПАМЯТИ АННЫ ПАНТЕЛЕЕВНЫ ШАПИРО

30 октября 2004 г. на 78 году жизни после тяжелой болезни скончалась старший научный сотрудник, кандидат технических наук **Анна Пантелеевна Шапиро**.

Ушел из жизни замечательный человек, талантливый ученый, специалист высокого класса в области обогащения минерального сырья и геолого-экономической оценки месторождений.

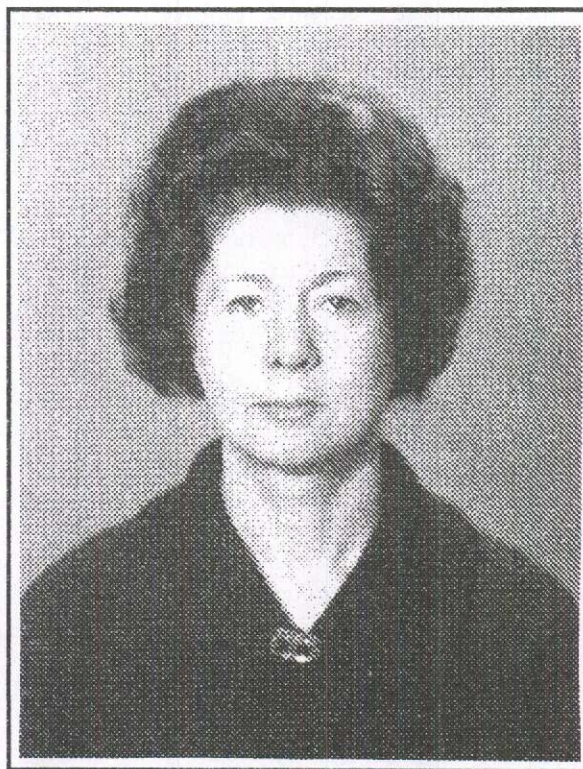
После окончания в 1950 г. Московского института цветных и благородных металлов им. М.И.Калинина А.П.Шапиро работала на Среднеуральском металлургическом заводе, а с 1955 г. ее трудовой путь был связан с ЦНИГРИ, где она проработала 47 лет, вплоть до выхода на пенсию.

Работая в отделе обогащения минерального сырья, Анна Пантелеевна выросла в крупного специалиста по вопросам обогащения руд цветных металлов и получила ряд авторских свидетельств. Накопленный богатый научный и практический опыт она полностью реализовала, будучи заведующей лабораторией в отделе геолого-экономической оценки месторождений, где принимала непосредственное участие в научно-методических разработках и составлении ТЭО проектов кондиций по крупным коренным месторождениям золота, алмазов и цветных металлов на всей территории СССР (Светлинское, Кумдыколь, Филизчай и др.), россыпям золота и платиноидов, а также в ГКЗ, экспертом которой состояла многие годы. Свою деятельность в этих направлениях Анна Пантелеевна успешно продолжала в отделе конъюнктуры минерального сырья, где в должности старшего научного сотрудника работала последние 10 лет.

Как ученого Анну Пантелеевну отличали высочайшая эрудиция, трудолюбие, стремление не только неизменно находиться в курсе новейших научно-практических разработок, но и щедро делиться своими знаниями и опытом с коллегами по работе, как человека — истинная доброта, отзывчивость, забота, постоянная готовность прийти на помощь.

Многолетняя плодотворная научная и общественная деятельность А.П.Шапиро была отмечена медалями «За доблестный труд», «Ветеран труда», «850-летие Москвы», знаком «Отличник разведки недр».

Светлая память об Анне Пантелеевне Шапиро, талантливом ученом, большой труженице и прекрасном человеке, навсегда останется в сердцах тех, кому посчастливилось быть ее друзьями и коллегами.



*Дирекция ЦНИГРИ
Редколлегия журнала
Коллеги и друзья*

ПАМЯТИ АЛЕКСЕЯ АЛЕКСЕЕВИЧА СТОРОЖЕНКО

31 октября 2004 г. на 74 году жизни после тяжелой продолжительной болезни скончался старейший сотрудник ЦНИГРИ, ведущий научный сотрудник, кандидат геолого-минералогических наук **Алексей Алексеевич Стороженко**.

А.А.Стороженко в 1953 г. окончил Казахский горно-металлургический институт и сразу поступил на работу в НИГРИЗолото (ЦНИГРИ), где прошел путь от инженера до начальника партии Ленской экспедиции и ведущего научного сотрудника.

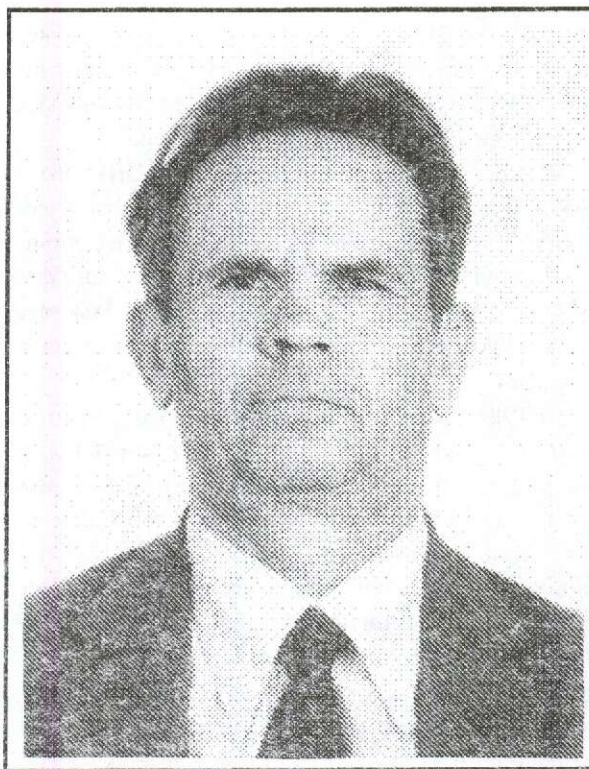
В 1967 г. он защитил кандидатскую диссертацию, и с тех пор его научная деятельность была связана с прогнозированием развития минерально-сырьевой базы золота СССР и России.

А.А.Стороженко автор более 70 научных работ. Важнейшие из них — обобщение исследований по золоту вкрапленно-прожилкового типа в черносланцевых толщах различных геотектонических провинций СССР, участие в составлении атласов золотоносности субъектов Российской Федерации, способствовавших разработке долгосрочных программ проведения геологоразведочных работ в перспективных регионах.

За безупречную многолетнюю научную деятельность А.А.Стороженко награжден медалями «За доблестный труд», «Ветеран труда» и «850-летие Москвы», знаками «Отличник разведки недр», «300-летие геологической службы», Почетными грамотами Министерства геологии СССР.

Алексея Алексеевича всегда отличали добросовестное отношение к научным исследованиям, тщательность и глубина проработки информации, четкость и логичность научных выводов. Он был коммуникабельным, отзывчивым человеком, незаменимым тамадой, исполнителем полевых песен, интересным художником, не раз демонстрировавшим свои пейзажи на выставках ЦНИГРИ.

Память об Алексее Алексеевиче Стороженко навсегда сохранится в наших сердцах.



*Дирекция ЦНИГРИ
Редколлегия журнала
Коллеги и друзья*

ПАМЯТИ ЕВГЕНИЯ ВЛАДИМИРОВИЧА БАТАШЕВА

5 ноября 2004 г. на 68 году жизни после тяжелой продолжительной болезни скончался сотрудник ЦНИГРИ, кандидат геолого-минералогических наук **Евгений Владимирович Баташев**.

Е.В. Баташов поступил на работу в ЦНИГРИ в 1957 г. и прошел большой путь от лаборанта до ведущего научного сотрудника. В 1964 г. он с отличием окончил вечернее отделение геологического факультета МГУ, и с тех пор его научная деятельность была связана с изучением медно-никелевых месторождений СССР.

В 1981 г. он защитил кандидатскую диссертацию, посвященную условиям формирования и оценке перспективности базит-гипербазитовых интрузий Северного Прибайкалья. В течение многих лет занимался вопросами геотектонической позиции, морфологии, внутреннего строения, петрографии, петрохимии и метаморфизма никеленосных базит-гипербазитовых комплексов СССР. Выполненные работы отличались четкой практической направленностью. Им были разработаны рекомендации по направлению ГРР, которые включены в долгосрочные программы, а также проекты поисковых работ в Северном Прибайкалье, Среднем Приднпровье, Печенгском районе, на Камчатке, Алданском щите, Памире. Евгений Владимирович был одним из разработчиков Всесоюзной программы научно-исследовательских и геологоразведочных работ на металлы платиновой группы, Комплексной региональной программы по Красноярскому краю и Программы работ на никель в Северном Прибайкалье.

В 1985–1988 гг. Е.В. Баташов был научным руководителем темы по обоснованию направлений геологоразведочных работ на никель в новых перспективных районах СССР и куратором работ по никелю на территории Украины, Северного Прибайкалья и Камчатки. Им опубликовано более 30 научных работ.

Евгения Владимировича всегда отличали высокая требовательность к результатам своего труда, самокритичность, принципиальность. Большое трудолюбие сочеталось в нем со скромностью и доброжелательностью, он охотно делился знаниями с коллегами, был коммуникабельным, отзывчивым человеком. В коллективе пользовался заслуженным уважением и авторитетом.

Память о Евгении Владимировиче Баташеве навсегда сохранится в наших сердцах.



*Дирекция ЦНИГРИ
Редколлегия журнала
Друзья и коллеги*

ПАМЯТИ НАТАЛЬИ АЛЕКСАНДРОВНЫ ФОГЕЛЬМАН

1 декабря 2004 г. на 92-м году жизни скончалась доктор геолого-минералогических наук, почетный разведчик недр, старший научный сотрудник ЦНИГРИ Наталья Александровна Фогельман.

В ЦНИГРИ (НИГРИЗолото) Н.А.Фогельман работала с 1938 г. Ее творческий путь совпадает со становлением института и формированием научных школ, с решением многих геологических проблем и исполнением крупных государственных задач, обеспечивших страну благородными металлами. Наталья Александровна была ярким представителем славной когорты ученых института, воспитавших несколько поколений высококлассных геологов.

Результаты глубоких новаторских исследований Н.А.Фогельман, проведенных во многих регионах России и Казахстана, определили «золотой век» отрасли и сейчас способствуют развитию минерально-сырьевой базы нашей страны. Ею изучены геологические позиции основных золоторудных месторождений в региональных структурах Северного Казахстана, составлены геолого-структурные карты рудных полей и районов, исследованы золоторудные месторождения Кузнецкого Алатау, изучены золоторудные районы Забайкалья.

Н.А.Фогельман — организатор и активный участник крупных работ Мингео СССР по методическому обеспечению прогнозно-металлогенических карт на золото, составлению комплекта карт для главнейших золоторудных провинций СССР.

В последние годы Наталья Александровна Фогельман активно разрабатывала вопросы рудно-формационного анализа применительно к золоторудным месторождениям. Ее научные исследования характеризовались глубоким проникновением в сущность геологических явлений, умением найти оригинальные творческие решения.

Доброе и сердечное отношение к специалистам, способность видеть и поддерживать творческое начало в их исследованиях снискало ей глубокое уважение в коллективе геологов института. Не случайно Н.А.Фогельман долгие годы возглавляла Совет по апробации докторских и кандидатских диссертаций.

Добрая память о Н.А.Фогельман навсегда сохранится у геологов, особенно у тех, кому посчастливилось с ней работать.



*Дирекция ЦНИГРИ
Ученый совет ЦНИГРИ
Друзья и коллеги*

СПИСОК СТАТЕЙ, ОПУБЛИКОВАННЫХ В ЖУРНАЛЕ «РУДЫ И МЕТАЛЛЫ» В 2004 ГОДУ

От редколлегии. № 1. С. 5.

Резолюция V Всероссийского съезда геологов. № 1. С. 6.

Сообщение для печати. Постановление правительства Российской Федерации от 6 апреля 2004 г. № 171. № 2. С. 5.

Отдельные доклады и выступления на V Всероссийском съезде геологов

Азроянц Э.А., Овчинников В.В.

О рыночной модели организации воспроизводства минерально-сырьевой базы России. № 1. С. 53.

Беневольский Б.И., Аксенов Е.М., Покалов В.Т.

Итоги переоценки прогнозных ресурсов важнейших полезных ископаемых как основа перспективного планирования ГРП и недропользования. № 1. С. 8.

Вартанян С.С., Аксенов А.М., Кременецкий А.А., Покалов В.Т.

Научно-методическое обеспечение и сопровождение геологоразведочных работ. № 1. С. 56.

Ведерников Н.Н., Баталин Ю.В., Беневольский Б.И., Кривцов А.И., Михайлов Б.К.

Система стадийности геологоразведочных работ — классификация прогнозных ресурсов и запасов твердых полезных ископаемых: цели и задачи актуализации. № 1. С. 22.

Голубев Ю.К., Митюхин С.И.

Алмазоносность России — актуальные задачи геологоразведочных работ. № 1. С. 17.

Карпенко И.А., Петраш Н.Г.

Повышение инвестиционной привлекательности геологических объектов на основе инновационных технологий и геолого-экономических расчетов. № 1. С. 60.

Константинов М.М.

Система моделей месторождений благородных и цветных металлов и ее роль в воспроизводстве минерально-сырьевой базы. № 1. С. 27.

Куторгин В.И.

Оценка полноты использования запасов при отработке россыпных месторождений благородных металлов. № 1. С. 43.

Ляшенко Е.А.

Минерально-сырьевая база цветных камней России. № 1. С. 70.

Магидов С.Х.

Геологическая этика и глобальные проблемы современности. № 1. С. 74.

Межеловский Н.В., Гусев Г.С., Килишко В.А., Головин А.А., Морозов А.Ф., Волошин А.Н., Михайлов Б.К., Чепкасова Т.В.

Создание фонда высокоресурсных металлогенетических и рудных объектов различных рангов как основы для обеспечения фронта прогнозно-поисковых и поисково-оценочных работ: научные, технологические и информационные аспекты. № 1. С. 33.

Ручкин Г.В., Беневольский Б.И., Кривцов А.И., Аксенов Е.М., Зиннатуллин М.З., Покалов В.Т.

Долгосрочные стратегические сырьевые программы работ на твердые полезные ископаемые. № 1. С. 13.

Серых Н.М., Борисов Л.А., Федотов В.К., Гулин Е.Н.

Проблемы воспроизводства минерально-сырьевой базы особо чистого кварца на современном этапе. № 1. С. 51.

Прикладная металлогения и недропользование

Абрамов Б.Н.

Благородные металлы в рудных формациях Кодаро-Удоканской зоны. № 5. С. 9.

Аристов В.В., Соловьев К.В., Орлова Г.Ю., Тихонова Н.В.

Этапы золотого и серебряного оруденения в Верхоянской складчатой области. № 2. С. 5.

Бойко Н.И.

О баритовой минерализации в триасовых рифогенных образованиях Северного Кавказа. № 5. С. 21.

Ваганов В.И., Голубев Ю.К., Захарченко О.Д., Голубева Ю.Ю.

Современное состояние проблемы коренных первоисточников алмазных россыпей западного склона Урала. № 4. С. 5.

Воробьев Е.И., Суворова Л.Ф., Конев А.А.

Диоксидно-титановые руды Мурунского массива. № 5. С. 13.

Ганжа Г.Б., Ганжа Л.М.

Золото-битумная минерализация в черносланцевой толще, Центральная Колыма. № 4. С. 24.

Константинов М.М.

Конвекционные золотоносные системы. № 2. С. 16.

Рафаилович М.С.

Нетрадиционные районы и типы месторождений золота Казахстана. № 2. С. 25.

Серокуров Ю.Н., Калмыков В.Д.

Образ кимберлитового поля Катока (Ангола) в материалах дистанционного зондирования. № 5. С. 5.

Третьяков А.В.

Россыпная золотоносность Южно-Алтайского, Северо-Казахстанского и Каратауского районов Казахстана. № 2. С. 36.

Флеров И.Б.

Золото недр России: мифы, реалии, проблемы. № 2. С. 7.

Халезов А.Б., Гаврюшов А.В.

Металлоносность отложений байоса Токмовского свода Русской платформы. № 4. С. 18.

Методы и методики прогноза, поисков, оценки и разведки месторождений

Емельянов С.А., Поляков Р.С.

Регрессионный метод стоимостной оценки золото-рудных месторождений. № 3. С. 34.

Кеворкянц С.С., Абрамов В.Ю.

О повышении информативности наземных радиочастотных исследований верхней части разреза. № 5. С. 37.

Матвиенко В.Н., Калашников Ю.Д., Нарсеев В.А.

Кластеры — протоформа нахождения драгметаллов в рудах и минерализованных породах. № 5. С. 28.

Мещеряков Е.П., Исоков М.У., Зималина В.Я., Харабара Г.Я.

Некоторые вопросы оптимизации методики подсчета запасов на примере одного из золоторудных месторождений Центральных Кызылкумов. № 6. С. 43.

Остапенко Л.А., Стружков С.Ф., Рыжов О.Б., Цымбалюк Н.В., Евтушенко М.Б.

Оценка достоверности опробования руд на крупнообъемных золоторудных месторождениях в терригенных толщах (на примере Дегдеканского месторождения). № 2. С. 42.

Петрова А.А., Козеев С.И.

Поиски и разведка рудных и алмазоносных объектов аэрогеофизическими методами в зоне Главного Уральского разлома. № 3. С. 16.

Чекваидзе В.Б., Исакович И.З., Зеликсон Б.С., Власов Г.В.

Опыт применения комплексной петрографо-минералого-геохимической методики при поисках золотоносных метасоматитов под моренными отложениями Карелии. № 6. С. 35.

Шашорин Б.Н.

О роли тектонических напряжений в образовании природных урановорудных концентраций в Северном Казахстане. № 3. С. 25.

Строение рудных месторождений

Василевский Б.Б., Конеев Р.И., Рустамов А.И., Туресебеков А.Х., Игнатиков Е.Н., Мирталипов Д.Я., Рахимов Р.Р.

Новые данные о вещественном составе золотых руд месторождения Мурунтау. № 2. С. 67.

Вихтер Б.Я.

Золото-вольфрамовые месторождения «богемского» типа и перспективы Северного Кавказа на обнаружение аналогичных объектов. № 2. С. 56.

Заскинд Е.С., Столяренко В.В., Федорова С.О.

Типы коренных источников минералов ЭПГ из золотоносных россыпей Северного Урала. № 6. С. 13.

Константинов М.М., Лайпанов Х.Х., Варгунина Н.П., Данильченко В.А., Орлов Б.Ю., Битаров В.Т., Давыдов К.В., Кулаев И.Г., Кучиев А.А.

Свинцово-цинковое месторождение Бозанг, Северная Осетия. № 4. С. 33.

Марданова Ж.П.

Минералого-геохимические критерии прогноза и поисков золото-сульфидных руд на примере Гошинского месторождения Азербайджана. № 6. С. 27.

Кулешевич Л.В., Коротаева Н.Н.

Генезис докембрийского золото-полиметаллического месторождения Лобаш-1, Карелия. № 3. С. 51.

Серокуров Ю.Н., Калмыков В.Д.

Структурная позиция Наталкинского золоторудного поля по материалам анализа космических снимков. № 6. С. 5.

Сизых Вал.И., Сизых Вит.И., Сизых Ю.И., Еришов В.В.

Прожилково-вкрапленный золото-медно-молибден-порфиновый тип оруденения на Алинской рудоносной площади, Восточное Забайкалье. № 3. С. 45.

Шмаков И.И., Минорин В.Е.

Геолого-генетическая модель алмазоносной россыпи Илья-Вож, западный склон Урала. № 4. С. 48.

Аппаратурно-технические средства и технологии геологоразведочных работ

Амосов Р.А., Кобцев Б.М., Башлыкова Т.В.

Поведение золота при образовании железомарганцевых конкреций. № 3. С. 62.

Кошель Е.А., Крылова Г.С., Седельникова Г.В., Соловьев В.И.
Применение СВЧ-полей для повышения эффективности измельчения золотосодержащего сырья. № 3. С. 70.

Крылова Г.С.
Применение магнитно-импульсной обработки для интенсификации цианирования упорного золотосодержащего концентрата. № 4. С. 65.

Крылова Г.С., Ибрагимова Н.В.
Перспективы извлечения золота из лежалых хвостов обогатительных фабрик. № 2. С. 79.

Кязимов Р.А.
Совершенствование режима флотационного обогащения колчеданных руд с использованием реагентов-комплексобразователей. № 5. С. 47.

Мандругин А.В., Симакова Л.Г., Шумская Т.Я.
Методика кинетического определения иридия в рудах и горных породах. № 5. С. 41.

Романчук А.И., Кошель Д.Я., Королев А.Б., Ивановская В.П.
Применение глубоководных железомарганцевых конкреций для очистки газов от сернистого ангидрида. № 4. С. 58.

Чепуров А.И., Сонин В.М., Федоров И.И., Дириппе Дж. И.
Агрегация и текстурирование флюидных включений в синтетических кристаллах алмаза при высокотемпературном отжиге. № 3. С. 73.

Зарубежный опыт

Мызенкова Л.Ф.
Современная горнорудная промышленность Мексики. № 6. С. 48.

Дискуссии

Беневольский Б.И.
О реалиях и мифах минерально-сырьевой базы золота России. № 5. С. 54.

Бергман И.А.
К проблеме происхождения Au-U конгломератов Витватерсранда, ЮАР. № 6. С. 58.

Зубков В.С.
Гипотеза мантийного генезиса битумных и гидротермальных месторождений урана. № 4. С. 69.

Стеннов Э.П.
Магматогенные источники золоторудных месторождений. № 5. С. 55.

Поздравляем с юбилеем

Д.Г.Ажгирея. № 1. С. 78.
Г.В.Вавилову. № 1. С. 79.
Б.Я.Вихтера. № 1. С. 79.
С.Г.Гордеева. № 5. С. 64.
А.А.Грачева. № 6. С. 56.
В.Ф.Гурина. № 1. С. 80.
И.З.Исакович. № 3. С. 78.
О.М.Конкину. № 4. С. 68.
Л.Я.Лапину. № 2. С. 82.
М.С.Михайлову. № 6. С. 55.
В.П.Новикова. № 5. С. 63.
И.Б.Флерова. № 6. С. 57.
В.М.Яновского. № 2. С. 82.

Памяти

Е.В.Баташева. № 6. С. 68.
А.Т.Бондаренко. № 4. С. 80.
И.М.Новожиловой. № 3. С. 79.
А.А.Стороженко. № 6. С. 67.
Н.А.Фогельман. № 6. С. 69.
В.А.Хорева. № 4. С. 79.
А.П.Шапиро. № 6. С. 66.

Список статей, опубликованных в журнале «Руды и металлы» в 2004 году. № 6. С. 70.

“НЕДРА - 2005”

2-я международная выставка

Москва, 29 марта - 1 апреля



Организаторы:
Министерство природных ресурсов Российской Федерации;
ООО “Экспоброкер”;
выставочный комплекс “Промышленность и строительство”;
Проводится при поддержке Совета Федерации и Государственной думы Российской Федерации

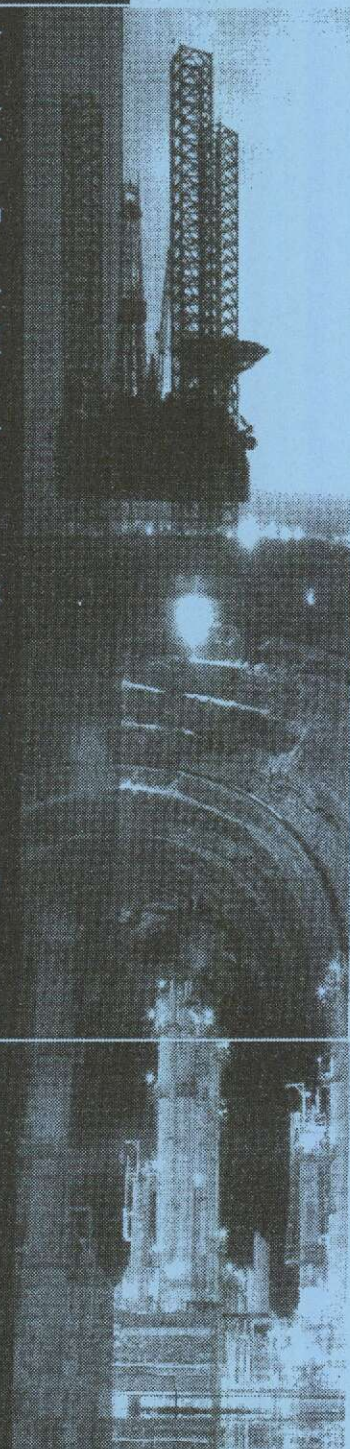
Основные разделы выставки:

- Законодательная и нормативно-правовая база использования минерально-сырьевых ресурсов
- Инвестиционные предложения по освоению новых месторождений и реорганизации действующих предприятий добывающих отраслей
- Состояние и проблемы геологического изучения недр и воспроизводства минерально-сырьевой базы
- Информационные технологии и лабораторно-аналитическое обеспечение геологического картографирования, прогнозирования и поисков месторождений полезных ископаемых
- Геологическое изучение континентального шельфа Российской Федерации, Антарктики и дна Мирового океана
- Геофизические методы разведки и поисков месторождений
- Геофизическая аппаратура и оборудование
- Технические средства для проведения геологоразведочных работ
- Новейшие технологии добычи полезных ископаемых
- Охрана окружающей среды и экологическая безопасность при добыче, переработке и транспортировке
- Оценка запасов и ресурсов
- Редкие металлы, гелий
- Комплексное использование минерального сырья и глубина его переработки
- Капитализация в сырьевой области
- Подготовка и аттестация кадров

В рамках выставки пройдет научно-практическая конференция “Недра России - пути удвоения ВВП”

Более подробную информацию по условиям участия и программе выставки Вы можете получить по тел/факс:
(095) 181-9815, 181-4160, 181-9648
E-mail: expobroker@mtu-net.ru, www.nedraexpo.ru

Будем рады видеть Вас среди посетителей и участников 2-й Международной выставки “НЕДРА-2005”!



ВНИМАНИЮ ЧИТАТЕЛЕЙ!

Журнал «Руды и металлы» основан в декабре 1992 г. для оперативно-го распространения информации и создания информационной базы по фундаментальным разработкам в области рудных месторождений, их геологического строения и минерально-сырьевых ресурсов, методикам и прогрессивным технологиям, экономике всех видов геологоразведочных работ, по республиканской, межреспубликанской и мировой конъюнктуре рудного минерального сырья, научно-техническим достижениям, информатике и маркетингу.

Учредитель — Центральный научно-исследовательский геологоразведочный институт цветных и благородных металлов при участии Международной академии минеральных ресурсов, Фонда им. академика В.И.Смирнова. Журнал печатается в типографии ЦНИГРИ.

Подписка на **2005** г. производится через Роспечать и редакцию журнала. Периодичность — **6** номеров в год. Цена подписки на год **480 руб. без НДС**. Индекс по каталогу Роспечати **47 218**.

Адрес редакции: 117545, Москва, Варшавское шоссе, 129Б

Факс: (095) 313-18-18

E-mail: tsnigri@tsnigri.ru для журнала «Руды и металлы»

*Контактный телефон: 315-28-47, Назарова Наталия Исааковна
Вавилова Галина Васильевна*