

# РУДЫ и МЕТАЛЛЫ



Ag Au Co  
Zn Cu  
Sn Fe  
Pt Pb Ni

2/1998

ISSN 0869-5997



ДОРОГИЕ ДРУЗЬЯ,  
ПОЗДРАВЛЯЕМ ВАС  
С ДНЕМ ГЕОЛОГА !

# РУДЫ и МЕТАЛЛЫ



**2/1998**

Научно-технический журнал

Выходит 6 раз в год

Основан в 1992 году

ISSN 0869-5997

## РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Главный редактор И. Ф. МИГАЧЕВ

Б. И. БЕНЕВОЛЬСКИЙ  
Э. К. БУРЕНКОВ  
В. И. ВАГАНОВ  
В. И. ВОРОБЬЕВ  
П. А. ИГНАТОВ  
С. С. КАЛЬНИЧЕНКО  
М. М. КОНСТАНТИНОВ  
А. И. КРИВЦОВ (зам. главного редактора)  
Н. К. КУРБАНОВ  
Г. А. МАШКОВЦЕВ  
В. М. МИНАКОВ  
Н. И. НАЗАРОВА (зам. главного редактора)  
Г. В. ОСТРОУМОВ  
В. М. ПИТЕРСКИЙ  
В. И. ПЯТНИЦКИЙ  
Г. В. РУЧКИН  
Ю. Г. САФОНОВ  
А. Э. СЕДЕЛЬНИКОВА (отв. секретарь)  
Г. В. СЕДЕЛЬНИКОВА  
В. И. СТАРОСТИН  
И. А. ЧИЖОВА  
Ю. М. ЩЕПОТЬЕВ

Учредитель

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

Издаётся при участии

Международной Академии минеральных ресурсов,  
фонда им. академика В.И.Смирнова

Москва ЦНИГРИ 1998

Технический редактор Н.П.Кудрявцева  
Редакция: Н.И.Назарова, А.Э.Седельникова, Е.В.Розова

---

Сдано в набор 12.02.98  
Подписано в печать  
25.03.98  
Тираж 450 экз.

Формат 185+2701/8  
Бумага офсетная № 1  
Печать офсетная

Адрес редакции: 114545, г.Москва, Варшавское шоссе, 129"б", ЦНИГРИ  
Телефон: 315-28-47  
Типография ЦНИГРИ: Варшавское шоссе, 129"б"

## СОДЕРЖАНИЕ

## CONTENTS

### Геология и минерально-сырьевые ресурсы Южно-Сибирского региона

### Geology and mineral resources of South Siberia

Шаров Г.Н., Трибунский Е.Н., Зябкин А.В. Рудный потенциал юга Западной Сибири	5	Sharov G.N., Tribunsky Ye.N., Zyabkin A.V. Ore potential of the southern regoins of West Siberia
Быч А.Ф., Тараканов К.В., Кизилов Е.И. Хромитоносность гипербазитов Салаира	16	Bych A.F., Tarakanov K.V., Kizilov Ye.I. Chromite-bearing ultramafics in the Salair area
Быч А.Ф., Батырев А.И. Марганцевые месторождения Кемеровской области	22	Bych A.F., Batyrev A.I. Manganese deposits of the Kemerovskaya Oblast
Дубский В.С., Борисов С.М., Трибунский Е.Н., Шаров Г.Н. Южно-Богатырское месторождение редкоземельных металлов в Кузнецком Алатау	29	Dubsky V.S., Borisov S.M., Tribunsky Ye.N., Sharov G.N. The Yuzhno-Bogatyrskoye TR metal deposit in the Kuznetsky Alatau
Платонов А.Н., Санин В.Н., Аввакумов А.Е. Геологическое строение и золотоносность Кельбес-Золотокитатского района	36	Platonov A.N., Sanin V.N., Avvakumov A.Ye. Geological structure and gold-bearing zones of the Zolotokitatsky district
Торгунаков А.А., Аввакумов А.Е. Комплексные месторождения Барзасской группы	47	Torgunakov A.A., Avvakumov A.Ye. Multi-commodity deposits of the Barzasskaya group
Платонов А.Н., Санин В.Н. Золотоносность скарново-магнетитовых месторождений Алтай-Саянской складчатой области	57	Platonov A.N., Sanin V.N. Gold-bearing skarn-related magnetite deposits of the Altai-Sayan fold area
Гусев Н.И., Гусев А.И. Золотогенерирующие рудно-магматические системы Горного Алтая	67	Gusev N.I., Gusev A.I. Gold-producing ore-magmatic systems of Gorny Altai

Гусев А.И. Геология и золото-медно-скарновое оруденение Синюхинского рудного поля в Горном Алтае	79	Gusev A.I. Geology and gold-copper-skarn ores of the Sinyukhinskoe ore field in Gorny Altai
Гусев А.И., Гусев Н.И. Геологическое строение Чойского руд- ного поля Горного Алтая	90	Gusev A.I., Gusev N.I. Geological structure of the Choiskoye ore field, Gorny Altai
Бедарев Н.П., Гусев А.И. Геология и золотоносность Топольнин- ского рудного поля Горного Алтая	100	Bedarev N.P., Gusev A.I. Geology and gold ores of the Topolninskoe ore field, Gorny Altai

# ГЕОЛОГИЯ И МИНЕРАЛЬНО-СЫРЬЕВЫЕ РЕСУРСЫ ЮЖНО-СИБИРСКОГО РЕГИОНА

УДК 553.3/4.04(571.15+571.17)

© Г.Н.Шаров, Е.Н.Трибунский, А.В.Зябкин, 1998

## РУДНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ЮГА ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

Г.Н.ШАРОВ, Е.Н.ТРИБУНСКИЙ, А.В.ЗЯБКИН (Южсибгеолком)

Рассмотрены основные виды рудных полезных ископаемых, распространенные на территории Кемеровской области, Алтайского края и Республики Алтай (Горный Алтай). Приведены прогнозные оценки ресурсов наиболее ценных видов минерального сырья: руд черных, цветных и благородных металлов, редких и редкоземельных элементов, свидетельствующие о высокой перспективности территории для дальнейшего расширенного горно-промышленного освоения.

Под югом Западной Сибири подразумевается обширная территория площадью 356 тыс. км<sup>2</sup>, на которой размещаются Республика Алтай, Алтайский край и Кемеровская область. В промышленном отношении наиболее развита Кемеровская область, наименее — Республика Алтай. Город Новокузнецк, где расположены Кузнецкий и Западно-Сибирский металлургические комбинаты, завод ферросплавов, алюминиевый завод, является одним из крупнейших центров черной металлургии России. На территории размещены многочисленные машиностроительные заводы, имеющие свои литейные производства. Потребителями рудного минерального сырья являются также Беловский цинковый завод, завод Кузбассэлемент и многие другие.

На юге Западной Сибири известны древние копи, предположительно V—VI веков н.э., из которых добывались железные, медные, золото- и серебросодержащие руды. XVIII век стал важнейшей вехой в освоении рудных ресурсов Сибири. В это время были сделаны основополагающие открытия в Рудном Алтае, на Салаире и в Горной Шории. Примерно с начала 1730-х годов начал активно действовать на Алтае Н.Д.Демидов. К 1744 году здесь уже были открыты Змеиногорское, Карамышевское, Локтевское и другие месторождения, в 1745 году пущен Колывано-Воскресенский сереброплавильный завод. В это время уже работали Салаирские медные рудники, в 1771 году постро-

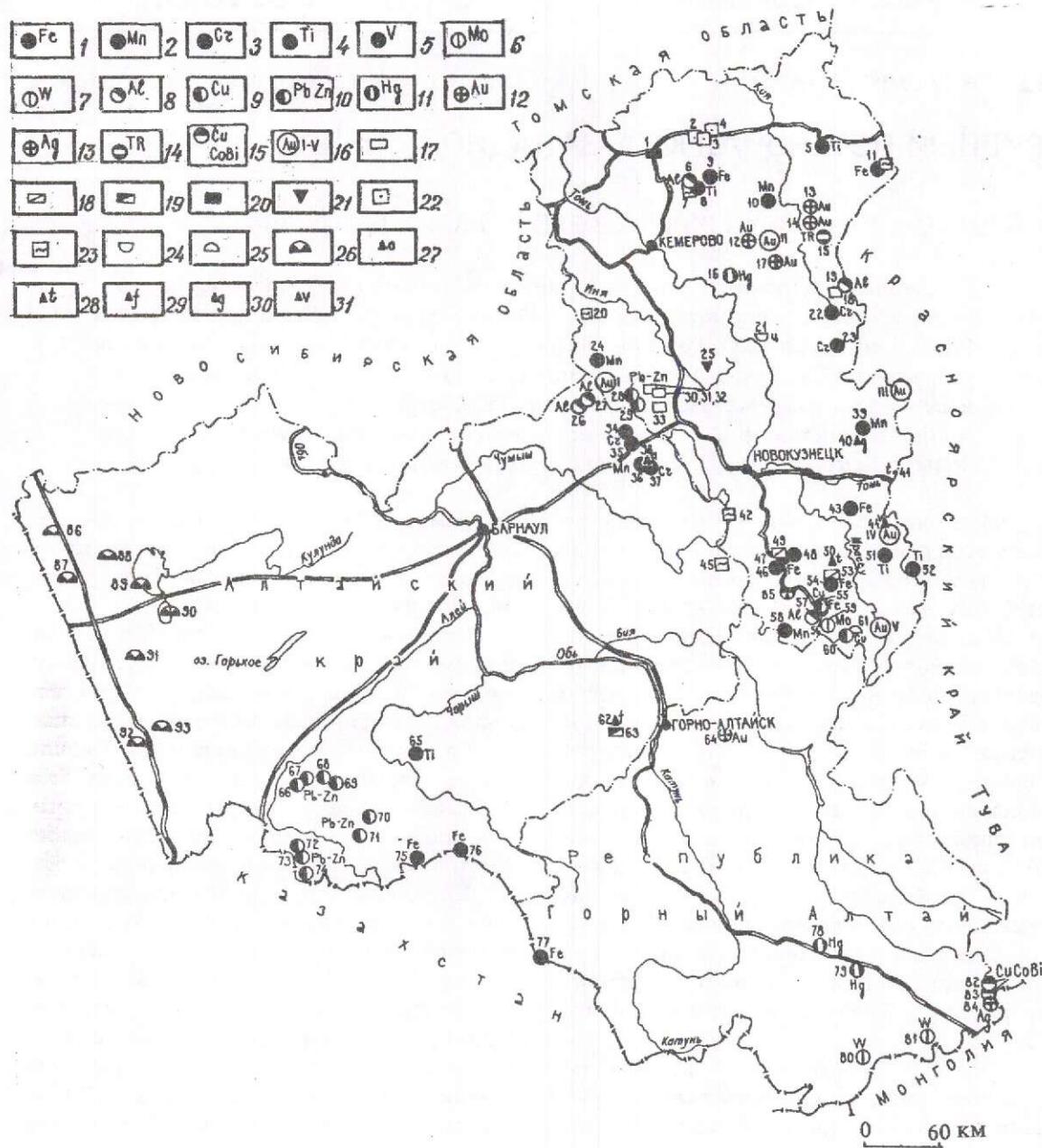
ен Томский чугунолитейный и железоделательный завод, были предприняты первые попытки освоения Тельбесских железорудных месторождений.

Сегодня благодаря счастливому сочетанию месторождений железных руд, коксующихся и энергетических углей на юге Западной Сибири сформировался крупный центр черной металлургии. В Рудном Алтае создана надежная сырьевая база полиметаллических руд, на всей территории продолжается добыча золота, возможности которой далеко не исчерпаны.

Настоящая статья не имеет целью дать геологическую характеристику территории в целом и конкретных рудных узлов и месторождений — эту задачу можно решить только в рамках крупной монографии. Однако мы постараемся максимально полно раскрыть тему, обозначенную в заглавии статьи. Схема размещения основных месторождений юга Западной Сибири приведена на рисунке.

**Рудная база черной металлургии.** Основу рудной базы черной металлургии составляют **железные руды**. Характеристика наиболее крупных месторождений железных руд по состоянию на 01.01.97 г. приведена в таблице 1.

Главные потребители железных руд — Кузнецкий и Западно-Сибирский металлургические комбинаты, находящиеся в г. Новокузнецке. Кузнецкий металлургический комбинат (КМК) полностью обеспечивается местным железорудным сырьем за счет действующих горнорудных предпри-



ятий Горной Шории, Западных и Восточных Саян, расположенных на расстоянии от 100 до 550 км от него. Западно-Сибирский металлургический комбинат (ЗСМК) работает преимущественно на дальнепривозном сырье с горнорудных предприятий Иркутской области, Казахстана и Европейской части СНГ (табл. 2).

В ближайшие годы ожидается падение производства на Коршуновском месторождении в связи с переходом на подземную

добычу. Уже сейчас решается вопрос об освоении Ташелгинского месторождения в Горной Шории. Введение его в эксплуатацию не решит в целом проблему обеспечения сырьем ЗСМК, но даст время изыскать иные пути пополнения сырьевой базы. Одним из вариантов может быть строительство горно-обогатительного комбината на базе Белорецкого и Инского месторождений в Алтайском крае.

Важнейшей особенностью преобраз-

**Рис.1. Схема размещения основных месторождений юга Западной Сибири.**

Месторождения металлов: 1 — железо (магнетит, сидерит, бурные железняки), 2 — марганец, 3 — хром, 4 — титан, 5 — ванадий, 6 — молибден, 7 — вольфрам, 8 — алюминий, 9 — медь, 10 — свинец и цинк, 11 — ртуть, 12 — золото, 13 — серебро, 14 — редкие земли, 15 — медь, кобальт, висмут, 16 — I-V — золоторудные узлы.

Месторождения неметаллических полезных ископаемых: 17 — известняки флюсовые, 18 — доломиты, 19 — магнезиты, 20 — кварциты, 21 — базальты, 22 — пески формовочные, 23 — глины огнеупорные, 24 — цеолиты, 25 — фосфориты, 26 — минеральные соли, 27 — асбест, 28 — тальк, 29 — флюорит, 30 — графит, 31 — волластонит.

Цифры на карте: римские — золоторудные узлы: I — Салаирский, II — Мартайгинский, III — Усинский, IV — Ортонский, V — Верх-Мрасский; арабские — месторождения.

**Рудные месторождения.** Магнетит: 43 — Ташелгинское, 46 — Верх-Учуленское, 47 — Сухаринское, 56 — Таштагольское, 75 — Белорецкое, 76 — Инское; магнетит + золото: 9 — Ампальское; магнетит + молибден + золото: 48 — Казское; магнетит + кобальт: 54 — Шерегешевское; магнетит, гематит: 77 — Холзунское; марганец: 10 — Кайгадатское, 24 — Дурновское, 39 — Усинское, 58 — Чебалдаг; марганец, литий: 36 — Сунтайское; хром: 22 — г.Бархатная, 23 — Средне-Терсинское, 34 — Аламбайское, 35 — Тогул-Сунтайское, 37 — Успенское; титан: 5 — Николаевское, 8 — Барзасское, 51 — г.Патын, 52 — г.Куль-Тайга; титан, железо, ванадий, алюминий: 65 — Харловское; молибден: 48 — Медвежий (Каз); молибден, уран: 59 — Бол. Лабыши; вольфрам: 80 — Колгутинское, 81 — Урзас-Сайское; бокситы: 6 — Барзасское, 26 — Обуховское, 27 — Бердско-Майское; уртиты: 19 — Кия-Шалтырское; нефелиновые сиениты: 57 — г.Сокол; медь самородная: 60 — Тайметьево; медь: 28 — Каменушенское; медь, цинк: 55 — Тургеневское; медь, кобальт, висмут: 82 — Каракульская зона, 83 — Бар-Бургазинское; свинец — цинк: 66 — Рубцовское, 67 — Захаровское, 68 — Степное, 69 — Таловское, 72 — Золотушинское, 73 — Ново-Золотушинское, 74 — Юбилейное; свинец — цинк, золото: 70 — Корбалихинское, 71 — Змеиногорское; свинец — цинк, медь, золото, серебро, барит: 29 — Кварцитовая Сопка; ртуть: 16 — Белоосиповское, 78 — Акташское, 79 — Чаган-Узунское; редкие земли: 15 — Южно-Богатырское; золото: 12 — Федотовское, 13 — Комсомольское, 14 — Берикульское, 17 — Центральный, 85 — Каларское, 64 — Синюхинское; серебро: 84 — Озерно-Асхатинское.

**Нерудные месторождения.** Известники флюсовые: 18 — Кия-Шалтырское, 30 — Карагинское, 31 — Мало-Салаирское, 32 — Толсточихинское, 33 — Баскусканское; доломиты: 49 — Большая Гора, 53 — Таензинское; магнезиты: 63 — Айское; кварциты: 1 — Антоновское; базальты: 25 — Караканская зона, 11 — Барандинское, 20 — Мусохрановское, 42 — Баркинское, 45 — Березовское; цеолиты: 21 — Пегаское; фосфориты: 61 — Белкинское; асбест: 38 — Комсомольское; тальк: 50 — Светлоключевское; тальк, tremolite, кварц: 41 — Алгуйское; флюорит: 62 — Каянчинское; графит: 40 — Конюховское; волластонит: 44 — Дегтярское. Минеральные соли. Поваренная соль + бром: 86 — оз. Бурлинское; поваренная соль, сульфат натрия, соли магния: 92 — оз. Малиновое; поваренная соль, сульфат натрия, соли магния + бром: 87 — оз. Малиновое; поваренная соль, сульфат натрия, соли магния, бром + сода: 90 — оз. Кучукское; соли магния: 88 — оз. Мал.Яровое; сульфат натрия, соли, бром: 89 — оз. Кулундинское; сода: 91 — оз. Бол.Петуховское, 93 — оз. Михайловское.

ваний в черной металлургии является повышение качества сталей при снижении валового объема продукции. Выпуск качественных сталей невозможен без легирующих добавок, к числу которых, в частности, относятся марганец, титан, вольфрам, молибден, хром, редкоземельные металлы и др. Большинство из этих элементов имеется в рудах, залегающих в недрах описываемой территории, и может быть добыто для нужд предприятий.

**Марганцевые руды.** Основными потребителями марганцевого рудного сырья являются металлургические комбинаты г.Новокузнецка, Гурьевский металлургический завод и завод Кузбассэлемент. Общая потребность этих предприятий в марганцевой руде составляет около 300 тыс. т в год. В настоящее время некоторое количество железомарганцевых руд (около 150 тыс. т) поступает на

ЗСМК из Казахстана. Ферромарганец поступает с перебоями из Центральной России и Украины. Практически перестали поступать пероксидные руды на завод Кузбассэлемент из Грузии, что заставило завод перейти на сырье, импортируемое из дальнего зарубежья.

На территории Кемеровской области известно значительное количество проявлений марганца различной степени изученности. Наиболее крупными и перспективными считаются Усинское и Кайгадатское месторождения. Геология этих месторождений марганца описана в статье А.Ф.Быча и А.И.Батырева в этом номере журнала. Остановимся на типах руд, их технологической характеристике и возможностях использования.

Усинское месторождение марганца расположено на р.Усе в 170 км от Новокузнецка и 85 км от г.Междуреченска в горно-

**1. Запасы главных месторождений железных руд юга Западной Сибири**

Месторождения	Степень освоения	Запасы категорий А+В+C <sub>1</sub> , тыс. т	Запасы категории С <sub>2</sub> , тыс.т	Среднее содержание железа валового, %
<b>Кемеровская область</b>				
Таштагольское	Отрабатывается	288 515	43 279	45,6
Таштагольское (уч. Глубокий)	Резервный	159 484	253 221	48,2
Шерегешевское	Отрабатывается	176 148	14 467	
Казское	Отрабатывается	73 365	27 077	41,2
Ампалацкое	Резервное	181 892	120 143	33,0
Ташелгинское	Резервное	65 656	2082	33,7
Лавреновское	Резервное	17 916	50 200	43,2
<b>Алтайский край</b>				
Белорецкое	Резервное	289 155	28 398	31,1
Инское	Резервное	163 112	9068	45,2
<b>Республика Алтай</b>				
Холзунское	Резервное	407 644	272 549	28,9

**2. Поставка руд на предприятияя черной металлургии юга Западной Сибири**

Месторождения	Объем поставок в 1996 г., тыс. т	
	КМК	ЗСМЗ
Таштагольское	653,0	323,5
Шерегешевское	700,0	430,0
Казское	682,0	—
Левосухаринское	14,0	—
Абаканское	—	816,3
Тейское	1110,0	68,7
Ирбинское	936,0	75,3
Краснокаменское	557,0	168,3
Коршуновское	631,0	3550,0
Соколово-Сарбайское	—	10,4
Лисаковское	—	324,3
Атасуйское	—	498,4
Качканарское	—	474,6
Жайремское	—	37,7
Бакальское	—	12,7
Караджальское	339,0	—
КМА	78,0	—
<b>ИТОГО:</b>	<b>5700,0</b>	<b>6790,0</b>

таежном районе. Руды месторождения представлены двумя типами: карбонатными и окисленными. Месторождение детально разведано. Запасы и прогнозные ресурсы марганцевых руд приведены в таблице 3.

**К а р б о н а т н ы е р у д ы** имеют следующий состав, %: Mn — 19,12; Fe — 5,80; SiO<sub>2</sub> — 15,98; Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> — 1,64; CaO — 14,85; MgO — 3,14; P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> — 0,18; п.п.л. — 24,84. Обогатимость руд изучалась Сибирским металлическим институтом (СМИ),

### 3. Сырьевая база марганцевых руд Усинского месторождения

Типы руд	Запасы, млн. т		Прогнозные ресурсы, млн. т			Всего ресурсов, млн. т	Всего запасов и ресурсов, млн. т
	A+B+C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	P <sub>1</sub>	P <sub>2</sub>	P <sub>3</sub>		
Карбонатные	92,8	—	18,5	112,0	137,0	267,5	360,3
Окисленные	5,7	—	5,0	4,0	—	9,0	14,7

институтами Уралмеханобр, ВИЭМС, Грузинским ПИ, заводом Сибэлектросталь. Карбонатные руды относятся к категории труднообогатимых, поэтому исследования проводились в тяжелых суспензиях, магнитной сепарацией, флотацией и химическим способом.

Лучшие результаты обогащения были получены при разделении в тяжелых суспензиях. Согласно исследованиям СМИ и ЦНИИЧМ, родохрозитовые концентраты могут использоваться для выплавки стандартных марганцевых сплавов, а манганосидеритовые концентраты на КМК и ЗСМК — при выплавке чугуна.

СМИ, Уралмеханобр и ВИЭМС проводили исследования по химическому обогащению. Обогащение родохрозитовой руды при гаусманитовом процессе дает выход концентрата 50—60 % с извлечением марганца в концентрат 92—98 %. Концентраты химического обогащения могут использоваться для выплавки углеродистого ферромарганца марки №75 в смеси с обожженной родохрозитовой рудой (вместо бесфосфористого шлака), а также для выплавки металлического марганца.

В ВИМСе было выполнено обогащение карбонатной руды по хлоркальциевому методу. Получающийся в этом случае концентрат не содержит железа и фосфора, вследствие чего он может использоваться для выплавки металлического марганца минуя стадию получения фосфористого шлака, что резко улучшает показатели плавки. Состав получающегося концентрата, %: Mn — 80; SiO<sub>2</sub> — 9; CaO — 6,85; CaCl<sub>2</sub> — 3,81; нерастворимый остаток — 0,36. Для этого могут использоваться как родохрозитовый (извлечение Mn 80 %), так и манганокальцитовый (извлечение 70 %) концентраты.

Окисленные руды изучались заводом Сибэлектросталь, СМИ,

институтом Уралмеханобр. Установлено, что эти руды легко обогащаются гравитационно-магнитным способом с последующим обжиг-магнитным дообогащением. На заводе Сибэлектросталь было проведено обогащение пробы окисленной руды месторождения весом 332 тонны. Состав исходной руды, %: Mn — 25,3 (MnO — 32,64); Fe — 7,5; V<sub>2</sub>O<sub>5</sub> — 0,28; SiO<sub>2</sub> — 33,82; Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> — 4,35; CaO — 2,15; MgO — 1,41; P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> — 0,20; BaO — 0,35; Na<sub>2</sub>O+K<sub>2</sub>O — 0,37; активный O<sub>2</sub> — 5,53; п.п. — 6,51.

По результатам обогащения получен марганцевый концентрат, отвечающий требованиям к концентратам первого сорта и пригодный как для плавки углеродистого ферромарганца и силикомарганца, так и для получения неметаллического марганца. Железомарганцевый концентрат из окисленной руды, как показали исследования СМИ и КЭФ, может быть широко применен в литейном производстве.

На базе Усинского месторождения возможна первоначальная карьерная отработка окисленных руд с годовой производительностью 300 тыс. т с последующим совершенствованием технологии обогащения карбонатных руд и их отработки.

Для освоения этого месторождения требуются значительные капитальные вложения.

Кайгадатское месторождение железомарганцевых руд находится в северо-западной части Кузнецкого Алатау. Рудная пачка месторождения прослежена до 2 км по простирианию и до 1 км по падению. Выявлено 8 рудных тел мощностью до 3—20 м. Руды кремнистые железомарганцевые сложного минерального состава. Подсчет запасов был выполнен в 1985 году. Запасы руд по категории C<sub>2</sub> составили 32,7 млн. т. Кроме того, здесь были уточнены прогнозные ресурсы категории P<sub>1</sub> — 50,2

млн.т. Запасы и прогнозные ресурсы в сумме ( $C_2+P_1$ ) составляют 82,9 млн. т при средних содержаниях: MnO — 11,8; Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> — 21,26; SiO<sub>2</sub> — 40,9 %. Запасы и ресурсы приняты и утверждены ТКЗ.

Всего по Кайгадатскому району разведанные запасы и прогнозные ресурсы железомарганцевых руд составляют 250 млн. т ( $C_2+P_1+P_2$ ).

Руды месторождения являются комплексным сырьем и могут быть использованы в ферросплавном производстве. Эти рекомендации основываются на результатах полупромышленных испытаний, проведенных на Кузнецком заводе ферросплавов, где из этих руд был получен марганцовистый ферросилиций марки ФС-50М с содержанием марганца 4—6 %, при извлечении марганца из руды 92 %. Эти сплавы испытаны на Западно-Сибирском металлургическом комбинате при выплавке конверторной стали. Испытания показали снижение удельного расхода электроэнергии и увеличение производительности агрегата.

Для частичной ликвидации существующего в настоящее время дефицита в марганцевой руде возможно освоение известных мелких месторождений Салаира (Дурновское) и Горной Шории (Чеболдагское), на базе которых можно добывать до 50 тыс. т руды в год.

Дурновское месторождение марганца расположено на территории Ленинск-Кузнецкого района Кемеровской области. Дважды, в 1934 и в 40-х годах, месторождение эксплуатировалось для нужд Гурьевского и Кузнецкого металлургических заводов.

Запасы балансовых руд месторождения до глубины 125 м от поверхности оценены в 577,6 тыс. т и забалансовых — в 277 тыс. т при средних содержаниях марганца 19,8 и 16,3 % соответственно. По условиям залегания и минеральному составу на месторождении выделяется три типа руд: первичные, среди которых выделяются собственно первичные и окисленные, и вторичные — остаточно-инфильтрационные.

Окисленные руды пиролюзитового состава являются высококачественным сырьем для черной металлургии, поэтому окисленные руды Дурновского месторождения без ограничения пригодны для использования во всех отраслях металлургического производ-

ства. О качестве руд месторождения можно судить по тому факту, что, несмотря на небольшие размеры, оно уже дважды эксплуатировалось для нужд местных заводов черной металлургии в годы, когда имел место дефицит марганцевого сырья. В настоящее время на месторождении ведутся подготовительные работы к его эксплуатации.

Чеболдагское месторождение расположено на юге Кемеровской области вблизи отрабатываемого Таштагольского железорудного месторождения. Месторождение известно с 1934 г., его запасы для отработки открытым способом оцениваются в 500 тыс.т при среднем содержании марганца 20—25 %. Вблизи Чеболдагского месторождения имеются перспективы нахождения участков с аналогичными параметрами оруденения.

На территории Алтайского края известно Сунгайское месторождение марганца, расположеннное в 30 км к юго-востоку от станции Тягун железной дороги Артышта-Барнаул. Марганцевое оруденение приурочено к коре выветривания кварцитового типа. Выходы оруденелых кварцитов имеют суммарную протяженность 18 км при ширине от 200 до 800 м. Марганцевые руды залегают в сильно дробленых, трещиноватых кварцитах до глубины 40—60 м от поверхности. По структурно-текстурным особенностям они относятся к инфильтрационному типу, состоят в основном из кварца и окислов марганца.

В состав марганцевых руд входят: Mn — 17,1; FeO+Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> — 5; SiO<sub>2</sub> — 68,3 %. По данным спектрального анализа в рудах отмечается повышенное содержание золота — 0,3 г/т. Запасы месторождения по категории  $C_2+P_1$  оцениваются в 1 млн. т.

**Хром.** На Салаирском кряже, в области развития гипербазитовых массивов (серпентинитов), известны многочисленные (более 100) проявления хромитов.

Наиболее хорошо изучены проявления в пределах Успенского гипербазитового массива. Здесь выявлено 36 проявлений (в коренном залегании и в свалах) вкрашенных, густо вкрашенных и сплошных хромитовых руд, которые известны как Успенское проявление хромитов.

Успенская группа проявлений хромитов расположена в Алтайском крае в 25—30 км от ж.д. станции Тягун. Из 36 прояв-

лений на Успенском гипербазитовом массиве наиболее хорошо изучены в коренном залегании 7 проявлений (два из них — валунно-делювиальная россыпь). По результатам проведенных поисково-разведочных работ установлено наличие как богатых сплошных и густо вкрапленных (среднее содержание  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  — 48—52 %), так и вкрапленных руд хромитов. Качество руд отвечает сырью марки ДХ-1-2 Донского ГОКа для производства ферросплавов и хромовой руде Сарановского месторождения, применяемой в литейном производстве и производстве хроммагнезитовых огнеупорных изделий.

По результатам проведенных работ, прогнозная оценка хромитового оруденения в коренном залегании по категории Р<sub>1</sub> до глубины 100 м составляет 15 млн. т, при среднем содержании  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  — 30 %. На геологическое изучение и последующую добычу хромитовых руд Успенского проявления в настоящее время выдана лицензия. Более подробная характеристика хромитового оруденения Салаира приводится в статье А.Ф.Бычка с соавторами в настоящем журнале.

В Кузнецком Алатау в отношении хромитовых руд наиболее интересны гипербазитовые массивы горы Бархатной и Среднетерсинский.

**Титан.** Сырьевая база титановой промышленности России полностью расположена за ее пределами. Единственный в России потребитель титановых руд — Березняковский комбинат — работает на призном сырье.

На территории Кемеровской области выявлен и разведен ряд месторождений титансодержащих руд. На базе Николаевской россыпи ильменитов, расположенной на севере области, возможна организация добычи 21,0 тыс.т ильменитового концентрата в год. Общие запасы россыпи — 800 тыс.т при среднем содержании двуокиси титана 51,4 кг/м<sup>3</sup>, мощности песков 2,64 м и мощности торфов 8,27 м.

В Кемеровском районе находится Барзасская группа ильменитовых россыпей, на базе которых возможна организация крупного производства с годовым объемом около 100 тыс.т ильменитового концентрата для получения ферротитана, используемого для

производства кислотостойких сталей. В целом Барзасская площадь характеризуется комплексом полезных ископаемых, включающим кроме ильменита подготовленные к промышленному освоению запасы минеральных пигментов, бокситов, огнеупорных глин, а также требующих доизучения проявлений россыпного золота в меловых галечниках, корах выветривания, современном аллювии. Подробнее эти вопросы рассмотрены в статье А.А.Торгунакова и А.Е.Аввакумова в данном номере журнала.

В Кемеровской области и в Алтайском крае известны комплексные месторождения апатит-ванадий-титан-железных руд: Харловское на Алтае и Патынское и Куль-Тайгинское — в Горной Шории.

Из вышеперечисленных месторождений наибольшие перспективы практического использования имеет Харловское месторождение как источник железорудного, титанового и ванадиевого сырья (на месторождении возможно попутное получение также и ряда других ценных компонентов). Запасы комплексных руд месторождения до глубины 300—550 м оценены в 2,88 млрд.т как прогнозные ресурсы категории Р<sub>1</sub>. Среднее содержание  $\text{TiO}_2$  в них составляет 5,9 %, а в ильменитовом концентрате оно составляет 43 %, варьируя от 28,6 до 48,1 %. Прогнозные ресурсы  $\text{TiO}_2$  составляют по той же категории Р<sub>1</sub> — 175 млн. т.

Патынское и Куль-Тайгинское месторождения являются аналогами Харловского месторождения. Прогнозные ресурсы комплексной железной руды на них оцениваются в 6 млрд.т, прогнозные ресурсы  $\text{TiO}_2$  составляют 240 млн. т.

**Молибден.** В последнее время в результате переоценки предыдущих материалов геологоразведочных работ установлена промышленная концентрация молибдениита на отрабатываемом Казском железорудном месторождении в пределах Медвежьего участка. Отработка данного участка возможна из существующих горных выработок, что в значительной степени повышает ценность месторождения и позволяет ввести его в эксплуатацию в кратчайшие сроки. Прогнозные запасы руды оцениваются в 17,0 млн. т при среднем содержании молибдена — 0,05 %.

**Вольфрам.** Месторождения и проявления вольфрамовых руд целиком расположены в Республике Алтай в приграничных с КНР районах. Здесь наиболее известно Калгутинское молибден-вольфрамовое месторождение. Оно приурочено к краевой северо-восточной части Калгутинского гранитного массива. Оруденение локализуется в жилах аплитов, микрогранит-аплитов, микрогранитов и кварцевых жилах, сопровождаемых окколожильной грейзенизацией. Главными рудными минералами являются вольфрамит, молибденит, берилл, висмутин и шеелит. Запасы основных полезных компонентов составляют:

трехокиси вольфрама по сумме категорий А+В+C<sub>1</sub> — 9126 т, С<sub>2</sub> — 2892 т и забалансовых — 396 т при среднем содержании в руде — 1,893 %;

трехокиси молибдена — 5493 т забалансовых запасов при среднем содержании молибдена — 0,363 %;

трехокиси висмута - А+В+C<sub>1</sub> — 127,3 т, С<sub>2</sub> — 108 т при среднем содержании 0,11 %; оксида бериллия по С<sub>1</sub> — 25 т, по С<sub>2</sub> — 23 т при содержании 0,035 %.

Возможен прирост запасов месторождения за счет флангов и глубоких горизонтов.

**Редкоземельные руды.** Редкоземельные металлы используются в металлургии для производства специальных сталей. В Кемеровской области работами последних лет выявлено Южно-Богатырское месторождение богатых редкоземельных руд (см. статью в этом номере), которые можно использовать для получения редкоземельных металлов без обогащения. Прогнозные ресурсы его 50 тыс. т руды с содержанием суммы металлов 5 %. Концентрат содержит 25—30 % суммы металлов, в том числе металлов легкой группы 19—22 %. В районе этого месторождения имеются предпосылки для выявления новых участков и рудных тел, что позволит в несколько раз увеличить запасы сырья. Содержание оксидов РЗЭ в рудном концентрате на примере средней пробы следующее (% по массе): лантан — 7,0; церий — 11,7; празеодим — 0,93; неодим — 2,99; самарий — 0,37; европий — 0,14; гадолиний — 0,56; тербий — 0,093; диспрозий — 0,47; голмий — 0,093; эрбий — 0,47; тулий — 0,047; иттербий — 0,28; лютеций — 0,028; иттрий — 4,29; сумма — 29,4.

Большой интерес в Республике Алтай представляет Алахинское редкometальное месторождение с комплексными рудами литий-танталового типа. Среднее содержание LiO<sub>2</sub> составляет 0,98 %, Rb — 0,08 %, Cs — 0,0116 %, Ta — 0,0114 %. Прогнозные ресурсы оцениваются в 128 млн. т руды.

**Свинец, медь и цинк.** Полиметаллические месторождения разведаны и эксплуатируются в Рудном Алтае и на Салаире. Характеристика наиболее крупных месторождений по состоянию на 01.01.97 г. приведена в таблице 4.

В Алтайском крае в настоящее время разработка полиметаллических руд по организационным причинам практически прекращена.

На территории Кемеровской области имеется один рудник, добывающий полиметаллические руды (Салаирский ГОК) и одно предприятие, перерабатывающее продукцию этого рудника (Беловский цинковый завод).

Салаирский ГОК ведет добычу и переработку полиметаллических руд месторождения Кварцитовая Сопка и выпускает баритовый, свинцовый и цинковый концентраты. Баритовый концентрат реализуется предприятиям химической и нефтяной промышленности, цинковый концентрат перерабатывается на Беловском цинковом заводе, переработка свинцового концентрата осуществляется на предприятиях ближнего зарубежья (Казахстан, Узбекистан). Организация переработки свинцового концентрата возможна на Беловском цинковом заводе, тем более что большая часть добываемого из полиметаллических руд серебра связана с свинцовыми концентратом и извлекается при его переплаве. Возможен вариант строительства горно-металлургического комбината в Рудном Алтае. Оба варианта прорабатываются администрациями Алтайского края и Кемеровской области.

**Алюминиевое сырье.** Сыревая база алюминиевой промышленности представлена двумя типами руд — нефелиновыми и бокситовыми. На территории области отрабатывается одно месторождение с рудами первого типа — Кия-Шалтырское. Руды представлены уртитами, содержащими 25 % глинозема, 13 % щелочей, и не требуют

## 4. Запасы главных полиметаллических месторождений Рудного Алтая и Салаира

Месторождения	Качество и запасы основных компонентов категорий А+B+C <sub>1</sub> +C <sub>2</sub>							
	Свинец, % тыс.т	Цинк, % тыс.т	Барит, % тыс.т	Серебро, т/т тыс.т	Медь, % тыс.т	Кадмий, %, т/т	Селен, %, т/т	Теллур, %, т/т
Кемеровская область								
Кварцитовая сопка	0,32 72,4	2,33 545,7	11,22 2812	8,5 218,9		0,008* 1855	0,0001* 9,4	0,0001* 16
Ново-Урское	0,13 29,8	2,42 560,1	35,92 2044	16,4 379,4	1,05 246,9			
Белоключевское		2,35 116,8	10,25 516	17,6 106,2	1,25 100,4	0,019* 1142	0,006* 361	0,006* 361
Самойловское		5,50 175,2	4,13 167	29,6 2461	1,56 57,8	0,018* 609	0,012* 406,3	0,007* 237
Алтайский край								
Зареченское	2,89 1129	3,91 44,2	46,4 649	343,2 431,8	0,89 10	0,037 417,7	4,69 5,3	4,07 4,6
Рубцовское	6,52 149,5	11,9 271,3		149,9 346,2	4,62 116,0	0,0555 1269,1	63,11 144,2	41,66 93,5
Степное	3,73 163,3	7,45 325,8	9,2 6	35,1 173,6	1,14 53,0	0,0343 1526,8		
Корбалихинское	2,01 497,8	9,81 2403,2		54,2 1360,0	1,46 360,1	0,357 8744,4	67,09 1665,2	3,5 87,3
Захаровское	5,96 165,5	10,56 294		57,8 161,4	2,03 55,8	0,0661 1778,9	93,82 267,5	9,39 28,1
Таловское	5,35 176,9	11,05 370,4		34,5 116,7	1,87 60,7	0,0494 1667,3	58,46 200,4	
Юбилейное	2,15 100,8	8,08 389,9	5,0 217,0	65,6 301,5	1,46 67,9	0,0311 1436,8		
Среднее	2,68 218,7	4,95 423,1	43,4 127,0	61,6 531,5	0,59 47,2	0,033 2839	25,01 215,8	14,31 123,5
Змеиногорское	1,16 66,5	1,76 102,9		35,3 222,9	0,21 11,8			
Лазурское	1,19 43,4	4,78 175,6		31,1 114,6	1,2 45,1	0,0201 726,5		

~ 2700. 4600

\* содержание элементов в процентах

обогащения. На месторождении добывается в год около 4 млн. т нефелиновых руд, которые отправляются на переработку на Ачинский глиноземный завод.

Месторождения бокситов выявлены на Салаире и на севере Кемеровской области, наиболее крупные запасы бокситов сосредоточены на севере Кемеровской области в Барзасской группе месторождений, которые в настоящее время не отрабатываются.

Особое место в рудном потенциале ре-

гиона занимает золото. Золотодобыча здесь началась в 30-х годах прошлого столетия и продолжается до настоящего времени. Более чем за 160-летний период здесь добыто более 200 т рудного и россыпного золота примерно в равных соотношениях. Добыча рудного золота в регионе осуществляется с 1900 года. Основными типами золоторудных месторождений являются собственно золоторудные и комплексные.

Всего в регионе на балансе числится 12

с о б с т в е н н о з о л о т о -  
рудных месторождений. Самое крупное месторождение — Синюхинское, с запасами золота промышленных категорий более 20 т, расположено в Республике Алтай и в настоящее время отрабатывается. Новые данные по Синюхинскому рудному полю приводятся в статье А.И.Гусева в этом выпуске.

Разведанные месторождения Кемеровской области, в основном, имеют небольшие запасы, и добыча на них практически прекращена, хотя перспективы расширения золоторудной базы значительны.

Большой вклад в золотодобычу территории до настоящего времени вносила отработка комплексных полиметаллических месторождений Алтайского края и Салаира. На сегодняшний день, по разным причинам, отработка полиметаллических месторождений практически приостановлена.

Кроме этого имеются месторождения: золото-вольфрамовое (Кундатское в Кузнецком Алатау), золото-кварцит-топазовое (Копна в Салаирском кряже), золото-магнетит-скарновые (Ампальское в Кузнецком Алатау, Казское в Горной Шории — см. статью А.Н.Платонова и В.Н.Санина в данном номере журнала). Эти месторождения на золото пока не разрабатываются, но относятся к разряду весьма перспективных.

Р о с с ѿ п н ы е м е с т о -  
р о ж д е н и я з о л о т а разви-  
ты в Кузнецком Алатау, Горной Шории, в СВ  
части Салаирского кряжа и горной части  
Алтайского края. На россыпи приходится  
более половины объема золотодобычи.

Наиболее богатые и крупные из них, с запасами в несколько тонн, как, например, по рекам Кундустуюл (система р.Кии), Нижняя Суeta (система р.Барзас), Федоровка (система р.Ортон), были отработаны еще до начала нашего столетия. В основном добыча производилась мускульным, а позднее гидравлическим и дражным способами. В дореволюционное время отрабатывались россыпи с содержаниями 1,0—1,5 г/м<sup>3</sup>; отдельные небольшие по протяженности россыпи или участки крупных россыпей имели содержание 3—4 г/м<sup>3</sup>. Многие из них в последующем переоценивались и успешно отрабатывались и отрабатываются.

Выделяются следующие основные типы россыпей.

1. Аллювиальные долинные мелкозалегающие россыпи с мощностью торфов 3—5 м, реже 5—12 м, с мощностью золотоносных песков от 0,5—1,0 м до 2—3 м. К ним относится большинство россыпей по крупным и малым рекам региона. Основная добыча россыпного золота связана с этим типом.

2. Аллювиальные террасовые россыпи, развитые по крупным рекам, таким как Большой Кундат в Кузнецком Алатау, Габовская (р.Коура) в Горной Шории. Роль их невелика. Добыча из них составляет менее одного процента от добычи россыпного золота.

3. Карстовые россыпи, обычно известные под названием "Ям" (Карстовая Яма, Христиновская Яма на Салаире). Они приурочены, в основном, к контактам карбонатных и силикатных пород. Запасы их были небольшими — первые сотни килограммов, но они отличались высокими (до 4—7 г/м<sup>3</sup>) содержаниями. Глубина отработок не превышала 25 м.

4. Элювиальные россыпи в зонах окисления комплексных полиметаллических месторождений, так называемые сыпучки. Они известны лишь в Восточном Салаире: кварц-баритовые сыпучки отрабатывались на Ново-Урском и Белоключевском месторождениях. Содержания по ним не превышали 2,2 г/м<sup>3</sup>.

5. Россыпи золотоносных кор выветривания и карста. Это россыпи, образовавшиеся по гидротермально измененным золотоносным и, чаще всего, сульфидизированным (пирит, сфалерит, арсенопирит, халькопирит, пирротин) породам и рудам. К этой группе относятся так называемые увальные, водораздельные и значительная часть погребенных россыпей, расположенных на пологих склонах и выровненных, часто заболоченных, водоразделах. Такие россыпи широко распространены в Салаирском кряже, Кузнецком Алатау, Горной Шории и Кузбассе. Они отрабатывались ранее подземными выработками (Июньская, Филимоновская, Рахманинская, Гавриловская и др. на Салаире; Никольская, Петербургская, Суховская, Евдокиевская в Кузнецком Алатау; Айзы-Газинская в Горной Шории) или открытыми разрезами (Петровский, Рахильевский, Партизанский в бассейне р.Талановой, Южный

в водораздельной части рек Ниж. и Сред. Терсь в Кузнецком Алатау, Лабынский в Горной Шории).

Описываемые россыпи в большинстве случаев глинистые, но, как правило, с высокими содержаниями металла — 2—4 г/м<sup>3</sup>. Вертикальная мощность кор выветривания достигает иногда значительных величин: в Барзасском районе Кузнецкого Алатау 60—80 м, на Июньской площади в Салаире — 60—200 м, на Южной площади в Кузнецком Алатау — 40—120 м. При эксплуатации на этих россыпях отработаны лишь самые верхние части коры выветривания.

По состоянию на 01.01.97 г. в Кемеровской области, Алтайском крае и Республике Алтай насчитывается 168 месторождений золота, из них собственно золоторудных — 12, россыпных — 134, комплексных золото-содержащих — 22.

Запасы собственно золоторудных месторождений категорий В+С<sub>1</sub>+С<sub>2</sub> составляют 28 % от всех запасов золота. Суммарные запасы россыпных месторождений составляют 19 % и запасы золота комплексных месторождений — 53 %.

Анализ перспектив золотоносности Кемеровской области указывает на потенциальные возможности резкого увеличения добычи драгоценного металла на ее территории.

рии. Об этом свидетельствует высокая прогнозная оценка ресурсов горнорудных районов, непосредственно прилегающих к Кузбассу. Она основана на большом фактическом материале и статистической обработке данных по разведке и последующей обработке более 200 россыпных месторождений, сопоставлении запасов россыпей с их коренными источниками, изучении условий переноса и накопления металла в зависимости от типа речных долин, положения источников питания, уровня их эрозионного среза и других геолого-структурных параметров.

Таким образом, из приведенных данных видно, что описываемый регион обладает значительными и, что немаловажно, разнообразными минеральными ресурсами, позволяющими при необходимости удовлетворить все потребности основных отраслей промышленности на данной территории, а также обеспечить развитие новых и действующих производств в других регионах. С целью воспроизводства имеющейся минерально-сырьевой базы и расширения ее многообразия составлена и действует программа геологического изучения, воспроизводства минерально-сырьевой базы и рационального использования недр территории на период до 2005 года.

G.N.Sharov, Ye.N.Tribunsky, A.V.Zyabkin

#### ORE POTENTIAL OF THE SOUTHERN REGIONS OF WEST SIBERIA

*Major ore mineral commodities of the Kemerovskaya Oblast, Altaiskii Krai and Republic of Altai (Gorny Altai) are discussed. Prognostic reserves estimation of the most valuable commodities (ferrous, base and precious metal ores, rare elements, RE ores) is presented. The area is considered highly promising for further expansive mining development.*

УДК 553.461 (571.15)

© А.Ф.Быч, К.В.Тараканов, Е.И.Кизилов, 1998

## ХРОМИТОНОСНОСТЬ ГИПЕРБАЗИТОВ САЛАИРА

А.Ф.БЫЧ, К.В.ТАРАКАНОВ, Е.И.КИЗИЛОВ (ЗАО "Запсибгеология")

*Охарактеризовано отражение в физических полях рудных объектов с хромитовым оруднением, связанным с крупными гипербазитовыми массивами. Приведены данные по строению и форме рудных тел, их текстурно-структурным особенностям и вещественному составу. Перспективы района связываются с вкрапленными рудами хрома.*

Хромиты на Салаире связаны с формациями ультраосновных пород (дунитов, пегидотитов) и вне пределов гипербазитовых массивов в коренном залегании не встречаются. В многочисленных работах, посвященных ультраосновному магматизму Западной Сибири, в том числе и Салаирского кряжа, дан анализ структурной позиции гипербазитов, их пространственной группировки, формационной принадлежности и хромитоносности [1—5]. Установлено, что хромитоносные гипербазитовые массивы размещаются в древних структурах, сложенных осадочными и вулканогенно-осадочными образованиями докембрия и нижнего палеозоя. Они формируют вытянутый в субмеридиональном направлении Алтай-Салаирский пояс, который в пределах Салаирского кряжа прослеживается от истоков р.Аламбай, в центральной части Салаира, на юг до широты сел Целинное — Локоть — Поповичи. Салаирская часть пояса распадается на четыре сближенных кулисообразно расположенных ветви.

Первая (Аламбайская) ветвь сложена более чем двадцатью гипербазитовыми массивами, из которых наиболее крупными являются Верх-Аламбайский, Успенский, Глазыринский. Ориентировка второй ветви — Шалапской — близка к первой. Она начинается в районе р.Уксунай и трассируется на юг (Белининский массив). Третья — южная ветвь (Поповичская) — состоит из восьми мелких тел, отмечается на широте с. Поповичи и имеет восточное направление. Четвертая ветвь — Тягунская — приурочена к Бийско-Яминскому глубинному разлому и откартирована на протяжении 70 км от села Кытманово на юге до истоков р. Аламбай на севере. В составе ее установлены

но более 30 гипербазитовых массивов, к наиболее крупным из которых относятся Тогул-Сунгайский, Тягунский, Тягун-Таловский и Макарихинский.

Ультраосновные массивы пояса являются конкордантными — пластинообразными, линзообразными и акомолитоподобными телами. Размер их в длину колеблется от нескольких сотен метров до 1 км и больше, при мощности более 100 м. Лишь отдельные массивы имеют довольно крупные размеры. Так, площадь Белининского массива составляет  $50 \text{ км}^2$ , Тогул-Сунгайского и Уксунайского —  $10-13 \text{ км}^2$ , Верх-Аламбайского, Успенского, Глазыринского —  $2-5 \text{ км}^2$ .

На площадях развития гипербазитов отмечаются сложные гравитационные аномалии с общим повышенным уровнем поля силы тяжести, что обусловлено, по-видимому, блоковым строением района. Удлиненные положительные аномалии на северо-западе Салаира и изометричные в более южных областях отделяются друг от друга относительно узкими зонами пониженных значений Аг. Четкого отражения в гравитационном поле гипербазиты не находят.

Наиболее отчетливо тела гипербазитов отражаются в магнитном поле. Соответствующие им интенсивные аномалии с резкими границами образуют протяженные вытянутые цепочки, которые в пределах пояса меняют ориентировку с северо-западной на севере на северо-восточную на юге.

Геолого-геофизическими работами установлено, что большинство гипербазитовых массивов имеют внешнее сходство в плане, близкие элементы залегания и почти одинаковое внутреннее строение. Обычная форма магнитных аномалий по гипербази-

там — каплевидная, их южные окончания значительно расширены, менее контрастны и имеют меньшую амплитуду. Это может свидетельствовать как о погружении массивов в южном направлении, так и о смене в их составе по этому направлению высокомагнитных серпентинитов на менее магнитные слабо серпентинизированные дуниты. Другая общая черта гипербазитовых массивов — это существование внутри них нешироких (100—200 м) полос высокомагнитных пород — аподунитовых серпентинитов. Поскольку хромшпинелиды локализуются в основном в аподунитах, магниторазведка позволяет выявлять перспективные участки. Изолинии магнитного поля над гипербазитовыми массивами зачастую повторяют изолинии рельефа, а магнитные аномалии часто приурочены к определенному гипсометрическому уровню. Можно предположить, что интенсивно серпентинизированные (сильномагнитные) гипербазиты залегают субгоризонтально в верхней части разреза, покрывая менее серпентинизированные разности. Мощность такого "покрывающего" соизмерима с перепадами рельефа, что подтверждилось при бурении скважин и проходке тоннеля на Тогул-Сунгайском массиве, где выходящие на поверхность аподунитовые серпентиниты на глубине 50—80 м переходят в серпентинизированные дуниты.

Массивы гипербазитов Салаира часто прорваны телами габбро, габбро-диабазов, а также дайками диабазов и плагиоаплитов. Возраст гипербазитов Салаирского пояса датирован нижним кембрием на основании их приуроченности к породам докембрийско-нижнекембрийского структурного комплекса фундамента, а также по наличию гальки гипербазитов в базальных конгломератах бачатской свиты, отнесенной к нижнему кембрию по фауне трилобитов.

Все известные рудные концентрации хромитов на Салаире относятся к двум генетическим типам: первичному — магматическому, связанному с дунит-перидотитовой формацией, и вторичному — экзогенному, представленному элювиально-делювиальными (валунчатые руды) и аллювиальными россыпями, а также корами выветривания (хромитоносные охры).

Несмотря на большое количество ульт-

раосновных массивов, все находки первичных руд, могущих иметь практический интерес, сосредоточены в пределах самых крупных массивов: Верх-Аламбайского, Тогул-Сунгайского, Успенского, Макарихинского, Глазыринского, Уксунайского и Белининского.

**Верх-Аламбайский массив**, общей площадью 3,5 км<sup>2</sup>, выделяется повышенным содержанием хрома, которое колеблется от 0,38 до 3,8 %. Здесь известны пять проявлений хромитовых руд в коренном залегании. Хромшпинелиды, слагающие рудные полосы (мощностью до 10 см), связаны с аподунитами и образуют рудные зоны шириной до 1,5—2 м редковкрапленных ( $\text{Cr}_2\text{O}_3$  — 8,25—19 %) и густовкрапленных руд ( $\text{Cr}_2\text{O}_3$  до 55,83 %). При обогащении редковкрапленных руд получен кондиционный концентрат с содержанием  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  29,5—35,3 %, при извлечении 74,6 % полезного компонента.

В пределах **Тогул-Сунгайского массива** (площадью около 13 км<sup>2</sup>) имеется 26 проявлений хромитов в коренном залегании и в свалах. Руды хрома встречаются на всей площади массива и связаны с центральной частью массива. Наиболее компактно они сосредоточены в серпентинизированных аподунитах, которые составляют 40 % его площади. Проявления хромитов образуют рудную зону протяженностью 7 км при ширине 200—1100 м. Руды массивные и полосчато-вкрашенные, по содержанию хрома — от убогих до богатых. Они слагают линзообразные шлирообразные будинированные тела мощностью от 0,15 до 12 м. Содержание  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  в массивных рудах составляет 45,8—54,56 %, а во вкрашенных — от 20,4 до 56,61 %, при соотношении  $\text{Cr}_2\text{O}_3/\text{FeO}$  от 2,5 до 3,4. При обогащении вкрашенных руд с содержанием  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  19,94 % получен кондиционный концентрат с содержанием  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  45,7 %, при извлечении полезного компонента 74,6 %.

На **Успенском массиве** (площадью около 2 км<sup>2</sup>) выявлено более 30 проявлений хромитов. Как и в других гипербазитовых массивах Салаира, вмещают оруденение серпентинизированные аподуниты. Хромитоносность массива неравномерная. Наибольшую концентрацию руды имеют в центральной и южной частях массива, где

на площади размером 550—1100 м, вытянутой в северо-восточном направлении, среди блока аподунитовых серпентинитов горными выработками и буровыми скважинами вскрыты две крупные хромитовые жилы и большое количество мелких линз, жил и шлиров массивных хромитов, а также жильные и полосчатые густо- и редковкрапленные руды, которые прослежены на глубину до 60 м.

Наиболее крупные жилы массивных хромитовых руд имеют мощность от 0,2 до 3 м (при средней мощности рудных тел 1,7 м) и прослежены на 100—110 м. Иногда жилы сопровождаются оторочкой вкрапленных хромитовых руд мощностью до 0,85 м. Первая жила на глубине 14—15 м выклинивается, вторая прослежена скважиной на глубину до 60 м без признаков выклинивания. Контакты с аподунитовыми серпентинитами резкие, ступенчатые. Жилы разбиты пострудными диагональными трещинами на блоки со смещением отдельных фрагментов на 0,2—7 м. Более мелкие жилы массивного хромита имеют мощность от 0,1 до 1,5 м в раздувах. Простижение жил меридиональное. Содержание Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> в рудах колеблется от 47,63 до 51,55 %, при отношении Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> / FeO равном 2,6—2,7.

Густовкрапленные хромитовые руды слагают чаще всего жильные тела небольшой мощности от 3 до 20 см. Работами последних лет обнаружены четыре зоны вкрапленных руд, которые сопровождают тела густовкрапленных и массивных хромитов. Протяженность таких рудных полос от 150 до 500 м, мощность 30—40 м. Массивные руды по падению часто выклиниваются, а густовкрапленные чередуются с редковкрапленными. По данным единичных проб, вкрапленные руды (маковики и рабчики) содержат Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> от 10 до 30 %. В сплошных рудах, по результатам химического анализа, содержится 50,6 % Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, а в густовкрапленных — 39,27 %, при отношении Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> / FeO — 2,7 и 2,6. По данным рентгенометрического анализа, хромшипелиды Успенского массива отвечают хромиту, хромпикотиту и алюмохромиту.

Обогащение руд массива в лабораторных условиях показало, что из них можно получать кондиционный хромитовый кон-

центрат с содержанием Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 54 %, при извлечении полезного компонента до 82 % и выходе концентрата 72 %. Большевесная пробы (около 0,7 т) сплошных и густовкрапленных руд, отобранная из коренных руд и из россыпи, была отправлена на Новотроицкий завод хромовых соединений, где получены положительные результаты по извлечению хрома.

Опытными геофизическими работами, проведенными в 1995 г. на рудопроявлении этой части Успенского массива, установлено, что магнитное поле на участке высокоградиентное сложное и представлено многочисленными локальными положительными и отрицательными аномалиями. Жильные тела хромитов и делювиальные свалы руд располагаются в пределах блока высокомагнитных гипербазитов; рудные тела приурочены к локальным понижениям магнитного поля. Высокомагнитные гипербазиты указанного блока О.Г. Коновалова [2] характеризовала ранее как аподунитовые серпентиниты. Приуроченность хромитов к участкам понижения магнитного поля, т.е. относительного обеднения магнетитом, подтверждается результатами анализа вещественного состава руд и серпентинитов, в которых содержания хрома и железа находятся в обратной зависимости.

Над жильными телами хромитов электроразведкой установлены линейные зоны повышенного электрического сопротивления. Аномалии пересекают массив серпентинитов и выходят во вмещающую толщу на значительные расстояния. В таких зонах серпентиниты интенсивно карбонатизированы, обожрены и окварцовываны.

Зоны повышенных значений вызванной поляризации шириной 20—80 м обрамляют блок аподунитовых серпентинитов. Сами аподунитовые серпентиниты, а также хромитовые руды характеризуются фоновой поляризацией. В шлифах серпентинитов с повышенной поляризацией заметно сетчатое размещение зерен магнетита, тогда как в неполяризующихся серпентинитах магнетит распределен достаточно равномерно. Это наблюдение позволяет предположить, что причиной повышенной поляризации серпентинитов может быть текстурная форма выделения магнетита.

Сравнительный анализ данных геологоразведочных и опытных геофизических работ на Успенском массиве показывает, что комплексные геофизические аномалии сопутствуют 73 % выявленных точек с рудами хрома. В пределах территорий, где по аномалиям пройдены шурфы, каждая вторая аномалия сопровождается густовкрапленными хромитами.

**Макарихинский и Глазыринский массивы** аподунитовых и апоперидотитовых серпентинитов изучены очень слабо. Шурфами и скважинами на площади массивов были вскрыты тела массивных хромитов мощностью до 0,3 м и вкрашенные руды (от убогих до густовкрапленных), образующие зоны мощностью более 20 м. Химический анализ проб показал содержание  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  54,2 % в сплошных рудах при соотношении  $\text{Cr}_2\text{O}_3 / \text{FeO}$  — 3,1.

В наименее изученном **Уксунайском массиве**, сложенном аподунитовыми и апогарцбургитовыми серпентинитами, горными выработками выделены серпентиниты с вкрашенностью хромшипинелидов ( $\text{Cr}_2\text{O}_3$  от 0,8 до 26,95 %) и редко линзы, гнезда сплошных и густовкрапленных руд, содержащих до 53,17 %  $\text{Cr}_2\text{O}_3$ . На площади массива известны металлометрические ореолы с повышенными содержаниями хрома от 0,3 до 1 % и шлиховые пробы с содержанием хромшипинелидов в количестве 60—95 % от веса электромагнитной фракции.

От других массивов Салаира Уксунайский отличается тем, что расположен внутри крупной гравитационной и магнитной аномалии. Предыдущие исследователи на этом основании предполагали наличие здесь массива штокобразной формы и значительных размеров. Позднее объяснение физических полей этих аномалий стали искать в расшифровке вещественного состава пород массива, предполагая наличие плотных и высокомагнитных дифференциатов внутри него, возможно, ликвационных железных руд. Ни на одном из гипербазитовых массивов Салаира не отмечено такой высокой и повсеместной концентрации хромита в шлихах и металлометрических пробах, как на Уксунайском массиве. Но, несмотря на большой объем горных работ, вопрос о хромитоносности гипербазитов однозначно не был решен, поскольку шурфы, как правило, были

пройдены только до коренных пород или же остановлены в коре выветривания. О возможном наличии крупных масс хромитов говорит локальная гравитационная аномалия внутри серпентинитов. Аномалия выделена при анализе гравиметрического профиля, пересекшего массив. Амплитуда локальной аномалии  $\Delta g$  составляет около 3 мГл, ширина — 500 м. Для сравнения отметим, что гравитационная аномалия от известных хромитовых руд на Успенском массиве имеет амплитуду 0,45 мГл. Природа гравитационной аномалии с большой долей вероятности интерпретируется нами как значительные концентрации хромитов. Повышенные значения магнитного поля в районе гравитационной аномалии позволяют предполагать здесь меридионально вытянутый блок аподунитовых серпентинитов.

**Белининский массив** — самый крупный гипербазитовый массив Салаира, расположенный в его южной части на водоразделе рек Чумыш и Шалап, вытянут в субмеридиональном направлении на 25 км при ширине от 0,8 до 4 км, площадь составляет около 50 км<sup>2</sup>. Массив сложен аподунитовыми и апогарцбургитовыми серпентинитами, на хромиты не изучался, все данные получены попутно при изучении кор выветривания на никель и кобальт. Здесь, в коре выветривания по серпентинитам, в 32 скважинах была обнаружена редкая хромитовая вкрашенность (10—25 %), а в 134 скважинах — убогая (3—5 %). Мощность интервалов с вкрашенностью хромитовых руд достигает 35—56 м. Содержание  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  колеблется от 0,18 до 15,35 % и составляет в среднем по массиву 1,04 %.

На дневной поверхности в коренном залегании известна лишь одна крупная зона хромитов, расположенная в центральной части массива в верховьях руч. Белининка. Протяженность хромитоносной зоны 500 м, ориентирована она в субширотном направлении. Рудопроявления представлены линзами массивных хромитовых руд (8×1,5 м) и зоной брекчированных жил густовкрапленных, реже массивных руд (мощность зоны 18 м). Содержание  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  в рудах составляет от 29,42 до 63,3 %. Перспективы Белининской группы массивов не раскрыты, здесь воз-

**Средние содержания основных компонентов в хромитовых рудах Салайра**

Компонент	Содержание, %			Количество проб
	от	до	среднее	
$\text{Cr}_2\text{O}_3$	30,0	63,3	50,36	42
$\text{FeO}$ (пересчет)	2,2	21,8	14,70	33
$\text{SiO}_2$	0,2	16,8	5,29	30
$\text{MgO}$	3,8	21,7	13,75	28
$\text{Al}_2\text{O}_3$	1,1	22,3	10,79	26
$\text{Fe}_2\text{O}_3$ (вал.)	2,84	24,3	17,20	33
$\text{CaO}$	0,1	0,5	0,31	18
$\text{TiO}_2$	0,03	0,23	0,10	6
П.п.п.	0,4	21,6	5,02	12

можно обнаружение крупного месторождения хромитов.

Элювиально-делювиальные россыпи валунчатых хромитовых руд отмечаются на всех массивах в виде скоплений обломков и часто занимают большую площадь. Сравнительно крупные (более 70 000 м<sup>2</sup>) россыпи валунчатых руд откартированы в восточных контактах на Тогул-Сунгайском и Успенском массивах. Свалы хромитовых руд имеют площадное распространение и образуют продуктивные горизонты в рыхлых образованиях мощностью от 0,3 до 3 м. Обломки руд неокатанные или полуокатанные, редко окатанные. Размер их колеблется от крупности щебня до 1 м<sup>3</sup>, а вес иногда достигает 2 т. Руды представлены густовкрапленными, вкрапленными и сплошными массивными разностями. Содержание  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  в них колеблется от 42,1 до 54,4 %. Хромшпинелиды в заметных количествах зафиксированы при опробовании рыхлых отложений как на площади массивов, так и на сопредельных территориях. Шлиховые россыпи располагаются в субмеридиональной полосе, которая локализуется между Тягунской и Аламбайской ветвями пояса и в основном тяготеет к системе рек Степной Аламбай и Северный Тогул. Здесь выделено 11 россыпей с содержанием хромшпинелидов от 500 г/м<sup>3</sup> и до 1564 г/м<sup>3</sup>. Ширина россыпей 150—200 м, протяженность более 4 км. Помимо хромшпинелидов во всех россыпях присутствуют магнетит, лимонит, эпидот, ильменит, гранат, амфибол, рутил, циркон, киноварь, дистен, шеелит, золото, платиноиды.

Все гипербазитовые массивы почти пол-

ностью перекрыты остатками площадной и линейной кор выветривания, мощность которых достигает 150 м. Представлены они дезинтегрированными выщелоченными обожренными и окремненными серпентинитами, структурными и бесструктурными охрами и нонtronитовыми глинами по серпентинитам. Повсеместно в продуктах коры выветривания отмечаются реликтовые зерна хромшпинелидов и повышенное содержание  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  как в охрах, так и в нонtronитовых глинах. На Успенском массиве содержание окиси хрома в продуктах кор выветривания достигает 14,06 % (глина) и даже 47,65 % (охры). На Тягунском массиве содержание  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  как в охрах, так и в нонtronитовых глинах колеблется от 1,5 до 8,26 %, при среднем содержании — 4,62 %. На Тягун-Таловском массиве в никеленосных охрах содержание окиси хрома от 3,22 до 7 %, при среднем содержании 5 %. На Белининском массиве в нонtronитах содержание  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  колеблется от 0,26 до 30,19 %, при среднем содержании 8,04 %, а в никеленосных охрах содержание  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  от 0,18 до 15,35 % (в среднем по массиву — 1,04 %).

Химические анализы руд (таблица) и монофракций хромшпинелидов показывают, что большинствоrudопроявлений Салайра содержат пригодные для промышленности металлургические и огнеупорные сорта руд. Это маложелезистые, высоко- и среднехромистые, а также легкообогатимые сорта. Низкосортные железистые разности отмечены лишь на Макарихинском массиве. Сорта руд, используемые в производстве огнеупоров, имеются на Тогул-Сунгайском и Успенском массивах. Наиболее высококачествен-

ные металлургические сорта характерны для Белининского массива.

Минералогический состав руд довольно прост. Главные минералы — хромшпинеллы (магнохромит, хромпикотит, хромит, субферрихромит и алюмохромит), серпентин (антигорит, хризотил), иногда оливин. Реже присутствуют сульфиды — пирротин, пирит. Для зоны выветривания характерны лимонит, аморфный магнезит, халцедон, окислы марганца, никелевые гидросиликаты, нонtronит.

Таким образом, в пределах Салаира на площади крупных массивов гипербазитов установлены многочисленные проявления и небольшое по запасам месторождение (Успенское) хромитов. Известные рудопроявления сопровождаются комплексом геофизических аномалий. Имеющиеся геофизические материалы позволяют рассматривать гипербазиты Салаира как перспективные на хромитовые руды.

Хромовое оруденение на всех рудопроявлениях представлено вкрапленными (от бедных до густовкрапленных) и массивными разностями руд. Среди рудных концентраций выделено два типа: первичные, или эндогенные, и вторичные, или экзогенные. Относительно полно изучены рудные тела лишь со сплошными и густовкрапленными рудами, содержание  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  в которых достигает более 50 %. Они легко обогащаются с получением кондиционного кон-

центратов и имеют оптимальное соотношение  $\text{Cr}_2\text{O}_3/\text{FeO}$ .

Бедные вкрапленные руды (10—30 %  $\text{Cr}_2\text{O}_3$ ) изучены слабо и в практическом плане не рассматривались. С учетом их широкого распространения, наличия гравитационно-флотационной схемы обогащения, при которой получают кондиционный концентрат с содержанием  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  50—52 %, и, наконец, благоприятного географо-экономического положения Салаира, очевидна необходимость проведения геолого-поисковых и разведочных работ с целью выявления месторождений хромитов средних, а, возможно, и крупных масштабов.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Волохов И.М. Лысогорский габбро-пироксенит-дунитовый интрузивный комплекс Западного Саяна. — Новосибирск: Наука, 1963.
2. Коновалова О.Г., Прусевич Н.А. Дунит-гарцбургитовые массивы Кузнецкого Алатау и Салаира. — Новосибирск: Наука, 1977.
3. Кузнецов В.А. Гипербазитовые пояса Саяно-Алтайской горной системы // ДАН СССР. 1948. Т. 60. № 2. С. 275—304.
4. Пинус Г.В., Кузнецов В.А., Волохов И.М. Гипербазиты Алтая-Саянской складчатой области. — М.: Изд-во АН СССР, 1958.
5. Усов М.А. Гипербазитовая формация Западной Сибири / Сборник, посвященный 50-летию научной и педагогической деятельности академика В.А.Обручева, Т. II. — М.: Изд-во АН СССР, 1939. С. 59—78.

A.F.Bych, K.V.Tarakanov, Ye.I.Kizilov

#### CHROMITE-BEARING ULTRAMAFICS IN THE SALAIR AREA

*The reflection of hypermafic-related chromite ore depositional features in physical field patterns in analyzed. Data on the shape, structure, texture and composition of orebodies are presented. It is concluded that the area is most promising for disseminated economic ores.*

УДК 553.323 (571.17)

© А.Ф.Быч, А.И.Батырев, 1998

## МАРГАНЦЕВЫЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ КЕМЕРОВСКОЙ ОБЛАСТИ

А.Ф.БЫЧ (АО "Запсибгеология"), А.И.БАТЫРЕВ (Южсибгеолком)

*Рассмотрены марганцевые месторождения Кемеровской области, со средоточенные в горном обрамлении Кузбасса, показаны их стратиграфическая приуроченность, закономерности распространения и перспективность. Впервые установлена связь литиевого оруденения с марганцем окисленных руд Центрального Салаира и Кузнецкого Алатау.*

Кемеровская область расположена в западной части Алтая-Саянской складчатой области (АССО). Основные геологические структуры этой территории — Кузнецкий Алатау, Горная Шория, Салаир, Кузбасс, Томь-Колыванская зона и Назаровская впадина — отличаются друг от друга по строению, составу слагающих их геологических формаций, а также по характеру марганценосности.

Месторождения и рудопроявления марганцевых руд в основном связаны с областями горного обрамления Кузнецкой котловины и выявлены еще в начале текущего столетия. К их числу относятся Дурновское месторождение на Салаире, Чеболдагское и Бостокское в Горной Шории и ряд мелких рудопроявлений в Кузнецком Алатау.

Открытие в 1939 г. К.В.Радутиным Усинского месторождения карбонатных руд марганца в Кузнецком Алатау послужило мощным стимулом к постановке геолого-поисковых работ на сопредельных территориях в последующие годы.

В последние десятилетия поисково-разведочные работы на территории Кемеровской области проводились в небольшом объеме, однако был накоплен достаточно обширный материал по марганценосности и обнаружены месторождения и рудопроявления (Кайгадатское, Пезасское, Сунгайское, Черноусинское, Пыхтунское и др.). Всего на рассматриваемой территории установлено более 500 точек проявлений марганца, подавляющее большинство которых представлено окисленными рудами, приуроченными к корам выветривания.

На основе накопленного к настоящему времени фактического материала по марганценосности установлено два типа марганцеворудных концентраций: первичные — морские

вулканогенно-осадочные, связанные с отложениями докембра и палеозоя, и вторичные — мезо-кайнозойских кор выветривания, развитые на головах пластов первичных руд и пород с повышенным содержанием марганца.

Анализ стратиграфических разрезов марганценосных районов западной части АССО свидетельствует о довольно четкой приуроченности марганцевых руд и марганцовистых пород к основным стратиграфическим уровням. Самый древний марганценосный уровень наиболее четко проявлен и относительно хорошо изучен в южной части Кузнецкого Алатау (в других областях отложения этого уровня либо не известны, либо не выходят на дневную поверхность). Он приурочен к зоне перехода от карбонатных отложений марухинской свиты нижнего рифея к существенно вулканогенным породам колтасской свиты нижнего—среднего рифея. Зона представлена кремнисто-карбонатно-туфовой пачкой мощностью 250—350 м, залегающей в основании разреза колтасской свиты. Пачка сложена чередующимися слоями черных тонкослоистых туфоизвестняков, углисто-кремнистых сланцев, туфов среднего—основного состава. Марганцевая минерализация обусловлена либо примесью марганцовистых гранатов и пироксенов (Петровское проявление), либо присутствием линзочек родохрозита (Карасукское, Талагольское проявление), либо наличием марганцовистых карбонатно-кремнистых конкреций (Бельсинское проявление). Она связана с углисто-кремнистыми сланцами, среди которых распространены слабомарганцовистые (1—6 % MnO) и фосфатные (1—10 % P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) прослои.

Второй марганценосный уровень связан

с кремнисто-карбонатной толщей среднего рифея (кабырзинская свита), представленной ритмичным переслаиванием обломочных известняков, углисто-кремнистых сланцев и прослоев туфов среднего—основного состава. Марганцевое оруденение локализуется в углисто-кремнистых горизонтах. С этим уровнем связаны проявления в Горной Шории (Остьгольское), на Салаире (Жуланихинское, Степной Тогуленок) и в Кузнецком Алатау (Белоусинская группа, Кузедеевское, Алзаское, Кундусяульское и др.).

Третий марганценосный уровень приурочен к вулканогенно-карбонатным отложениям алданского яруса нижнего кембрия. Марганценосные типы разрезов нижнего кембрия: существенно вулканогенный, известняково-кремнисто-вулканогенный и туфогенно-кремнисто-карбонатный. На этом стратиграфическом уровне находится единственное в Западной Сибири крупное Усинское месторождение марганцевых руд. Месторождение расположено в среднем течении р.Усы в 56 км к востоку от г.Междуреченска. Оно детально разведано, и его запасы утверждены в ГКЗ СССР в 1956 г. Площадь месторождения разделяется на Правобережный и Левобережный участки. На продолжении Левобережного участка к югу выделяется участок Ажигол. Первичные марганецодержащие карбонатные рудные тела имеют пластовый характер, круглое падение ( $70-85^\circ$ ), сложены родохрозитовыми, хлорит-родохрозитовыми и мanganокальцитовыми разностями. Рудная пачка карбонатных руд марганца состоит из 13 пластов мощностью от 2,5 до 14 м, разделенных междурудными прослойками мощностью от 0,3 до 6 м. Суммарная мощность рудных пластов составляет 110 м. Размеры рудной пачки по простираннию 190—1300 м, по падению от 50 до 470 м. Качество карбонатных руд: среднее содержание Mn — 19,35%; P — 0,177%; S — 1,09%. Окисленные руды в коре выветривания по первичным рудам и марганцовистым породам наиболее широко развиты на Левобережном и Ажигольском участках, на Правобережном участке они сохранились в незначительных количествах. Руды представлены псиломелановыми, вернадитовыми, пиролузитовыми разностями. Среднее содержание марганца в них составляет 28,87%, фосфора — 0,268%, серы — 0,05%.

Технологические свойства карбонатных руд марганца до конца не изучены; по данным технологических исследований, принципиально возможно получение марганцевых концентратов с содержанием Mn 40—60 %. До уровня р.Усы возможна отработка запасов на месторождении открытым способом.

На этом же уровне находятся Мазульское, Черно-Усинское, Кия-Шалтырское, Натальевское, Семеновское и другие проявления марганца, а также Дурновское месторождение, на котором в последние годы развернуты добывающие работы.

В районе Дурновского месторождения развиты образования нижнего и верхнего кембрия и ордовика, слагающие северо-восточную часть Урско-Бачатской антиклиналии. Руды марганца приурочены к зоне перехода вулканогенно-терригенных образований петчеркинской свиты к существенно карбонатным отложениям анчешевской свиты. Рудная пачка мощностью около 80 м сложена туфами, прослойками мраморизованных известняков, железистых марганцовистых яшм и линзообразными пластами гаусманит-браунитовых руд и перекрыта с поверхности железомарганцевой "шляпкой". Первичные руды сложены главным образом браунитом (40—70%), присутствуют также гематит, мanganocalцит, иногда родохрозит. Химический состав руд, в %: Mn — 18—28,9; S — 0,16—1,2; P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> — 0,24—0,98; SiO<sub>2</sub> — 6,18—26,8; Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> — 1,32—4,8; Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> — 4,3—18,6; CaO — 7,6—16,0; MgO — 0,9—21,7; BaO — 1,5—5,7; ппл. — 9,9—21,3. Вторичные окисленные руды располагаются в верхних горизонтах месторождения и достигают глубины 40—60 м. Они состоят в основном из псиломелана. Химический состав руд, в %: Mn — 20—44,7; S — 0,03—3,7; P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> — 0,01—1,16; SiO<sub>2</sub> — 2,5—7,9; Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> — 3,9—26,5; BaO — 0,65—19,3. Прогнозные ресурсы месторождения оцениваются в 2,5 млн. т.

В полях развития отложений раннего кембрия в Кузнецком Алатау, Горной Шории и на Салаире известны также многочисленные шлиховые и металлометрические ореолы марганца.

Приведенные примеры, а также данные поисковых и съемочных работ позволяют рассматривать карбонатные и осадочно-вулканогенные толщи нижнего кембрия запад-

ной части АССО как перспективные на марганцевые руды.

Среднекембрийско-ордовикский марганценосный уровень изучен очень слабо. К нему относятся проявления, расположенные в легкодоступных районах северо-восточного Салаира и северной части Кузнецкого Алатау, представленные окисными соединениями марганца, локализующимися в терригенных кембро-ордовикских отложениях. Последние сложены сургучно-красными кремнисто-серпентитовыми сланцами и яшмовидными, переходящими в кремнисто-гематитовые роговики. В некоторых из них, по данным спектрального анализа, марганец содержится в количестве от 1 до 10 % (Засурьинское, Усихинское и др. проявления).

В последние годы при геолого-съемочных и поисковых работах в полях распространения существенно вулканогенных отложений чумайской свиты (междуречье рек Кожух и Чумай на севере Кузнецкого Алатау) обнаружены Верхнекайгадатское проявление и Кайгадатское месторождение железомарганцевых руд. Оруденение на этих объектах локализовано в туфогенно-эффузивной толще. Рудные тела представляют собой невыдержаные по мощности (от 3 до 18 м) пласты, которые, по данным бурения колонковых скважин, горных выработок и находок в эловии, делювии и аллювии, трассируются по простиранию более чем на 10 км при ширине рудоносной полосы около 1—2 км. Содержание полезных компонентов, по данным бороздового опробования рудных пластов, колеблется: MnO — от 1,7 до 26,0 %; Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> — от 14,48 до 21,87 %. Полученные результаты на проявлениях, а также многочисленные находки руд марганца в делювии, эловии, шлиховые и металлометрические ореолы в полях развития отложений чумайской свиты позволяют предполагать возможность обнаружения в этом районе промышленных месторождений комплексных железомарганцевых руд. К тому же факт выявления промышленных скоплений железомарганцевых руд заставляет с новых позиций рассматривать марганценосность среднекембрийско-ордовикских отложений как в Кузнецком Алатау, так и Салаире, где широко распространены образования этого возраста. Примером может служить Черемшансское рудопроявление, которое находится

в 7 км южнее с. Кулебякино. Здесь в средней части разреза пещеркинской свиты среди эффузивно-туфогенных пород в коренных выходах фиксируется марганценосная пачка, которая вмещает семь пластов яшмовидных железомарганцевых руд общей мощностью около 20 м. Опробованием установлено, что содержание MnO составляет от 2 до 14 %. Общая мощность пластов с содержанием MnO 10—12 % составляет более 8 м. Руды представлены браунитом, мanganокальцитом, гематитом и минералами группы псиломелана. По структурно-текстурным особенностям и вещественному составу они аналогичны рудам Кайгадатского месторождения.

Рудопроявления девонского уровня марганценосности распространены на западе Горной Шории и в Томь-Кольванской зоне. Большое число рудопроявлений марганца зафиксировано в Коргоно-Убинском среднепалеозойском межгорном прогибе. Почти все они локализованы в осадочно-вулканогенной липаритовой формации эйфельского возраста. Марганцевые проявления приурочены к осадочным пачкам среди вулканитов кислого состава. В Коксинско-Холзунском железорудном районе установлено три марганценосных горизонта, два из них стратиграфически ниже железорудного горизонта, третий пространственно с ним совмещен. Наиболее интересными для поисков руд марганца являются проявления: Прозрачное, Ночная Коксу, Кульду, Раскатинское, Черноубинское, Северо-Холзунское.

Марганценосность девонских отложений на западе Горной Шории изучена слабо. По данным геолого-съемочных работ, известны отдельные выходы известняков с содержанием марганца 1—10 % (Антроповское проявление).

В Томь-Кольванской зоне известны "омарганцованные" песчаники, содержащие, по данным спектрального анализа, от 1 до 10 % марганца (проявление Изылы и др.), родохрозитовые руды с содержанием MnO до 22 % (Нижнеяшкинское проявление), шлихи с родохрозитом и донные пробы с содержанием марганца по спектральным анализам до 3 %. Всего в этом районе, по данным геологической съемки масштабов 1:200 000 и 1:50 000, обнаружено более 40 проявлений.

В последнее время, в связи с повторным изучением Орского проявления манганосидеритов, которые ранее относились к инфильтрационному типу и считались неперспективными, сделан вывод о вулканогенно-осадочном генезисе руд, что значительно повышает общие перспективы этой области. Учитывая это, наиболее благоприятными для поисковых работ на железомарганцевые и марганцевые руды следует считать площади развития отложений верхнего девона в бортовой части Томь-Кольванской складчатой зоны.

На южных и восточных окраинах Кузбасса известны проявления марганца, приуроченные к карбонатным и терригенным породам (проявление Большой Теш), а на юге Кадринско-Баратальской структурно-формационной зоны Горного Алтая в делювии встречены карбонатные руды с содержанием оксида марганца до 30 %. Породы этого стратиграфического уровня на марганцевые руды совершенно не изучены.

Мезо-кайнозойские континентальные формации, развитые в пределах впадин, окружающих горные сооружения Алтай-Саянской складчатой области, малоперспективны на марганцевые руды. Здесь известен ряд незначительных по масштабу озерно-болотных проявлений железомарганцевых руд четвертичного возраста. Марганцевое оруденение широко представлено в корах выветривания мезо-кайнозойского возраста. С ними связана основная масса выявленных рудопроявлений, большая часть из которых не имеет практического значения. В то же время следует иметь в виду, что формирование коры выветривания по первичным марганцовистым породам и рудам на известных месторождениях (Усинском, Мазульском и Дурновском) приводит к образованию более богатых окисленных руд марганца.

В Горной Шории, в пределах Бийской гряды, известны и собственно гипергенные месторождения: Чеболдагское и Бостокское. Они представляют собой невыдержаные по мощности залежи (в виде карманов, линз и бесформенных скоплений) псиломелановых и лимонит-псиломелановых руд с содержанием MnO — 13—21 %, F<sub>2</sub>O<sub>3</sub> — 4—17 % и P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> — 0,1—1 %. Запасы наиболее изученного Чеболдагского месторождения по данным поисково-разведочных работ, составля-

ют 21 тыс. т. Перспективы обнаружения более крупных месторождений, связанных с корами выветривания, существуют как в Горной Шории на Алтае, так и на Салайре и Кузнецком Алатау. В этих районах достаточно широко развиты докембрийские и нижнепалеозойские марганценосные отложения и повсеместно отмечаются образования коры выветривания. В частности, в последние годы на Сунгайском хребте в кварцитовой коре выветривания выявлено Сунгайское месторождение.

**Сунгайское месторождение** и проявления окисленных руд марганца в Сунгайском районе сформированы гипергенными процессами при образовании коры выветривания на "головах" слабомарганцовистых вулканогенных карбонатно-кремнистых пород аламбайской свиты венда — нижнего кембра. Руды приурочены к кварцитам, которые перекрывают пластом древние отложения и слагают водораздельные части Сунгайского хребта. Марганцевые и железомарганцевые руды образуют относительно некрупные линзовидные, карманообразные и неправильной формы тела, локализованные в зоне обогренных кварцитов. Рудные тела прослежены на глубину более чем на 50 м, мощность их колеблется от 0,5 до 25 м, протяженность достигает 500 м. По минеральному составу среди руд выделяются: голландит-криптомелановые, литиофоритовые, пиролузитовые и криптомелан-голландит-литиофоритовые. Среднее содержание MnO составляет 13,3 %, соотношение Mn : Fe = 3,95; содержание фосфора на 1 % марганца составляет 0,0022 %.

Криптомелан-голландит-литиофоритовые и литиофоритовые руды весьма интересны на предмет литиевой минерализации, связанной с окисленными рудами марганца, которая выявлена Литологической партией Южсибгеолкома при проведении поисковых работ в юго-западной части Салайра (Сунгайское месторождение) и на севере Кузнецкого Алатау (Акельское проявление). Как в первом, так и во втором случае литиофоритовые брекчики связаны с полями развития кварцитов, приуроченных к корам выветривания. Литературные данные свидетельствуют, что литиофорит формируется в коре выветривания и образует обычно незначительные стяжения, тончайшие корочки, скопления кристаллов и натечные агрегаты

(размер — первые миллиметры) между зернами основных минералов марганцевых руд. В продуктах кор выветривания литиофорит был обнаружен на месторождении Шнеберг (США), а также описан на юго-западном Присалайре (по р. Чумыш), на Белининском массиве, а в последнее время — в центральном Салаире (Сунгайская площадь) и в Кузнецком Алатау по р.Акел [2, 3].

На Сунгайском месторождении литиофоритовая минерализация была обнаружена при изучении проб, отобранных из керна скважин и из горных выработок при проведении поисковых и разведочных работ на марганец. Литийсодержащие марганцевые руды связаны с кварцитами, которые пространственно тяготеют к полям развития вулканогенно-осадочных толщ позднего докембия и раннего кембия. Кварциты образуют неправильные, удлиненной формы тела с пережимами и раздувами. Они достаточно хорошо картируются по коренным выходам, элювиально-делювиальным развалам, надежно дешифрируются на аэрофотоснимках, а также фиксируются геофизическими методами (ВЭЗ, ВЭЗ-ВП, СЭП). Литийсодержащие марганцевые руды локализуются в сильно подобленных трещиноватых участках кварцитов и имеют в основном прожилково-брекчевую структуру. Реже встречаются сплошные землисто-сажистые и колломорфные образования.

Марганцевые руды, часто брекчевые видные, представлены окисленными марганцевыми минералами, имеют прожилково-гнездово-вкрашенную текстуру, гипидиоморфно-нозернистую и колломорфно-зональную структуру. Минералы марганца, содержащие литий, цементируют в виде сплошных масс обломки кварцитов, составляя при этом 25—80 % общей массы породы. Здесь же присутствуют гидроксиды железа и гидрослюды.

Минералогический анализ 50 анишлифов, отобранных на Сунгайском месторождении (скважины, канавы и шурфы), показал, что в 28 из них марганец представлен голландином и криптомеланом, в 9 — пиролюзитом, в 11 анишлифах установлен литиофорит, в 11 — гётит и гидрогётит. Гематит наблюдался в двух анишлифах. Минералогические заключения подтверждены термическим и рентгеноструктурным анализами.

Особого внимания заслуживают брекчии кварцитов, в которых установлен литиофорит. Криптомелан, голландин и литиофорит в брекчиях цементируют остроугольные обломки кварцитов, при этом цемент составляет 20—30 %, а иногда 80 % объема породы. Литиофорит с общей формулой  $(Al, Li)MnO_2(OH)_2$  содержит  $Li_2O$  в пределах 0,3—1,5 %. Химический состав по трем штрафным пробам показал следующие содержания основных компонентов, в %:  $Li_2O$  — 0—0,107;  $SiO_2$  — 73,18;  $Al_2O_3$  — 6,03;  $MnO$  — 8,93. Статистическими подсчетами установлено, что на Сунгайской марганценосной площади 20 % рудной массы представлено рудами, содержащими литиофорит, следовательно, Сунгайское месторождение можно рассматривать как перспективный источник лития с ресурсами порядка нескольких десятков тысяч тонн металла.

В пределах Кузнецкого Алатау породы с литиофоритовой минерализацией выявлены в аллювии и делювии (в шлиховой закопушке) верховьев р.Акел. Здесь развиты образования докембия и связанные с ними кварциты коры выветривания. Литийсодержащие породы представлены брекчиями, сложенными остроугольными обломками светло-серых микрокварцитов размером от 0,3—0,5 см до 1—5 см, сцементированных литиофоритом, идентифицированным рентгеноструктурным анализом и под микроскопом в анишлифах. Цементирующая масса брекчий, сложенная литиофоритом, составляет 20—30 % объема породы. Литиофорит образует колломорфные стяжения с чередованием раскристаллизованных и сажистых зон. Агрегаты минерала мелкозернистые с размером зерен менее 0,01 мм. Химический анализ одной пробы брекчии из делювия показал следующие содержания компонентов (%):  $Li_2O$  — 0,104;  $SiO_2$  — 73,13;  $Al_2O_3$  — 5,05;  $MnO$  — 8,83. По данным спектрального анализа, в этой же породе содержатся (%):  $Ni$  — 0,3;  $Co$  — 0,16;  $Zn$  — 0,05;  $Cu$  — 0,5;  $La$  — 0,002;  $Y$  — 0,0003;  $Nb$  — 0,001. Образование литиофоритовой брекчии, как и на Салаире, связано с корами выветривания, наличие которых на водоразделе р.р.Акел—Кучуманда—Кожух площадью 50  $km^2$  подтверждается находками обломков бобовых гиббситовых бокситов и бурых железняков с каолинитом, содержащих иногда при-

месь гиббсита. Коры выветривания здесь развиты по метаморфическим сланцам, интрузивным телам кислого, среднего и основного состава, а также распространенным по площади горизонтам осадочных кварцитов.

Известно, что литиофорит, наряду с другими литийсодержащими минералами, согласно требованиям промышленности к литиевому сырью, может служить источником лития. Как уже отмечалось, литиофоритовая брекчия содержит до 0,1 % Li<sub>2</sub>O, сам же минерал может содержать Li<sub>2</sub>O до 1,5 %. С учетом резкого различия физико-химических свойств составляющих брекчию компонентов, обогащение этих пород с получением чистого литиофорита не представляет трудности с помощью простой гравитационной флотации. В соответствии с мировой практикой, содержания лития в различных промышленных типах месторождений (редкометальные граниты известково-щелочного ряда, граниты сподумен-микроклин-альбитовые и редкометальные коры выветривания) колеблются от 0,1—0,3 до 0,4—0,9 %; еще более низкие содержания лития (0,002—0,08 %) считаются промышленными в рапе и термальных водах. Таким образом, можно видеть, что содержания лития в литиофоритовых породах сопоставимы с содержаниями его в породах разрабатывающихся месторождений традиционных типов. Извлечение лития из простого соединения (Al, Li)MnO<sub>2</sub>(OH)<sub>2</sub> не представляет технических трудностей, поскольку к настоящему времени разработано множество технологических методов его добычи из пород с силикатной основой.

Исходя из изложенного, можно резюмировать следующее: на Салаире и в Кузнецком Алатау в широко развитых здесь корах выветривания возможно наличие достаточно крупномасштабной литиевой (и другой редкометальной) минерализации.

Учитывая большой интерес к литиевому сырью, авторы рекомендуют провести прогнозную оценку кор выветривания и специализированные поисковые работы на литий (и другие редкие элементы) с целью установления масштабов уже выявленной минерализации и детального опробования с определением промышленной значимости оруденения данного типа на двух площадях:

1. Юго-западный Салаир (Шалапско-Сунгайская площадь) — поля развития пород докембрия и нижнего палеозоя и связанные с ними марганцевосные кварциты коры выветривания.

2. Северо-западная часть Кузнецкого Алатау (Акел-Белоосиповская площадь) — поля развития отложений докембрия и связанные с ними продукты кор выветривания.

Анализ рудоносности всех марганцевосных уровней позволяет установить следующие общие черты:

преобладающий карбонатный состав марганцевых руд;

приуроченность рудных концентраций к сланцево-карбонатным (кремнисто-карбонатным) и осадочно-вулканогенным (терригенно-эффузивным) породам в разрезе;

постоянное присутствие примеси пирокластического материала, прослоев туфов среднего—основного состава и обилие углистого материала во вмещающих породах и рудах. Судя по составу пирокластов и вмещающих вулканогенных толщ, можно сделать вывод об андезито-базальтовом характере магмы. Вулканическая деятельность, по-видимому, была синхронна рудоакоглинию;

наличие тонкослоистых, ритмично-слоистых текстур и преобладание алевролитовой и псаммитовой структур обломочной составляющей.

Вещественный состав и структурно-текстурные особенности марганцевосных пачек и рудных горизонтов свидетельствуют об образовании их в условиях относительно глубоководного морского бассейна. Текстуры руд и гранулометрический состав обломочной составляющей отвечают спокойным условиям седиментации, приводившим к формированию тонкослоистых преимущественно пелитовых и алевритовых осадков.

Источником рудного вещества, очевидно, служили гидротермальные растворы, обогащенные марганцем, фосфором, железом, серой и кремнекислотой. Они поступали либо из источников, расположенных непосредственно в вулканогенной зоне, и давали рудные концентрации при некоторой стабилизации вулканической активности (минимальное поступление лавового, пирокластического и обломочного материала в бассейн седиментации), либо из источников, связанных с подновлением близлежащих зон глубинных разломов. Это

подновление, очевидно, было синхронным с активизацией вулканизма в вулканогенных зонах.

Таким образом, из изложенного выше материала можно сделать следующие выводы.

В горных районах Кемеровской области фиксируются семь марганценосных уровней. Два из них связаны с отложениями докембрия, четыре — с отложениями палеозоя и один — с мезо-кайнозойскими корами выветривания.

Все известные рудные концентрации марганца относятся к двум генетическим группам: первичные — морские вулканогенно-осадочные и вторичные — континентальные, приуроченные к молодым корам выветривания, развитым на "головах" марганценосных отложений.

Марганцевые горизонты связаны с начальной и конечной стадиями активизации вулканизма, либо с периодами стабилизации вулканической деятельности.

Ареной накопления марганца служили области относительно глубокого моря с условиями спокойной седиментации, располагавшиеся между поясом рифтового мелководья и вулканогенной зоной, либо относительно глубоководные прогибы, связанные с начальными стадиями вулканической активизации, и некомпенсированные прогибы, сформированные на заключительной стадии.

Древние (нижне- и среднерифейские) уровни марганценности в связи с кратковременным и весьма слабым проявлением процес-

сов рудообразования малоперспективны на обнаружение промышленных первичных руд марганца. Однако на площади их распространения могут быть встречены месторождения окисленных руд, приуроченных к корам выветривания, с которыми могут быть связаны литий, кобальт и никель.

Наиболее перспективен на обнаружение промышленных концентраций первичных руд марганца нижнекембрийский уровень. В Кузнецком Алатау и на Салайре на этом уровне располагаются известные Усинское марганцевое и Тамалыкское марганцево-фосфоритовое месторождения, а также марганцевая минерализация в образованиях кор выветривания.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Быч А.Ф., Батырев А.И., Шварцберг В.П. К вопросу о генезисе кварцитов юго-западного Салайра и северо-восточного Алтая / Новые данные по геологии и полезным ископаемым Алтая. (Тез. докл. конф.). — Барнаул: Изд-во Барнаульского госуниверситета, 1982. С. 21—23.
2. Быч А.Ф., Батырев А.И. О кварцитах юго-западного Салайра в связи с их промышленной пригодностью / Геологическое строение и полезные ископаемые Алтайского края (Тез. докл. конф.). — Бийск: Изд-во Барнаульского госуниверситета, 1985. С. 220—221.
3. Манаева А.В., Чубкова Т.П. Марганцевые минералы в коре выветривания гипербазитов Белининского массива и их никеленосность / Коры выветривания. — М., 1973. Вып. 13. С. 61—69.

A.F.Bych, A.I.Batyrev

#### MANGANESE DEPOSITS OF THE KEMEROVSKAYA OBLAST

*Manganese deposits situated in the mountainous framing area of the Kuznetsky basin within the Kemerovskaya Oblast are described. Stratigraphic affiliation, distribution regularities and economic promise of these deposits are discussed. First evidence of a correlation between Li ore mineralization and manganese in oxidized ores of the Central Salair and Kuznetsky Alatau is reported.*

УДК 553.493.65/.66:549.08(571.17)

© В.С.Дубский, С.М.Борисов, Е.Н.Трибунский, Г.Н.Шаров, 1998

## ЮЖНО-БОГАТЫРСКОЕ МЕСТОРОЖДЕНИЕ РЕДКОЗЕМЕЛЬНЫХ МЕТАЛЛОВ В КУЗНЕЦКОМ АЛАТАУ

В.С.ДУБСКИЙ (ГП "Запсибгеолсъемка"), С.М.БОРИСОВ, Е.Н.ТРИБУНСКИЙ, Г.Н.ШАРОВ (Южсибгеолком)

*В Кузнецком Алатау открыто уникальное по содержанию редкоземельных металлов (РЗМ) Южно-Богатырское месторождение, иттрито-ортитовые руды которого без обогащения могут быть использованы в гидрометаллургическом переделе для извлечения полезных компонентов.*

В последние три десятилетия резко увеличился спрос мировой промышленности на редкоземельные металлы. Их потребление постоянно растет (табл. 1, рис. 1) в связи с использованием в быстроразвивающихся областях производства: энергетике, металлургии, машиностроении, химической промышленности и электронике.

Применение РЗМ в создании новых материалов и электронике, вероятно, существенно увеличит ежегодный прирост их потребления [5]. Наибольшим спросом будут пользоваться средние и тяжелые редкие земли [6], которые на сегодняшний день дефицитны, поскольку традиционные промышленные источники РЗМ содержат преимущественно легкие редкие земли.

Основными производителями РЗМ являются

### 1. Динамика потребления РЗМ (тыс. т) по [5]

Страны	1960	1970	1980	1985	1989	2000*
В мире	3	17	27	31,6	41,9	57
США	2	10,5	18	22	27,7	36
Япония	0,2	1,3	3,4	4,5	5,4	10

\* прогноз на 2000 г. по данным Горного Бюро США

Китай, США и Австралия (табл. 2, рис. 2). Известно, что в мировой практике используются три главных источника редкоземельных элементов: бастнезит коренных карбонатитовых месторождений, монацит циркон-ильменитовых и ксенотим-кассiterитовых россыпей. Основные запасы редкоземельных металлов и иттрия сосредоточены в наиболее крупном месторождении

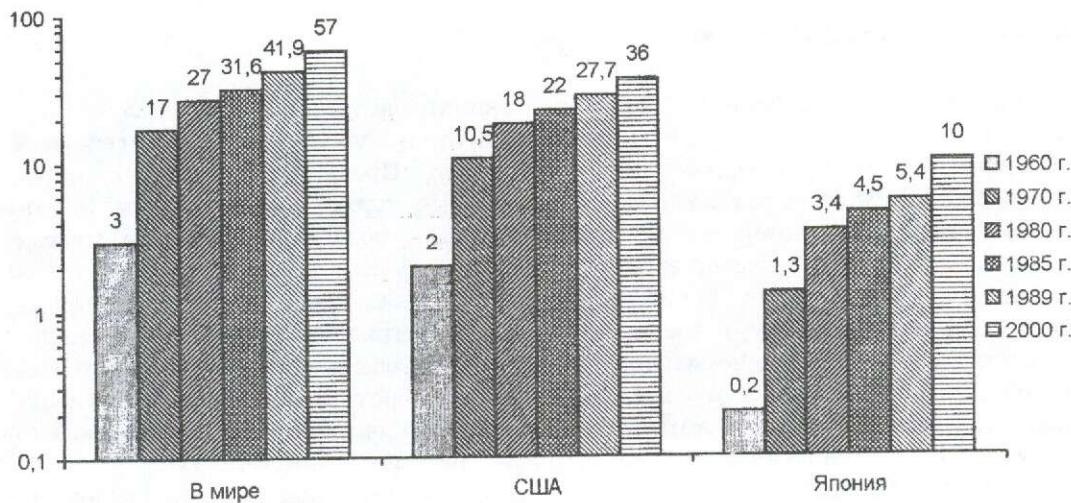


Рис. 1. Динамика потребления РЗМ (тыс. т)

## 2. Производство редкоземельных металлов (тонны) по [5]

Страна	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	Доля, %
Китай	8000	11 150	11 860	15 100	17 000	25 220	25 000	43,8
США	25 795	13 878	11 554	17 160	17 450	21 300	16 500	28,9
Австралия	8943	10 304	8152	6625	6625	7400	7500	13,1
Бразилия	1992	667	1071	1100	1100	2475	2500	4,4
Индия	2200	2200	2200	2200	2200	2200	2200	3,8
Малайзия	2448	3191	3277	3550	3550	1687	1700	3,0
Таиланд	164	135	885	840	820	1500	1500	2,6
Шри-Ланка	81	110	110	110	100	100	100	0,2
Канада	—	—	—	50	100	100	100	0,2
Итого	49 623	41 635	39 109	46 735	48 945	61 982	57 100	100

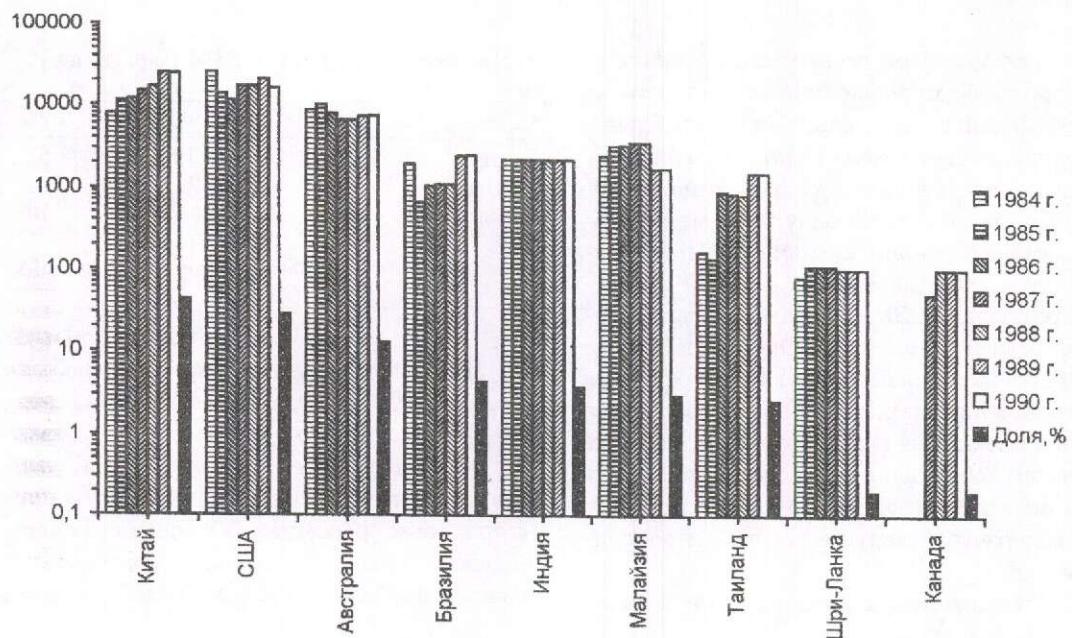


Рис. 2. Динамика производства РЗМ (тыс. т)

карбонатитов с бастнезитом Китая — Баян-Обо (табл.3).

Высокая потребность промышленности в РЗМ повлекла усиление геологоразведочных работ в этом направлении, которые ведутся как на поиск традиционных источников, так и на выявление новых типов руд. Например, в Австралии в 100 км к северу от г. Алис-Спрингс выявлено и эксплуатируется пегматитовое месторождение с запасами 1 млн т ортитовой руды с содержаниями в ортите до 20 % суммы РЗЭ [9]. Наиболее известным месторождением с большим содержанием ортита, расположенным также в Австралии, является Мэри-Кетлин. Оно эксплуатирует-

ся десятки лет, но главный получаемый компонент — уран, а РЗМ извлекаются попутно [8]. Представляют интерес гидротермальные торий-редкоземельные месторождения, особенно интенсивные поиски которых ведутся в США [6].

На сегодня нет обобщенных "открытых" данных по иттриево-редкоземельным месторождениям России, однако совершенно очевидно, что поиски и разведка нетрадиционных источников этого вида минерального сырья чрезвычайно актуальны.

Геолого-съемочные работы последнего времени выдвинули Мартайгинский золоторудный район юга Западной Сибири в раз-

## 3. Запасы редкоземельных металлов на 1991 год по [5, 6]

Страны	Подтвержденные запасы				Содержание TR <sub>2</sub> O <sub>5</sub> в руде, %	
	TR <sub>2</sub> O <sub>5</sub>		Y <sub>2</sub> O <sub>5</sub>			
	тыс.т.	%	тыс.т.	%		
Китай	48 000	50,7	200	34	5,7—6,2	
США	13 990	14,8	50	9	8,9	
Австралия	6950	7,3	90	16	16,2	
Индия	2560	2,7	38	7	0,1—3	
Канада	1047	1,1	115	20	2	
Бразилия	630	1	36,5	6	0,2—0,9	
Малави	330	<1	6,6	1	3	
Мадагаскар	330	<1	6,6	1		
Малайзия	35	<1	21	4		
Другие	21 784	23,0	12,6	2		

ряд редкоземельнометальных провинций. Здесь найдено уникальное по содержаниям РЗМ Южно-Богатырское месторождение.

Первые сведения о редкоземельнометальном оруднении в Кузнецком Алатау получены при проведении Белокаменской партией (Западно-Сибирское геологическое управление) в 1963—1965 годах геологической съемки масштаба 1:50 000 (П.А.Пономарев, 1965). Тогда было впервые описано Бекетовское рудопроявление лантана, церия и иттрия. Одновременно в этом же районе проводились исследования Березовской специализированной экспедицией (Ю.Г.Щербаков, 1965), в результате которых уран-ториевое Богатырское проявление было оценено отрицательно. Позднее, в 1984 году, при геологическом доизучении района масштаба 1:50 000 Таскыльской партией Западно-Сибирской поисково-съемочной экспедиции ПГО "Запсибгеология" были обнаружены и опробованы богатые сливные редкоземельнометальные руды в районе Богатырского проявления. После проведения в 1984—1992 гг. полевых, камеральных и аналитических работ была оценена промышленная значимость и уникальность рудных образований, совокупность которых была названа Южно-Богатырским месторождением. Тогда же было установлено, что оруднение, кроме Южно-Богатырского месторождения, сосредоточено в трех проявлениях — Бекетовском, Восточно-Бекетовском и Богатырском, образующих единый рудный узел (рис. 3).

Богатырский рудный узел расположен в пределах Берикульской рудной зоны, кото-

рая как самостоятельная и целостная золоторудная структура Мартайгинского рудного района протягивается в субмеридиональном направлении от Комсомольского рудника на севере, через Берикульское, Новоберикульское и Гавриловское месторождения рудного золота до верховьев р. Мокрый Берикуль на расстояние 40 км при ширине 6—8 км [2].

Берикульская рудная зона приурочена к пространственно сопряженным среднекембрийским вулканитам берикульской свиты трахибазальтоидного состава, дифференцированным субщелочным габброидам таскыльского и монцодиоритам малодудутского комплексов. Это долгоживущая металлогеническая структура, поскольку, кроме золотого оруднения, в ней локализованы упомянутые проявления и месторождение редкоземельных металлов, генетически связанные с раннедевонскими интрузиями щелочных сиенитов карадатского комплекса.

Южно-Богатырское месторождение расположено в южной части Берикульской рудной зоны в оперяющих структурах Мокро-берикульской зоны глубинных разломов северо-западного направления. На месторождении выявлено три рудных тела, прослеженных по простирианию на 100—200 м и падению до 50 м при мощности до 1,5 м [4]. Они локализованы в тектонизированных зонах субширотного и северо-западного направлений при пологом южном падении (30—45°) среди фельдшпатизированных лейкомонцогаббро и монцодиоритов среднекембрийского малодудутского ком-

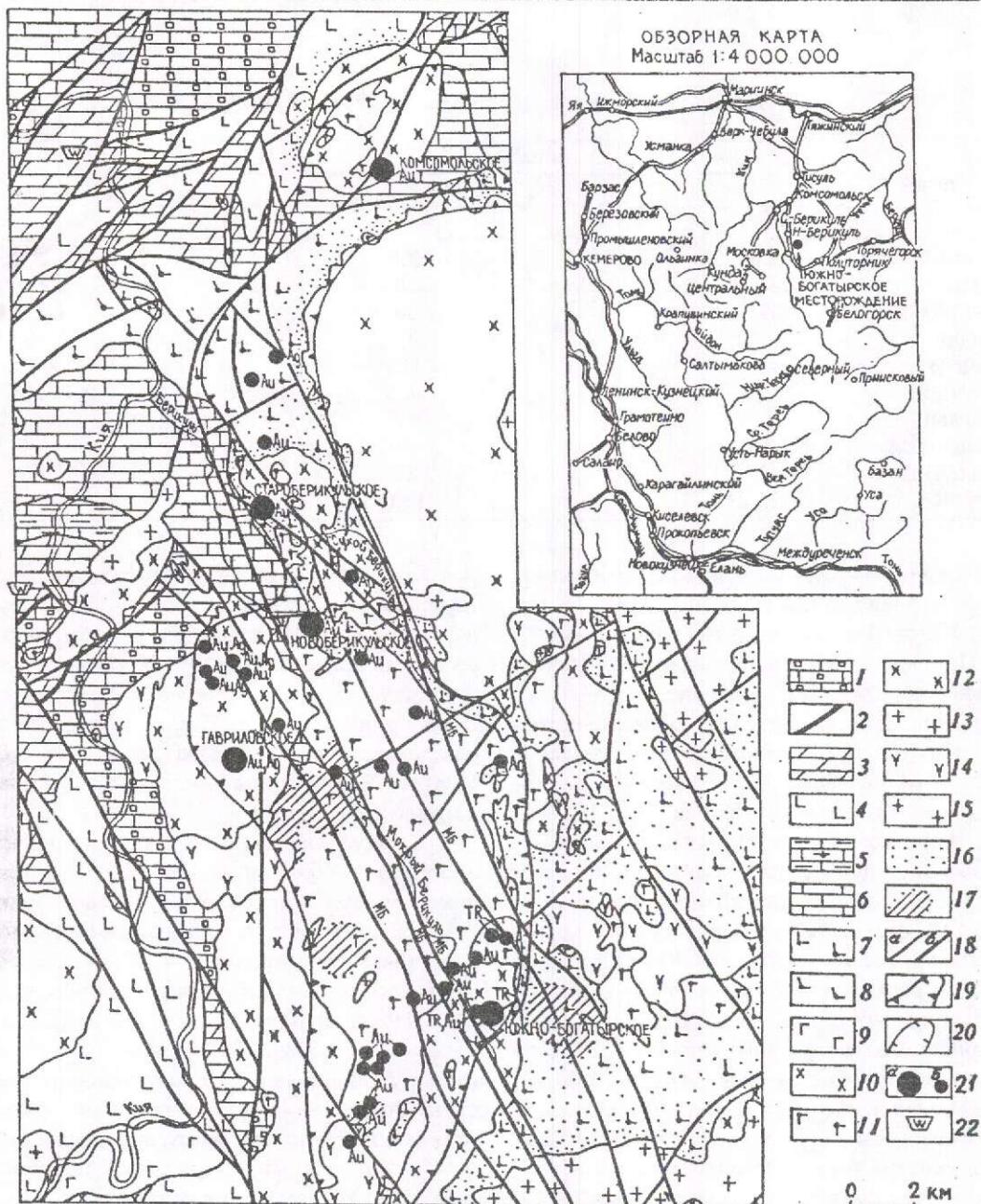


Рис. 3. Формационная схема Мартайгинского золоторудного района с элементами металлогенеза (масштаб 1:200 000).

1 — прокопьевская и малорастайская свиты ( $R_3-V$ ): битуминозные известняки, микрокварциты, уgliсто-кремнистые сланцы; 2 — амарская свита ( $V$ ): алевролиты, песчаники, конгломератобрекции, известняки; 3 — растайская свита ( $V$ ): доломиты, известняки; 4 — устьянзасская свита ( $V-E_1$ ): тuffогенные известняки, туфа-алевролиты, туфопесчаники, метабазальты, их туфы; 5 — устькундатская свита ( $E_1$ ): известняки, песчаники, алевролиты, конгломератобрекции, мергели, глинистые сланцы; 6 — усинская свита ( $E_1$ ): известняки; 7 — берикульская свита ( $E_2$ ): ксенотуфы, туфоалевролиты, туфопесчаники, метатрахибазальтоиды, их туфы и лавобрекции; 8 — палатинская свита ( $D_{1-2}$ ): метатрахибазальтоиды, их туфы, туфоалевролиты, туфопесчаники; 9 — московкинский комплекс ( $E_1$ ): серпентиниты, вебстериты, горнблендиты, габбро-широксениты, габбро, габбро-анортозиты; 10 — кундусуюльский комплекс ( $E_1$ ): меланократовые диориты, диоритодиабазы; 11 — таскыльский комплекс ( $E_2$ ): субщелочные дифференцированные габброиды; 12 — малодудетский комплекс ( $E_2$ ): монцогаббро, монцодиориты; 13 — карнаульский комплекс ( $E_3-O_1$ ): субщелочные гранитоиды, кварцевые жили; 14 — карадатский комплекс ( $D_1$ ): нордмаркиты; 15 — чебулинский комплекс ( $D_2$ ): умеренно щелочные граниты; 16 — роговики, ороговикованные породы; 17 — фельдшпатизированные породы, калишпатиты; 18 — геологические границы ( $a$ ), разломы ( $b$ ), Мокроберикульская зона линеаризации (МБ); 19 — контур Богатырского рудного узла; 21 — месторождения ( $a$ ), проявления ( $b$ ): золота (Au), золота и серебра (Au, Ag), редкоземельных металлов (TR); 22 — месторождения абразивных кварцитов.

**4. Минеральный состав и генезис руд редкоземельных металлов Южно-Богатырского месторождения по 7 образцам**

Минерал	Содержание в руде, %	Генезис
Плагиоклаз	1—5	
Роговая обманка	1—3	
Сфен	ед.з.*	Магматический
Циркон	ед.з.	
Активолит	0—5	
Рибекит	1—22	
Ортит	0—95	
Меланоцерит	20—30	
Торит	<1	
Ураноторит	<1	
Ксенотим	0,5—1	
Флюорит	0,2—10	
Анкерит	2—3	
Хлорит	2—3	
Эпидот	2—3	
Кварц	0—10	
Пирит	1—2	
Халькопирит	1—2	
Сфалерит	<1	
Молибденит	ед.з.	
Золото	ед.з.	
Шеелит	ед.з.	
Гидрослюдда	1—2	
Лимонит	<1	Экзогенный

\* ед.з. — единичные знаки

плекса в экзоконтактах мелких тел ранне-девонских щелочных сиенитов карадатского комплекса. Рудные тела, представленные меланоцерит-ортитовыми метасоматитами, имеют массивное, гнездовое и прожилково-вкрашенное сложение.

Минералого-петрографические и геохимические исследования массивных руд (лаборатории ГП "Березовгеология", Томского политехнического университета) показали, что они сложены преимущественно флюоритом, меланоцеритом и орбитом (табл. 4). Орбит является основным минералом-концентратором редкоземельных металлов и тория. По окраске выделяются четыре его разновидности: бурая, буровато-черная, черная, фиолетово-черная. Инструментальным нейтронно-активационным анализом наибольшие содержания РЗМ обнаружены в темных разностях минерала, но максимальные концентрации тяжелых РЗМ содержат-

ся в буром орбитите (табл. 5). Рентгеноструктурным анализом орбитов (табл. 6) установлено, что основные линии межплоскостных расстояний соответствуют орбиту-2 [4], по химическому составу его можно отнести к иттроорбиту.

Высокие содержания РЗМ характерны также для меланоцерита (кариоцерита) и флюорита [7].

Лабораторными испытаниями (Томский политехнический университет) на обогатимость различными методами сепарации и флотации выявлено, что иттроорбитовые руды не требуют обогащения и могут быть полностью использованы для гидрометаллургического передела с целью извлечения редкоземельных металлов. Аналитическими исследованиями (Западно-Сибирский испытательный центр АООТ "Запсибгеология", количественный спектральный анализ) большие объемных проб определены следующие средние содержания РЗМ (в %): La — 0,9; Ce — 2,95; Pr — 1,10; Nd — 1,01; Sm — 0,05; Eu — 0,44; Gd — 1,28; Ho — 0,18; Tb — 0,53; Dy — 0,30; Er — 0,11; Lu — 2,05; Yb — 0,28; Sm — 1,05; Tm — 0,04; Th — 0,82; Y — 1,8 (до 3,5) при средних концентрациях суммы РЗМ — 14,88 %. Накопление в рудах тяжелых РЗМ (рис. 4) подтверждает известный тезис [1] об их инверсии в остаточном расплаве рудогенерирующей магмы при контрастном составе рудовмещающих пород (монцогаббро и монцодиориты).

Прогнозные ресурсы Южно-Богатырского месторождения, подсчитанные до глубины 50 м по категории Р<sub>2</sub>, составляют: руда — 37 463 т, редкоземельные металлы — 5576 т. При выявлении достаточных балансовых запасов полученные результаты могут служить отправными данными для разработки схемы добычи, технологии обогащения и комплексной переработки редкоземельнометалльных руд. Благоприятным с экономической точки зрения является то обстоятельство, что месторождение расположено в районе с развитой инфраструктурой.

При полном извлечении редкоземельных элементов из 1 тонны иттроорбитовых руд суммарная стоимость полученных продуктов может составить 383 266 долл. США (цены на РЗМ по данным фирмы Research Chemical [10] на 1991 г.).

Кроме уникального по содержаниям

**5. Содержание РЗМ (г/т) в разновидностях ортита из рудных метасоматитов по данным ИНАА**

Элемент	Ортит			
	бурый	буровато-черный	черный	фиолетово-черный
La	11 540	11 760	8190	6230
Ce	17 014	16 827	11 931	32 524
Sm	581	556	364	297
Eu	459	431	267	622
Tb	110	105	69	127
Yb	327	331	222	235
Lu	45	54	37	44

**6. Линии межплоскостных расстояний ортита**

Справочные данные [3]				Фактические данные	
Ортит-1		Ортит-2		Ортит из руд Южно-Богатырского месторождения	
d/n	I	d/n	I	d/n	I1
2,92	10	2,93	10	2,931	0
2,71	6	2,72	6	2,729	6
3,53	5	3,535	5	3,54	6
2,65	5	2,636	5	2,636	5
9,2	4	1,644	5	1,644	4
8	4	9,3	4	9,326	4

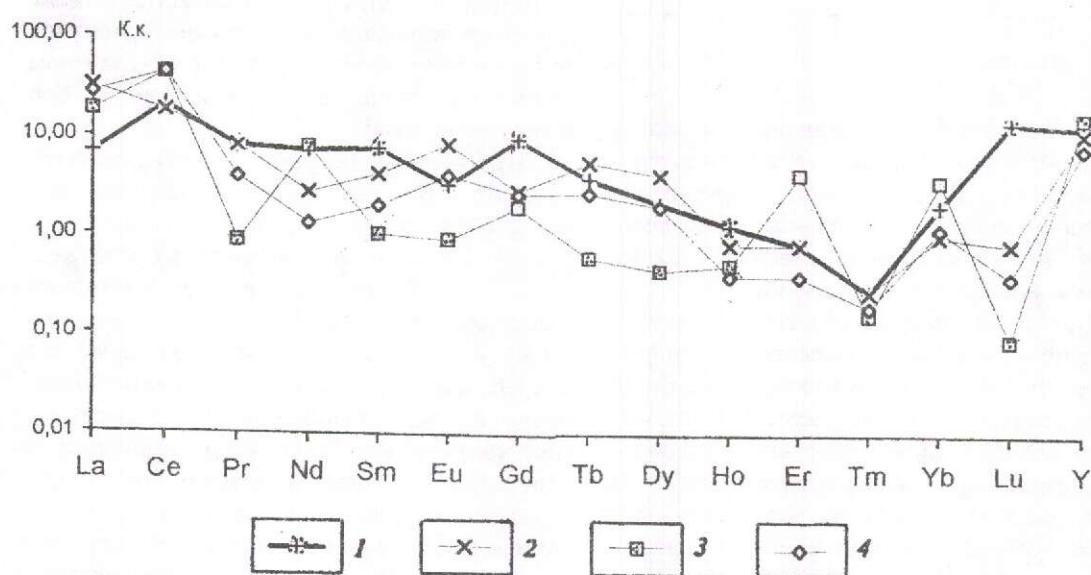


Рис.4. Соотношения РЗМ в рудах Южно-Богатырского рудного узла:

1 — Южно-Богатырского месторождения; 2 — Богатырского, 3 — Бекетовского, 4 — Восточно-Бекетовского проявлений; К.к. — коэффициент концентрации, выраженный в процентах от суммы РЗМ.

редкоземельных металлов Южно-Богатырского месторождения, в пределах Берикульской рудной зоны известны и другие перспективные рудопроявления, точки минерализации, геохимические аномалии редкоземельных элементов, аэрогаммаспектрометрические аномалии, поля фельдшпатизированных пород, являющиеся прямыми и косвенными поисковыми признаками.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Балашов Ю.А. Геохимия редкоземельных элементов. — М.: Наука, 1976.
2. Борисов С.М., Дубский В.С., Уткин С.В. О золотоносности и редкоземельном оруденении Берикульской рудной зоны (Кузнецкий Алатау). // Новые данные о геологии и полезных ископаемых Сибири. — Новокузнецк, 1995. С. 257—259.
3. Михеев В.Н. Рентгенометрический определитель минералов. — М.: Госгеолтехиздат, 1957.
4. Мостовской А.И., Корчагин С.А. Месторождение иттроортита в Кузнецком Алатау/Проблемы геологии Сибири. — Томск: ТГУ, 1996. Т.2. С. 335—336.
5. Новое в развитии минерально-сырьевой базы редких металлов. (Сырьевая база, производство и потребление редких металлов за рубежом). — М.: ИМГРЭ, 1991.
6. Оценка состояния и прогноз развития редкometальной промышленности. — М.: ИМГРЭ, 1990.
7. Рентгенолюминесценция флюорита как критерий минералообразования редкоземельных руд / Авторы: Н.Н.Борозновская, В.В.Врублевский, И.Ф.Гертнер и др. //Магматизм и геодинамика Сибири. — Томск: ЦНТИ, 1996. С. 147—148.
8. Черепнин В.К. Геохимия и типы месторождений урана. — Томск: ТГУ, 1972.
9. Keiter D. and Welmer F. The 3-D System Proposal of the United Nations for International Mineral Reserve // Industrial minerals. — Hanover, 1988. V. 254. P. 21—55.
10. Klyder W. Resource Classification. Proceeding of the Workshop on Reassessment of Mineral Deposits under Economy Conditions // Minerals Yearbook. — Los Angeles, 1987. V. 1989. P. 1—12.

V.S.Dubsky, S.M.Borisov, Ye.N.Tribunsky, G.N.Sharov

#### THE YUZHNO-BOGATYRSKOYE TR METAL DEPOSIT IN THE KUZNETSKY ALATAU

*The ores of the Yuzhno-Bogatyrskoye deposit, which was recently discovered in the Kuznetsky Alatau area, are unique in TR metal contents. In particular, yttrioortite ores of this deposit can be used in hydrometallurgical processing without dressing.*

УДК 553.411:577.61

© А.Н.Платонов, В.Н.Санин, А.Е.Аввакумов, 1998

## ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ И ЗОЛОТОНОСНОСТЬ КЕЛЬБЕС-ЗОЛОТОКИТАТСКОГО РАЙОНА

А.Н.ПЛАТОНОВ, В.Н.САНИН, А.Е.АВВАКУМОВ (АОЗТ "Тэтис-М")

*Анализ особенностей геологического строения и металлогенеза района позволил спрогнозировать и выявить ряд крупных рудно-rossыпных узлов. Для них характерна длительная пульсационная тектоническая мобильность геоструктур, полихронность и телескопирование содержащих золото типов оруденения, тесная пространственная связь россыпных концентраций с рудными объектами. По этим признакам Кельбес-Золотокитатский район перспективен на открытие крупных месторождений рудного золота и значительных по запасам россыпных объектов.*

Кельбес-Золотокитатский район расположен в северо-западных предгорьях Кузнецкого Алатау и занимает водораздельные пространства рек Барзас, Кельбес и Золотой Китат. Район известен в первую очередь своей россыпной золотоносностью. Добыча золота из многочисленных россыпей района продолжается (с перерывами) уже более 150 лет. За время эксплуатации россыпей добыто более 12 т золота.

Серьезных поисковых работ с целью выявления коренных источников золота в районе не проводилось. Отдельные точки и проявления коренного золота открыты старательями при отработке или разведке россыпных объектов. Несмотря на это, анализ особенностей геологического строения, основанный на результатах исследований последних лет, позволяет по-новому оценить перспективы золотоносности данной территории.

В структурном отношении описываемый район приурочен к северо-западной оконечности Кузнецко-Алатауского антиклиниория в той его части, где он с запада граничит с Кузнецким краевым прогибом, а на севере начинает погружаться под чехол Сибирской платформы. Формирование геоструктур района имеет длительную историю. Их высокая тектоническая мобильность на протяжении сотен миллионов лет способствовала формированию девяти структурных ярусов, сложенных разнообразнейшими фациальными типами стратифицированных образований.

Главными региональными геоструктурами района являются: Пезасско-Золотокитатская структурно-формационная зона (СФЗ) и Туганаковская грабен-синклиналь Кузнецкого прогиба (рис. 1).

Пезасско-Золотокитатская СФЗ в пределах Кельбесского золотоносного района представлена чередованием узких горстовых и грабеновых структур, имеющих общее север-северо-западное простирание. Среди горстовых выступов наиболее крупные Яйский, Суховский и Кайгадатский. Они сложены рифейскими и вендскими метаморфическими толщами, образующими в районе позднепротерозойский структурный ярус.

Основание Кайгадатского и Яйского горстовых выступов представлено кремнисто-карбонатными породами среднего рифея. Осевая часть Суховского горста сложена наиболее древними породами — амфиболитами и габбро-амфиболитами; восточное его крыло представлено метаморфизованными карбонатными породами — доломитами, мраморами; западное крыло горста сложено зеленокаменными сланцами, составляющими раннегеосинклинальный (R<sub>3</sub>—V) структурный ярус, который отделен от позднепротерозойских отложений мощной зоной взбросо-сдвига.

Яйский и Суховский горственные выступы разделены линейным Кельбесским грабеном, выполненным кембро-ордовикскими терригенными отложениями. Суховский

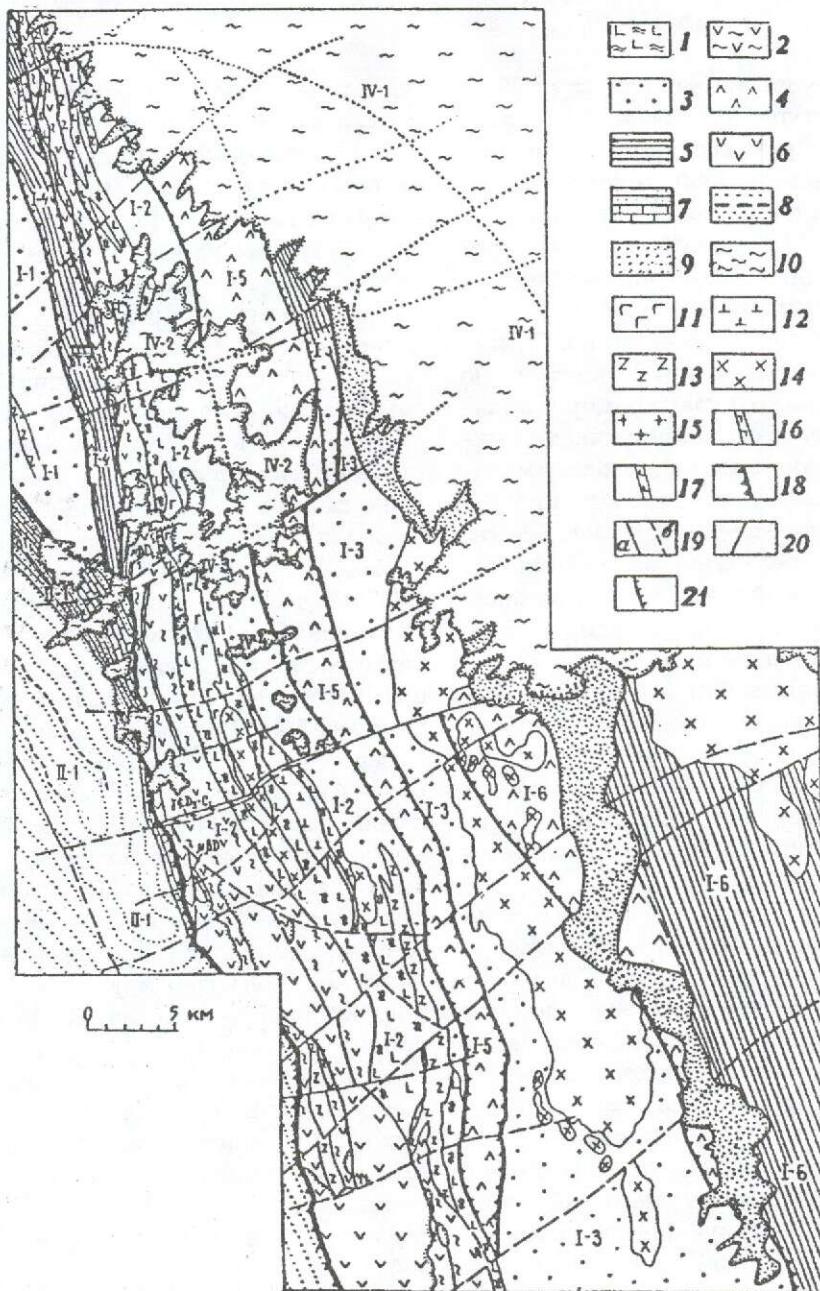


Рис. 1. Тектоническая схема Кельбес-Золотокитатского района.

Фациальные типы стратифицированных образований: 1 — толеито-базальтоидный, амфиболитовый; 2 — андезито-базальтовый, зеленосланцевый; 3 — кремнисто-карbonатный; 4 — рифогенно-вулканогенный; 5 — нижнемолассовый, терригенный; 6 — андезито-базальтовый, красноцветный; 7 — терригенно-карbonатный, пестроцветный; 8 — угленосный, терригенный; 9 — верхнемолассовый, терригенный; 10 — терригенно-каолинит-аллитовый (фации переотложенных продуктов выветривания); интрузивные магматические формации (комплексы): 11 — габбро-амфиболитовая формация (кедровский); 12 — ультрамафитовая формация альпинотипных гипербазитов (терсинский); 13 — габбро-диабазовая формация (таловский); 14 — диорит-гранодиоритовая формация (ольгинский); 15 — формация щелочных гранитов и граносиенитов (чебулинский); 16 — дайковый комплекс диабазов и габбро-диабазов; 17 — комплекс даек базальтовых порfirитов, долеритов и диабазов; лизыонктизы: 18 — региональные, 19 — локальные: а — достоверные, б — предполагаемые; морфологические типы дислокаций: 20 — сбросы и сбросо-сдвиги, 21 — взбросы и взбросо-надвиги; цифры на карте — структурно-формационные зоны (СФЗ) и региональные структуры: I — Пезасско-Золотокитатская СФЗ: I-1 — Яйский горст, I-2 — Суховский горст, I-3 — Кайгадатский горст, I-4 — Кельбесский грабен, I-5 — Мурюкский грабен, I-6 — Тайдонский грабен; II — Кузнецкий прогиб. II-1 — Туганаковская грабен-синклиналь. Покровные структуры: IV-1 — Алчедатско-Михайловская структура, IV-2 — Глухаринская; IV-3 — Суховская; IV-4 — Еденинская.

горст, в свою очередь, отделяется от Кайгадатского выступа протяженным клиновидным Мурюкским грабеном. Последний сложен рифогенно-вулканогенными породами фации субаэрального вулканизма островных дуг. Эти отложения составляют позднегеосинклинальный нижне-средне-кембрийский структурный ярус.

Тайдонский грабен занимает в Пезасско-Золотокитатской СФЗ восточную часть. Слагающие его стратифицированные отложения представлены нижнеордовикской молассой (от мергелей до конгломератов) и вулканогенно-осадочными красноцветами нижнего—среднего девона. Все эти слабометаморфизованные отложения составляют орогенный комплекс, по времени сформировавшийся между поздним кембрием и поздним девоном.

Кузнецкий краевой прогиб представлен в пределах района Туганаковской грабен-синклиналью, осевая часть которой протягивается в северо-западном направлении. В структурном плане это брахисинклиналь со сжатыми крутопадающими крыльями (углы падения до 45—60°).

Отложения, слагающие Туганаковскую грабен-синклиналь, образуют субплатформенный комплекс, в основании которого лежат карбонатно-терригенные породы верхнего девона и нижнего карбона, а верхнюю часть разреза составляют угленосные терригенные образования пермского и позднекаменноугольного возраста.

Значительную роль в геологическом строении района играют мезо-кайнозойские отложения, образующие пологозалегающий платформенный чехол, имеющий двухярусное строение. Нижний ярус представлен терригенными отложениями прибрежных фаций (озерно-болотных и аллювиальных), а верхний мел-палеогеновый ярус — пестроцветными отложениями фаций переотложенных кор выветривания и прибрежными фациями мелководных заливов и морских бассейнов.

Залегание этих пород в общем плане очень пологое, близкое к субгоризонтальному. В северо-восточной части района данные отложения закрывают более древние структуры сплошным чехлом. Например, породы Алчедато-Михайловской покровной структуры перекрывают как Кайгадат-

ский горст, так и Тайдонский грабен. В центральной части района от мелового чехла сохранились фрагменты в виде локальных покровных структур. Наиболее заметные из них — Глухаринская, Суховская и Еденинская — содержат большие запасы оgneупорных глин, красящих пигментов, бокситов, бурых железняков и титановых руд, а также россыпное золото\*.

Блоково-глыбовые, клавишные структуры Пезасско-Золотокитатской СФЗ разграничиваются зонами крупных разрывных нарушений типа сбросов и взбросо-надвигов, реже сдвигов и надвигов. Наиболее мощной является зона регионального взброса-надвига, разделяющая Пезасско-Золотокитатскую СФЗ и Кузнецкий прогиб. Эта зона известна под названием Пезасско-Белоосиповского разлома. Вертикальные амплитуды смещений плоскостей взбросо-надвига составляют не менее 5 км. Восточнее главной плоскости Пезасско-Белоосиповского разлома субпараллельно ему прослеживается серия нарушений, разграничающих линейно-вытянутые структурные геоблоки (горсты и грабены) разных порядков. По существу, вся серия дизъюнктивов север-северо-западного направления в пределах Пезасско-Золотокитатской СФЗ фиксирует долгоживущую зону глубинного разлома. Последняя контролирует интрузивные магматические комплексы — от ультрамафитовых до кислых и щелочных. Большинство интрузивных тел основного и ультраосновного состава формировались в зонах линейных разрывных нарушений и имеют плитообразно-линейные формы. Наиболее молодой (предположительно триасовый) комплекс даек базальтовых порфириотов, долеритов и диабазов проявился не только в зоне регионального разлома в краевых частях Суховского горстового выступа, но и в виде отдельных тел в северо-восточном крыле Туганаковской грабен-синклинали в Кузнецком прогибе. Предполагается, что с базальтоидным дайковым комплексом триаса здесь может быть связано молодое мезозойское золотое оруденение.

\* Более подробная характеристика геологического строения и полезных ископаемых мел-палеогенового яруса приводится в статье "Комплексные месторождения Барзасской группы" в этом же журнале.

Позднепалеозойские отложения Туганаковской грабен-синклинали в приразломной зоне Пезасско-Белоосиповского взбросо-надвига имеют очень крутые углы падения слоев, вплоть до опрокидывания их на юго-запад. Карбонатные и терригенные породы в широкой полосе (400—500 м), прилегающей непосредственно к плоскости взбросо-надвига, сильно трещиноваты, раздавлены и интенсивно метасоматически преобразованы (карбонатизация, прокварцевание и аргиллизация). В пределах этой полосы располагаются долины рек Кельбес и Ниж. Суета и локализованы высокопродуктивные россыпи золота.

Значительную роль в тектоническом строении района играют многочисленные зоны поперечных (субширотных и северо-восточных) разрывных нарушений, имеющих характер сбросов и сбросо-сдвигов. Эти зоны уверенно выделяются по данным наземных магнитных съемок и материалам дешифрирования аэрофотоснимков. Анализ морфоструктур рельефа позволяет утверждать, что по некоторым из поперечных разломов в течение последних 1,5—2 млн. лет происходили неотектонические подвижки с амплитудами вертикальных и горизонтальных перемещений геоблоков на первые десятки метров.

Длительная история континентального развития описываемого района, его расположение в зоне сочленения разнонаправленных морфоструктур определяют геоморфологические особенности территории. Преобладают морфоструктуры мозаично-мелкоблочного слабо дифференцированного типа со сложным пульсационно-колебательным режимом развития. Незначительный суммарный размах неотектонических движений обусловил консервацию в современном рельефе остатков древних поверхностей выравнивания нескольких генераций. Всего в пределах района выделяется 11 уровней планации, датируемых по коррелятным отложениям от юрско-нижненемеловых до современных. В настоящее время происходит медленное тектоническое поднятие дифференцированного характера, что часто отражается в развитии речных пойм и активизации склоновых процессов.

В итоге сложная история развития ре-

льефа и неоднократное повторение эпох, благоприятных для условий образования и консервации россыпей, привели к формированию промышленнозначимых концентраций благородного металла в нескольких гипсометрических и возрастных уровнях.

Металлогенез территории подчинена линейному расположению структурно-формационных комплексов и в целом определяется золотой минерализацией. В пределах района можно выделить три самостоятельные металлогенические зоны — Кельбес-Золотокитатскую, Ольгинско-Ампальскую и Сутино-Туганаковскую, отличающиеся по геохимическим особенностям и формационной принадлежности оруденения (рис. 2).

**Кельбес-Золотокитатская металлогеническая зона** охватывает практически весь Суховский горст и примыкающий к нему Кельбесский грабен. Рудная специализация этой зоны определяется золотом, алюминием и титаном.

В западной части зоны (Кельбес-Камжеллинская подзона) резко преобладает золотая минерализация, сопровождающаяся медно-мышьяково-висмутовой, значительно реже серебро-свинцово-цинковой. При этом преобладает оруденение золото-лиственит-березитовой, золото-сульфидно-кварцевой и, вероятно, золото-аргиллизитовой формаций. Сопутствующая минерализация представлена незначительными скарново-магнетитовыми и ильменитовыми рудопроявлениями, точками медной полиметаллической и ртутьно-рудной минерализации, а также проявлениями окисных марганцевых руд экзогенного происхождения.

Восточная часть Кельбес-Золотокитатской металлогенической зоны (Барзасская подзона) характеризуется интенсивным экзогенным рудообразованием. Здесь разведана группа комплексных Барзасских месторождений, представленных бокситовыми, бурожелезняковыми и ильменитсодержащими залежами, приуроченными к меловым корам выветривания. Кроме того, в них отмечено наличие золота и иридосмина, промышленная ценность которых пока не определена. В меловых покровных отложениях сосредоточены большие запасы оgneупорных глин и минеральных кра-сок.

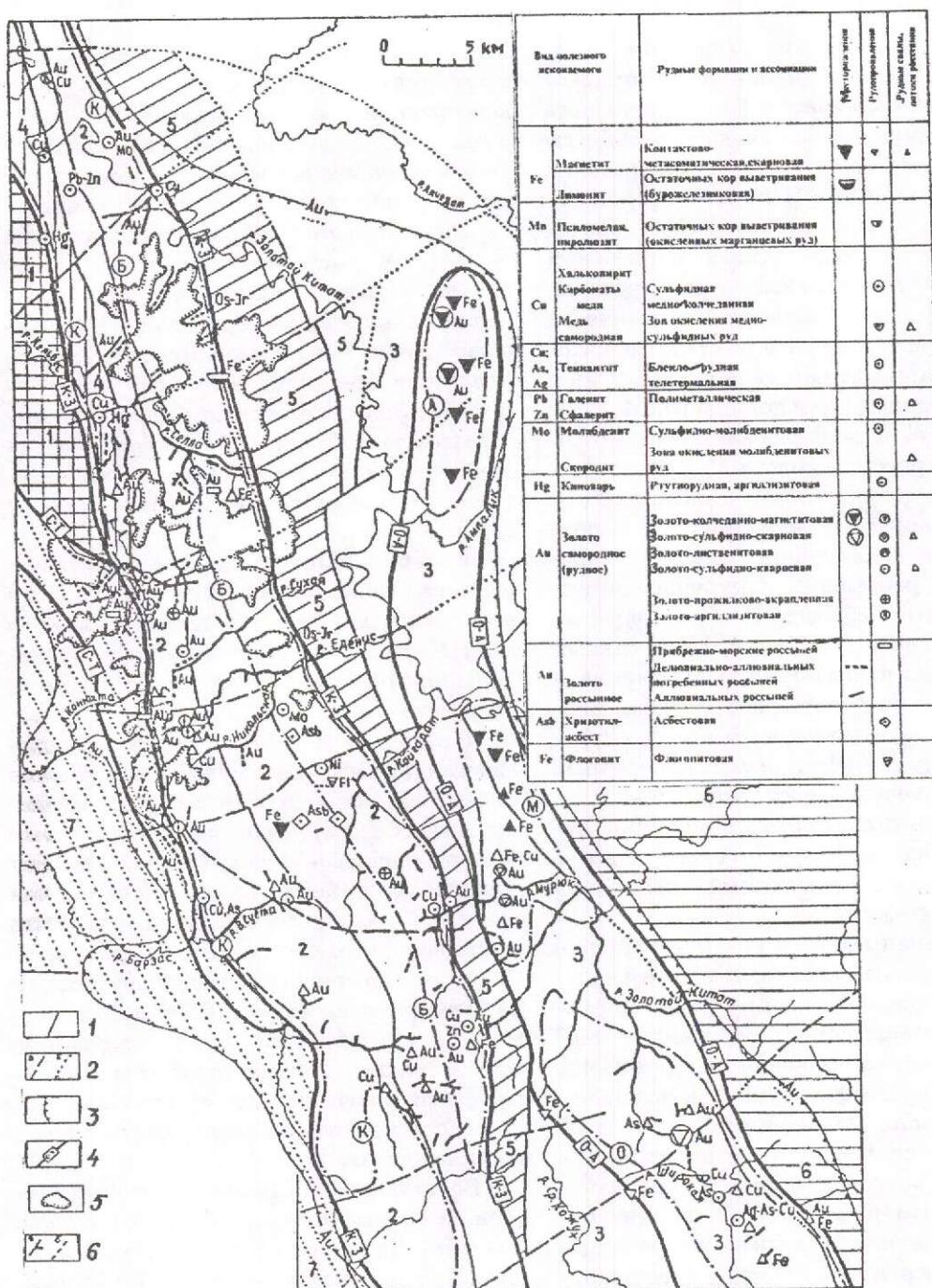


Рис. 2. Металлогеническая схема Кельбес-Золотокитатского района.

1 — главные линеаменты региональных разломов; 2 — разрывные нарушения: а — второстепенные, б — предполагаемые под покровом мезо-кайнозойских отложений; границы: 3 — Кельбес-Золотокитатского рудно-rossyshнего района, 4 — металлогенических зон; 5 — Глухаринско-Гавриловская группа покровных боксито-, титано- и золотоносных структур мелового возраста; 6 — золотоносные россыпи: а — мелкоалегающие, б — глубокозалегающие, подувальные. Цифры на карте — геоструктурные элементы Кузнецкого Алатау: 1 — Яйский горст, 2 — Суховский горст, 3 — Кайгадатский горст, 4 — Кельбесский грабен, 5 — Мурюкский грабен, 6 — Тайдонский грабен, 7 — Туганаковская грабен-синклиналь Кузнецкого прогиба; буквы в прямоугольниках — названия металлогенических зон: С-Т — Суетинско-Туганаковская, К-З — Кельбес-Золотокитатская, О-А — Ольгинско-Ампалацкая; буквы в кружках — названия металлогенических подзон: К — Кельбес-Камжелинская, Б — Барзасская, А — Ампалацкая, М — Мурюкская, О — Ольгинская.

**Ольгинско-Ампальская металлогеническая зона** в структурном плане соответствует восточной половине Кайгадатского горстового выступа и шовной зоне его сочленения с Тайдонским грабеном. Особенности металлогенеза этой зоны определяются тесной связью оруденения с Ольгинско-Ампальским интрузивным массивом. Главными полезными ископаемыми здесь являются железо и золото.

В северной части зоны (Ампальская подзона) выявлено крупное скарново-магнетитовое Ампальское месторождение [3], состоящее из ряда кругопадающих пластообразных и линзообразных магнетитовых рудных тел в экзоконтакте Ольгинско-Ампальского интрузивного массива. На скарново-магнетитовые тела наложена колчеданно-сульфидная минерализация, сопровождаемая золотым и ураново-молибденовым оруденением. Предполагаемый возраст железных руд — раннекембрийский, золотых — более молодой — ордовикско-силурский. Золото ассоциирует с медно-молибденовой и висмутовой сульфидной минерализацией. Масштабы золотого оруденения значительны и составляют первые десятки тонн металла.

Средняя часть Ольгинско-Ампальской металлогенической зоны (Мурюкская подзона) характеризуется распространением мелких скарново-магнетитовых рудопроявлений и проявлений золото-сульфидно-скарнового формационного типа. Эти мелкие проявления и рудные свалы по руч. Медведушка и р. Проезжий Мурюк ассоциируют с магнетитом и сульфидами меди, мышьяка и полиметаллами (свинца и цинка).

В южной части (Ольгинская подзона) отмечается отсутствие магнетитового оруденения и наличие значительного количества проявлений полиметаллов и золото-сульфидно-скарновых руд. Последние представлены Ольгинским золоторудным месторождением [2], где на гранат-диопсид-эпидотовые скарны наложено золотое оруденение, сопровождающееся сульфидами меди, мышьяка, свинца и блекльми рудами.

**Сутианско-Туганаковская металлогеническая зона** расположена в восточной половине Туганаковской грабен-синклинали и захватывает краевые части Яйского и Суховского горстового выступов. По металлогени-

ческой специализации зона является преимущественно золотоносной и, возможно, ртутеносной. По комплексу признаков здесь прогнозируется наличие относительно молодого оруденения, связанного с процессами мезозойской активизации, выразившейся во внедрении даек лейкобазальтового состава (долеритов, базальтовых порфириотов), проявлении низкотемпературных процессов карбонатизации, окварцевания и аргиллизации. Об этом свидетельствуют рудопроявления золото-сульфидно-кварцевого (прожилкового) типа, зафиксированные в девонских и раннекаменноугольных породах, а также зоны сульфидизации, окварцевания и аргиллизации, тесно связанные с высокопродуктивными россыпями золота. Геохимический тип зоны определяется сопутствующими золотому оруденению элементами: медью, серебром, висмутом, мышьяком и ртутью.

Россыпная минерализация площади, наряду с отмеченными выше ильменитсодержащими телами месторождений Барзасской группы, характеризуется повсеместным распространением россыпей золота, являющихся на сегодняшний день главным полезным ископаемым района. Характер распространения россыпей золота на территории и их продуктивность в целом соответствуют выделенным металлогеническим зонам и отражают их золотую специализацию. Россыпи представлены различными генетическими и возрастными типами. В соответствии с историей формирования рыхлых отложений района можно выделить четыре возрастные группы россыпей, связанных с основными этапами развития рельефа — меловую, палеоценовую, неоген-четвертичную и четвертичную.

Меловые россыпи представлены тремя морфогенетическими группами: элювиальные остаточные кор выветривания; эрозионно-карстовые переотложенные коры химического выветривания и прибрежно-морские береговых зон (?).

Элювиальные россыпи остаточных кор выветривания формировались преимущественно в нижнем мелу и сохранились лишь в пределах водораздельных пространств на уровне высотных отметок 220 м и выше. Вмещающие их отложения чаще

всего имеют линейно-трещинный характер и приурочены к kontaktам пород, тектонически ослабленным и минерализованным зонам. Мощность коры выветривания колеблется от 1,5 до 40 м, иногда достигая 100—120 м. Золотоносность данных образований на сегодня практически не изучена, хотя имеется ряд пересечений с продуктивными содержаниями золота. Кроме того, известны случаи старательской эксплуатации золотоносных кор выветривания, в частности, в правом борту кл. Петербургского, где содержания золота на выемочную массу достигали 2,5 г/м<sup>3</sup>.

Эрозионно-карстовые россыпи переотложенных кор выветривания сформировались при ближнем сносе первичной коры выветривания в смежные карстовые депрессии и наложении на продукты сноса процессов неолатеритизации, приводящих к перераспределению металла. Золотоносность таких образований обнаружена в пределах западного фланга Суховского бокситорудного поля.

Прибрежно-морские россыпи древних береговых зон (?) связаны с песчано-гравийно-галечными отложениями верхнего мела. Они встречаются в пределах Глухаринско-Гавриловской группы покровных структур, слагающих водоразделы р.р. Кельбес и Золотой Китат, где характеризуются площадной рассеянной по вертикали золотоносностью [5]. В пределах отдельных прослоев содержания золота достигают промышленных параметров, составляя несколько граммов на кубометр. Все известные россыпи мелового возраста приурочены к Кельбес-Золотокитатской и Суетинско-Туганаковской металлогеническим зонам, а наиболее продуктивные из них тяготеют к Пезасско-Белоописовскому взбросо-надвигу, разграничитывающему структуры Кузнецкого прогиба и Кузнецко-Алатауского мегантиклиниория.

Сохранившиеся в погребенном состоянии палеоценовые россыпи имеют преимущественно элювиальный и элювиально-делювиальный генезис. К ним относится хорошо изученная и частично отработанная Ольгинская водораздельная россыпь, расположенная в южной части Ольгинско-Ампальской металлогенической зоны в непосредственной близости от Ольгинского золото-сульфидно-скарнового месторождения. Золото-

носный пласт россыпи представлен красноцветными и охристо-желтыми суглинисто-древесно-щебнистыми отложениями с монтмориллонит-гидрослюдистым составом глинистой фракции [4]. Характерна высокая степень гипергенного преобразования исходных пород, широкое распространение золотоносных (1,5—1,8 г/т) лимонитов и лимонитизированных обломков. Золото присутствует по всей мощности пласти, повышения содержаний металла перед плотиком не наблюдается. В плане выявлен резко неравномерный, гнездовой тип распределения металла. Местами содержания золота в гнездах достигали 240—300 г на кубометр песков при среднем значении по россыпи 4,3 г/м<sup>3</sup>. Золото крупное (встречались самородки до 12 г) высокопробное слабообработанное, часто в "рубашках" гидроокислов. Россыпь залегает в серии карстовых депрессий, приуроченных к узлу пересечения тектонических зон, одна из которых контролирует размещение целой серии золото-сульфидно-скарновых и полиметаллических проявлений.

**Неоген-ниженечетвертичные россыпи** широко распространены в районе и ранее интенсивно эксплуатировались. По оценкам исследователей, из данного типа месторождений извлечено около половины всего золота, добываемого в Кельбес-Золотокитатском районе. В геоморфологическом отношении эти россыпи локализуются в пределах переуглубленных участков долин дочетвертичных тектоно-эрзационных циклов, перекрытых толщей делювиальных отложений. Их старательское название "подувальные россыпи". Пространственно углубления, вмещающие россыпи, связаны с верхними уровнями современных долин. Морфологически это выпложенные участки придолинных склоновых поверхностей террасовидного облика. Расстояние до современных тальвегов долин 300—400 м и более. Гипсометрически эти россыпи лежат ниже тальвега современных пойм на несколько метров.

Основная масса неоген-четвертичных россыпей локализуется в пределах Кельбес-Золотокитатской и Суетинско-Туганаковской металлогенических зон, где к ним относятся месторождения Левой Вершины р. Еденис, р. Кельбес, Всеволодинский и

Иннокентьевский увалы по р.Н.Суета, увалы по р.Селла и р.Евдокиевка.

Золотоносный пласт россыпей, как правило, представлен галечниками с глинистым заполнением. Его мощность 0,8—2 м. Максимальная концентрация золота приурочена к нижней приплотиковой части разреза. Плотик в большинстве случаев ровный, реже имеет углубления в известняках. В плане золото распределено гнездами, в пределах которых содержания золота достигают 230 г/м<sup>3</sup> (Евдокиевская россыпь), часто составляя 30—40 г/м<sup>3</sup>. Средние содержания золота по отработанным среднечетвертичным россыпям составляли от 2,3 г/м<sup>3</sup> до 4,0 г/м<sup>3</sup> на выемочную мощность. Россыпи отрабатывались шахтами глубиной от 5 до 30 м. Все перечисленные нижнечетвертичные россыпи эксплуатировались в первой половине века и отработаны лишь фрагментарно.

Четвертичные россыпи — наиболее широко распространенный и на сегодня единственный тип россыпных месторождений территории, который интенсивно эксплуатируется. Они тесно связаны с современными аллювиальными отложениями и присутствуют в большинстве речных долин, тяготея к водотокам низких порядков.

Выявленное длительное и многоэтапное развитие территории и особенности ее металлогенеза позволяют считать, что формирование золотого оруденения было многостадийным и длилось, вероятно, с рифея до мезозоя [1].

В раннегеосинклинальное время (рифей-венд) в пределах древних зеленокаменно измененных вулканогенных толщ в экзо-эндоконтактах габбро-диабазовых, реже габброАмфиболитовых и ультрамафитовых массивов, образовались золото-сульфидно-вкрашенный и золото-колчеданный типы оруденения. Оруденение этих типов формировалось обычно в виде метасоматических залежей в зонах смятия, интенсивной трещиноватости пород и чаще всего сопровождалось процессами карбонатизации и лиственитизации, реже — скарнирования. Общий фон регионального метаморфизма выразился преимущественно в процессах пропилитизации и эпидотизации. Сосредоточены четвертичные россыпи главным образом в западной части Кельбес-Золотокитат-

ской металлогенической зоны. Наиболее отчетливо на территории проявлено оруденение позднегеосинклинального периода развития, отвечающее переходному инверсионному этапу орогенеза (каледонский цикл). Это было время становления крупных массивов гранитоидов "пестрого состава" мартайгинского и ольгинского интрузивных комплексов.

Временной интервал формирования позднегеосинклинальных золоторудных объектов — от позднего кембрия до позднего ордовика. Золото-сульфидно-скарновый формационный тип оруденения выявлен в экзоконтакте Ольгинского массива с карбонатными породами Кайгадатского горстового выступа. Наиболее известны Ольгинское золото-скарновое месторождение, Ампальское скарново-железорудное золотое месторождение и ряд мелких золото-сульфидно-скарновых проявлений в левобережье р.Проезжий Мурюк (проявления р.Медведушки, руч.Ермолаевского).

Золото-сульфидно-кварцевое оруденение приурочено к структурам Суховского горста и представлено штокверковыми зонами, маломощными кварцевыми жилами в измененных дайках, в экзо- и эндоконтактах интрузий габбро-диабазов (Александровское рудопроявление). В этот же период времени формировалось и золотополиметаллическое оруденение, наличие которого прогнозируется в юго-восточной части площади. Протяженность золотополиметаллической зоны около 10 км, ширина около 1,5 км.

В позднеорогенный этап развития территории формировалось золотое оруденение, связанное с активизацией ранне-среднедевонского щелочно-базальтоидного магматизма, который проявился в шовной зоне сочленения Кузбасса и Кузнецкого Алатау в виде вулканогенных образований палатинской свиты и их комагматитов — дайковых тел базальтовых порфиритов, диабазов, реже габбро-диабазов. Как правило, оруденение, связанное с этими образованиями, представлено зонами осветленных и прокварцованных туфов, участками березитизированных даек, содержащих золото-сульфидно-вкрашенную или золото-прожилково-кварцевую минерализацию.

В мезозойский этап тектонической активизации региона формировалось золотое оруденение, связанное с триасовым базаль-

тоидным магматизмом, сопровождавшимся низкотемпературными гидротермальными процессами окварцевания, серicitизации, аргиллизации и карбонатизации. Проявления золото-кварцевого, золото-сульфидно-кварцевого (прожилкового) и, возможно, золото-аргиллизитового типов также известны преимущественно в пределах зоны сочленения геоструктур Кузнецко-Алатауского антиклинария и Кузнецкого прогиба. Все эти руды, основная масса которых приурочена к единой структуре, нередко телескопировались, образуя крупные скопления благородного металла. Кроме этого достаточно масштабное благороднометальное оруденение было сформировано в южной оконечности Ольгинского гранитоидного массива.

В последующие эпохи глынзации, наиболее ранние из которых относятся к нижнему мелу, происходило разрушение рудных объектов, формирование зон окисления, элювиально-депозиционных россыпей и россыпей, связанных с продуктами их переотложения. Золотоносные образования, сформировавшиеся в позднемеловую и палеогеновую эпохи, были частично переработаны либо в прибрежной зоне морского бассейна, либо крупными водотоками, что привело к формированию россыпей, связанных с гравийно-галечными отложениями, имеющими площадное распространение.

В процессе дальнейшего формирования рельефа происходило неоднократное переотложение частиц благородного металла из россыпей различного генезиса, сопровождавшееся постоянным поступлением новых порций металла из разрушающихся коренных источников. Об этом свидетельствует тесная пространственная связь золотороссипных узлов с коренным оруденением и минералого-геохимические особенности самородного золота россыпей.

Примером, иллюстрирующим эволюционный ряд золотоносных образований района, может служить участок, охватывающий верховье р. Едениса и ее водораздел с руч. Соловьевским, где зафиксированы практически все отмеченные выше возрастные и генетические типы золотоносных образований. По данным профильных геофизических исследований, на этом участке выявлен золотороссипной узел, расположенный в сложной зоне сочленения серии даек основного состава и секущих разнонаправленных дизъюнктивов. При контак-

тевые части даек интенсивно изменены — окварцовы, сульфидизированы, пронизаны сетью кварцевых жил и прожилков. По измененным породам и вдоль дизъюнктивов развиты рыхлые продукты гидрослюдисто-каолинитовой коры выветривания, корневые части которой распространяются до глубины 40—60 м (рис. 3, а). На правобережье р. Едениса, непосредственно над отмеченной корой выветривания, расположена подувальная неоген-четвертичная россыпь, частично отработанная подземными старательскими выработками. Плотиком россыпи являются выветрелые, каолинизированные сланцы, диабазы и осветленные, лимонитизированные метасоматиты. Распределение золота в продуктивном пласте крайне неравномерное, содержания металла колеблются от 300—700  $\text{mg/m}^3$  до 30—60  $\text{g/m}^3$ . Золотины очень крупные, основная масса их имеет размер 2—4 мм, часто встречались самородочки в рубашке и в сростках с кварцем.

Средняя продуктивность россыпи составляла 2,3  $\text{g/m}^3$ . Однако в тех местах, где "пески" подстилались измененными, обожренными породами (рудоносными метасоматитами в экзо- и эндоконтактах даек), продуктивность россыпи возрастила в 3—4 раза, а содержания золота увеличивались до 6—9  $\text{g/m}^3$ . Обычно в этих же местах старателями отрабатывались наиболее богатые гнезда ("кочки") с содержаниями золота в десятки граммов на кубометр.

В ряде случаев пройденные в плотике россыпи гезенки показывают весьма значительные содержания золота в подстилающих россыпь образованиях коры выветривания (до 17,69  $\text{g/m}^3$ ). Отработка этих образований не производилась из-за сложностей с водоотливом.

В северо-западной части данного рудно-россыпного узла, где золотоносные структуры перекрыты меловым чехлом, буровыми работами выявлена продуктивная золотоносность гравийно-галечниково-песчанистых отложений симоновской свиты верхнего мела и подстилающего эти отложения щебнисто-глинистого элювия, развитого по вулканогенным породам девона (рис. 3, б). Разрез меловых отложений представлен переслаиванием хорошо окатанного гравийно-галечного материала с печано-глинистыми породами и пестрыми гидрослюдисто-каолинитовыми гли-

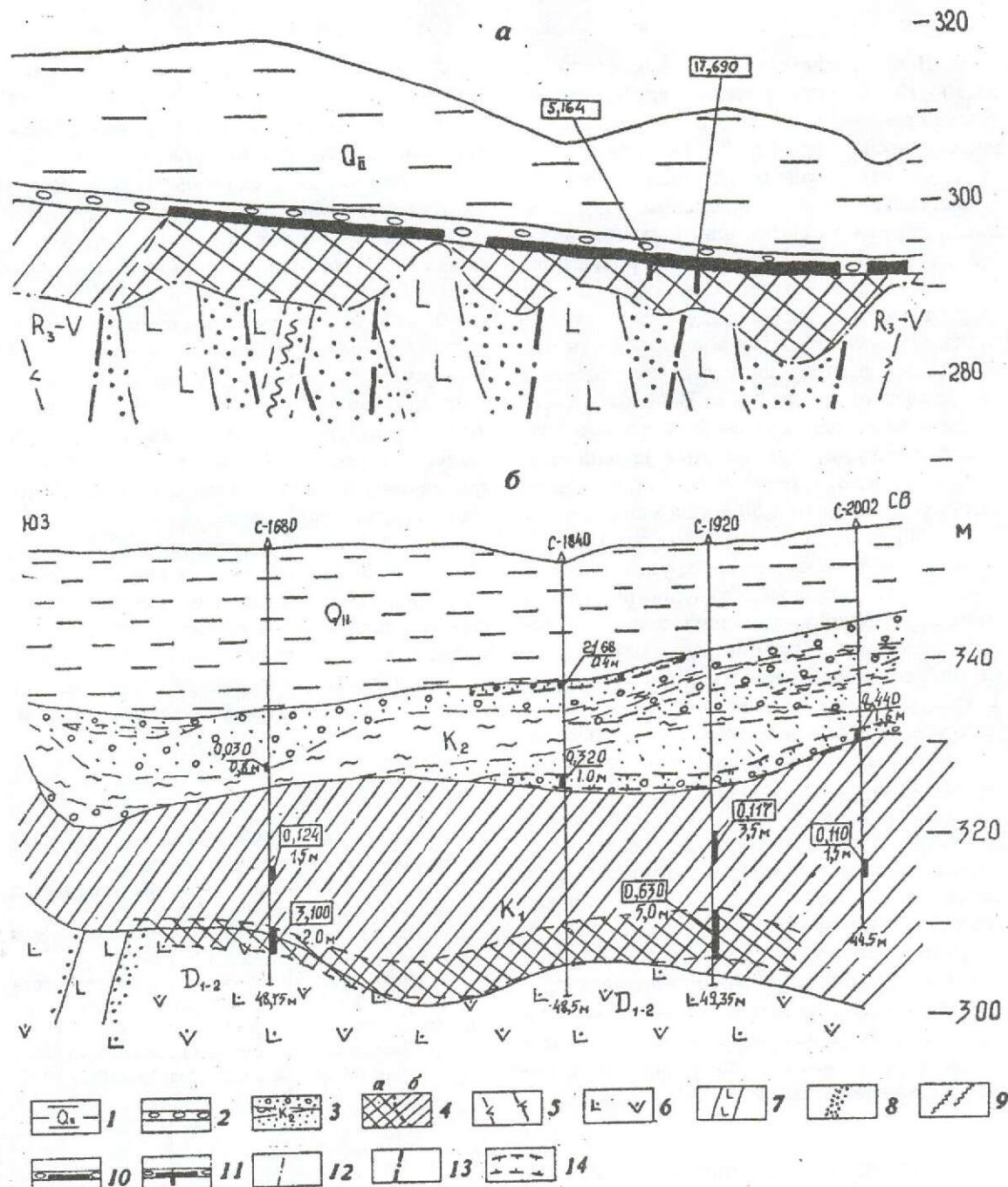


Рис. 3. Примеры разрезов золотоносных кор выветривания (а) и гравийно-галечниково-песчаных отложений симоновской свиты (б) Еденисского рудно-rossyнского узла:

1 — покровные суглинки; 2 — золотоносные отложения погребенной россыпи; 3 — верхнемеловые отложения симоновской свиты (галечники, гравий, пески, каолинитовые глины); 4 — рыхлые гидрослюдисто-каолинитовые продукты нижнемеловой коры выветривания: а — золотоносные, б — не золотоносные; 5 — зеленокаменные сланцы; 6 — трахиандезито-базальтовые порфириты и их туфы; 7 — дайки интрузивных пород основного состава; 8 — зоны метасоматически измененных золотоносных пород; 9 — кварцевые жилы и прожилки; 10 — участки россыпи, отработанные подземными старательскими выработками; 11 — гезенки, пройденные по коре выветривания; 12 — границы рыхлых отложений, предполагаемые по геофизическим данным; 13 — разрывные нарушения; 14 — контуры золотоносных участков гравийно-галечниковых отложений симоновской свиты. Содержания золота в г/м<sup>3</sup>: цифры в прямоугольниках — по гезенкам, цифры в числите дроби — по скважинам (в знаменателе — мощность продуктивного интервала).

нами. Наибольшие содержания золота (от 2 до 10—15 г/м<sup>3</sup>) приурочены к грубогалечниковым прослойям и линзам. Мощности золотоносных "песков" от 0,4 до 2 м. Вниз по разрезу от подошвы меловых отложений вскрыт структурный элювий площадной гидрослюдисто-каолинитовой коры выветривания. Мощность продуктов коры выветривания от 17 до 30 и более метров. В верхней половине разреза, там, где преобладает каолинитовая глина, отмечается слабая золотоносность (109 до 124 мг/т), при мощности золотоносных интервалов от 1,5 до 3,5 м. В нижней части разреза, на глубинах более 40 м, где преобладает гидрослюдисто-щебнистый элювий, концентрации золота достигают 11 г/т, при средних содержаниях от 0,63 г/т на мощность 5 м (скв. 1920) до 3,1 г/т на 2 метра (скв. 1680).

Современные водотоки, берущие начало в пределах рассматриваемого рудно-rossыпного узла, формируют протяженные долинные россыпи, являющиеся предметом эксплуатации в настоящее время. Средние содержания золота в этих россыпях значительно ниже, чем в отмеченных выше золотоносных образованиях, несомненно являющихся источником металла современных россыпей.

За последние два года в рассматриваемом районе выявлено четыре аналогичных рудно-rossыпных узла с суммарными прогнозными ресурсами металла 140 т. Причем основная доля (90 %) прогнозных ресурсов приходится на рудное золото, 8,2 % ресурсов связано с золотом остаточных и переотложенных продуктов кор выветривания, 0,7 % находится в глубокозалегающих подувальных россыпях и 0,9 % ресурсов металла содержат современные долинные россыпи.

Таким образом, можно сделать следующие выводы:

1. По совокупности региональных структурно-металлогенических критериев и комплексу поисковых признаков Кельбес-Золотокитатский район является типичным золоторудным районом, перспективным на выявление значительных по масштабам месторождений золота.

2. Особенности геолого-геоморфологического развития территории способствовали активному формированию и консервации золотоносных кор выветривания и россыпей разных возрастных и генетических типов, в том числе и россыпей, связанных с меловыми гравийно-галечными отложениями, имеющими площадное распространение.

3. В настоящее время хорошо изучены, разведаны и активно отрабатываются лишь мелкозалегающие долинные россыпи, являющиеся конечным звеном ряда полигенных и полихронных золотоносных образований района. Эти россыпи содержат менее 1 % ресурсов золота Кельбес-Золотокитатского района.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Геология СССР, Западная Сибирь, полезные ископаемые. — М.: Недра, 1982. Том XIV. Кн.1.
2. Іуковский Е.А. Ольгинский рудник Мариинской тайги // Цветные металлы. 1931. № 6. С. 14—19.
3. Железорудные месторождения Алтая-Саянской горной области. — М.: АН СССР, 1958, Т.1.
4. Казакевич Ю.П. Условия образования и сохранения сложных погребенных россыпей золота. — М.: Недра, 1972.
5. Краснопеева П.С. Кельбесский золотоносный район / Мат-лы по геол. Зап. Сиб.край. 1934. Вып. 19. С. 22—40.

A.N.Platonov, V.N.Sanin, A.Ye.Avakumov

#### GEOLOGICAL STRUCTURE AND GOLD-BEARING ZONES OF THE ZOLOTOKITATSKY DISTRICT

*A number of large ore-placer nodes were predicted and outlined based on the analysis of geological structural features and metallogeny of the district under study. The nodes are characterized by a prolonged, pulsed tectonic mobility of key geostructures, polychronous and telescopic character of different gold mineralization types and close spatial correlation between placers and ore deposits. Judging by these parameters, the Kelbes-Zolotokitatsky district can be considered promising for large gold deposits and gold-bearing placers with sizeable gold reserves.*

УДК 553.492:553.612

© А.А.Торгунаков, А.Е.Аввакумов, 1998

## КОМПЛЕКСНЫЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ БАРЗАССКОЙ ГРУППЫ

А.А.ТОРГУНАКОВ (ЗАО "Южсибгеоцентр"), А.Е.АВВАКУМОВ (АОЗТ "Тэтис-М")

**Барзасские месторождения, расположенные на севере Кемеровской области, представлены продуктивной толщей мезозойских рыхлых отложений и включают бурожелезняковые руды, остаточные россыпи титансодержащих минералов, минеральные пигменты и керамические глины, строительные материалы и т.д. Компактное размещение застежей полезных ископаемых на различных стратиграфических уровнях единой продуктивной толщи, благоприятное географо-экономическое положение месторождений и выполненное технико-экономическое обоснование позволяют рассчитывать на создание крупного комплексного горнодобывающего предприятия, обеспеченного запасами не менее чем на 50 лет.**

Комплексные месторождения Барзасской группы находятся в пределах северо-западных предгорий Кузнецкого Алатау, в области стыка Золотокитатского выступа дислоцированных пород фундамента с Ампальским заливом Чулымо-Енисейской депрессии.

Продуктивные отложения расположены в бассейне рек Кельбес и Золотой Китат в пределах выровненных водораздельных участков, имеющих абсолютные высоты 250—350 м и относительное превышение до 100 м. В долинах продуктивный комплекс рыхлых пород полностью размыт, и общая площадь рудного поля (20×3 км) оказалась разобщенной на отдельные участки — Гавриловский, Глухаринский, Суховский, Еденинский. Расстояние между ними варьирует от 1—2 до 5 км. Месторождения находятся в экономически освоенном районе (рис. 1), имеющем длительную историю эксплуатации россыпных месторождений золота.

Объекты Барзасской группы были открыты при проведении поисковых работ на бокситы в 1952 г. В 1953 г. для оценки бокситоносности района была организована Барзасская экспедиция. В период 1955—1961 гг. проведена разведка месторождений. Размещение бокситов и сопутствующего сырья на разных стратиграфических уровнях в единой продуктивной пачке позволило проводить разведку единой системой горных вы-

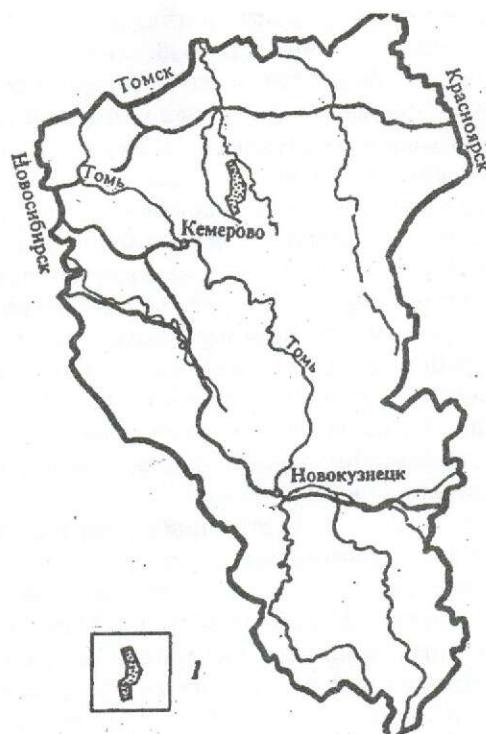


Рис. 1. Положение горного отвода Барзасских комплексных месторождений в пределах Кемеровской области.

I — площадь горного отвода.

работок. На разведку месторождений, вместе с поисковыми работами, затрачено: колонкового бурения — 70 000 м, шурfov

— 19 000 м [5]. В итоге работ группа Барзасских месторождений по оgneупорным глинам и бокситам (рис. 2) решением ГКЗ (1965 г.) признана промышленно значимой. По запасам ценных оgneупорных глин она относится к крупным (самые большие в Западной Сибири запасы оgneупорных глин основных и полукислых сортов), а по бокситам — к умеренным [1].

Выполненная институтом "Кузбассгипроруда" сравнительная технико-экономическая оценка условий использования в металлургическом производстве Кузбасса оgneупорных глин по трем наиболее значительным месторождениям региона — Барзасскому, Баркинскому и Березовскому — показала экономическое преимущество первого. Согласно ТЭО, планируемый Барзасский рудник мощностью 500 000 т в год основных оgneупорных глин (для нужд мартеновского производства) и 150 000 т бокситов обеспечен запасами сырья на срок более 40 лет. С учетом того, что месторождение располагает равноценными запасами полукислых оgneупоров и крупнейшими ресурсами керамических глин, оно выдвинулось как перспективная база, способная весьма длительный срок удовлетворять потребности всех заинтересованных предприятий Сибирского региона в дешевых оgneупорных и керамических изделиях. Разработка месторождения осуществляется открытым способом с полной выемкой всех ценных компонентов в сухих условиях или при незначительной обводненности эксплуатационных карьеров.

В геологическом строении района выделяются два структурных яруса: верхний, сложенный рыхлыми отложениями мезо-кайнозоя, и нижний, состоящий из дислоцированных пород палеозоя и протерозоя. На границе выделенных ярусов по породам фундамента развита древняя кора химического выветривания, наиболее хорошо сохранившаяся в области водораздельных пространств.

Нижний структурный ярус представлен метаморфическими и эфузивно-осадочными породами верхнего протерозоя и нижне-го—среднего палеозоя, прорванными каледонскими интрузиями габбро и пироксенитов, а также интрузиями гранодиоритов и сиенитов. Все образования вытянуты в субмеридиональном направлении с отклонения-

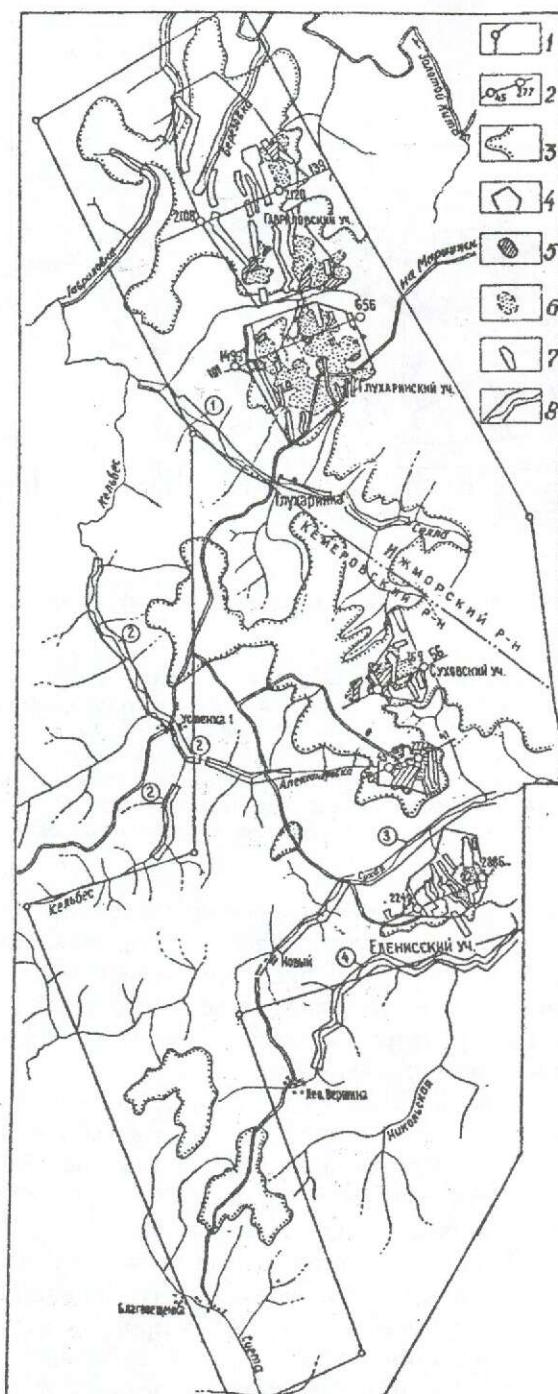
ми на северо-запад и залегают в тектонических блоках, представленных сочетанием горстов и грабенов. В ядре Золотокитатского выступа, на всем протяжении антиклинальной структуры, в виде полос северо-западного просирания следует устойчивый комплекс пород из графитистых мраморов и амфиболитов, прорванных небольшими телами габбро, пироксенитов и дайками диабазов. Данные породы определяют размещение продуктивных фаций мезозойских отложений [6].

Верхний структурный ярус представлен нелитифицированными отложениями мезо-кайнозоя (рис. 3). Сводный разрез этих отложений следующий (сверху вниз): четвертичные покровные суглинки, верхнемеловые прибрежно-морские отложения симоновской свиты, апт-альбские отложения кийской свиты, юрско-меловые остаточные коры выветривания.

Ниже приводится краткая геологическая характеристика пород мезо-кайнозойского чехла с описанием присущего им комплекса полезных ископаемых.

*Остаточные коры выветривания (J—K<sub>1</sub>)* распространены в виде отдельных полей площадью от 4 до 10 км<sup>2</sup>. Сверху они перекрыты осадками кийской и симоновской свит, в периферийных частях выходя из под них. Коры выветривания плащеобразно залегают на материнских породах. Колебания их мощности (от 1,5 до 40 м) обусловлены характером древнего рельефа, петрографическим составом, структурой и степенью трещиноватости коренных пород. По составу и строению в вертикальном разрезе кор выветривания выделяются три зоны: нижняя (выветрелые осветленные материнские породы), средняя (глинистый структурный элювий, со следами первичной структуры коренных пород) и верхняя (глинистый бесструктурный элювий, представленный пестроцветными глинами).

В нижней зоне сохраняются тона окраски исходных пород, первичная полосчатость и сланцеватость. Минеральный состав коренных пород в этой зоне, как правило, слабо изменен, глинистая масса присутствует в небольших количествах и имеет монтмориллонитовый состав. В зависимости от петрографического состава пород фундамента возможно выделение



Сводная таблица  
полезных ископаемых Барзасской группы  
месторождений

Полезные ископаемые	Запасы (млн.т)	Категория запасов
Железо	18,6	C <sub>1</sub>
Алюминий	8,9	B + C <sub>1</sub>
Титан	2,5	C <sub>1</sub>
Огнеупорные глины основных классов	28,7	A + B + C <sub>1</sub>
Огнеупорные глины полукислых классов	65,2	C <sub>1</sub>
Керамические глины и минеральные пигменты	32	C <sub>1</sub>

Рис. 2. Расположение комплексных месторождений Барзасской группы.

1 — контур горного отвода; 2 — опорные разрезы; 3 — границы Барзасской группы месторождений; 4 — участки Барзасской группы месторождений; 5 — залежи бокситовых руд; 6 — огнеупоры основного и высокоглиноземистого сортов; 7 — остаточные россыпи титана; 8 — эксплуатирующиеся в настоящее время долинные россыпи по рекам: Селда, Кельбес, Сухая, Еденис.

двух доминирующих минеральных ассоциаций коры выветривания: по амфиболитам и по мраморам. Тяжелая фракция первой представлена (в %): ильменитом — 94, лейкоксеном — 2, антазом — 1, рутилом — 1, цирконом — 1, в единичных зернах присутствуют лимонит, гранат, сфен, апа-

тит, эпидот. Выветрелые мраморы в тяжелой фракции содержат (в %): пирит — до 65, лимонит — до 30, магнетит и ильменит — 6, лейкоксен — 1, сфен — 6, циркон — 1 — 4, сидерит — 1; антаз, рутил, гранат, турмалин, дистен, брукит, апатит, эпидот, графит — единичные зерна. Грануломет-

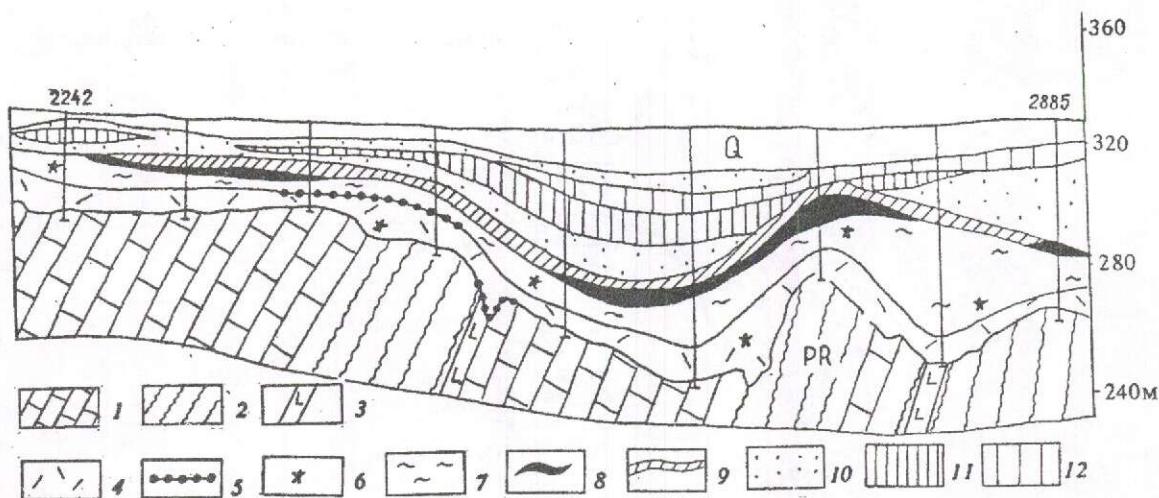


Рис. 3. Типовой разрез через Барзасские комплексные месторождения. Участок Еденицкий, профиль 17 по материалам Д.И.Емельяновой [5].

Протерозойский фундамент: 1 — мраморы; 2 — амфиболиты; 3 — дайки интрузивных пород основного состава; 4 — элювий коры выветривания структурный (внизу) и глинистый (вверху); 5 — линзы бурых железняков с реликтами сидерита; 6 — титаноносные породы; бокситоносный комплекс кийской свиты ( $K_1-K_2$ ): 7 — пестроцветные глины со свойствами минеральных красителей, 8 — бокситы рыхлые, глинистые, каменистые и аллиты, 9 — осветленные бокситоносные глины — огнеупорное сырье основного и высокоглиноземистого сортов; верхнемеловые отложения (симоновская свита,  $K_2$ ): 10 — песчано-гравийно-галечниковая толща, 11 — белые и серые каолинитовые и гидрослюдисто-каолинитовые глины — огнеупорное сырье полукислого ряда, 12 — пестроцветные (железистые) глины.

рический состав характеризуется наличием фракции крупнее 1 см.

Средняя зона коры выветривания представлена структурным элювием, сложенным глинистыми отложениями, сохранившими реликты структуры исходных пород. Минералогически структурный элювий состоит в основном из гидрослюд, присутствуют каолинит, монтмориллонит, бейделлит, гиббсит, гётит, гематит. В тяжелой фракции ильменита — до 54 %, лимонита — до 44 %, рутила — 2 %, лейкоксен, циркон, гранат, эпидот, сфен, апатит, корунд присутствуют в единичных зернах.

Верхняя зона коры выветривания характеризуется полным отсутствием признаков первичных пород. Независимо от состава исходных пород данная зона слагается, главным образом, каолинитом и минералами гидроксидов железа. По гранулометрическому составу преобладает фракция 0,01 мм (от 95 до 98 %). Основную массу тяжелой фракции бесструктурного элювия амфиболитов составляют ильменит и ожелезненные слюды — до 97 %, рутил — до 3 %, сфен, антаз,

циркон, лейкоксен, корунд, апатит присутствуют в единичных зернах. Ильменит в различной степени лейкоксенизирован. В тяжелой фракции глинистого бесструктурного элювия мраморов содержится (в %): магнетит и ильменит — от 18 до 37, лимонит — до 76, рутил — до 5, циркон — 2—3, антаз — до 3, турмалин — 1.

Изменение химического состава при выветривании коренных пород свидетельствует о существенных преобразованиях химического (рис. 4) и минералогического состава исходного субстрата, приведшее к накоплению в конечных продуктах выветривания железа, титана, алюминия, фосфора и почти полному выносу кальция, магния, щелочей. Превращение алюмосиликатов в каолинит с последующим распадом каолинового ядра привело к высвобождению алюминия, переходу его в растворимые соединения и переотложению в виде бокситов в породах вышележащей кийской свиты. Обогащение железом коры выветривания обусловило образование цементационных бурожелезняковых и сидеритовых

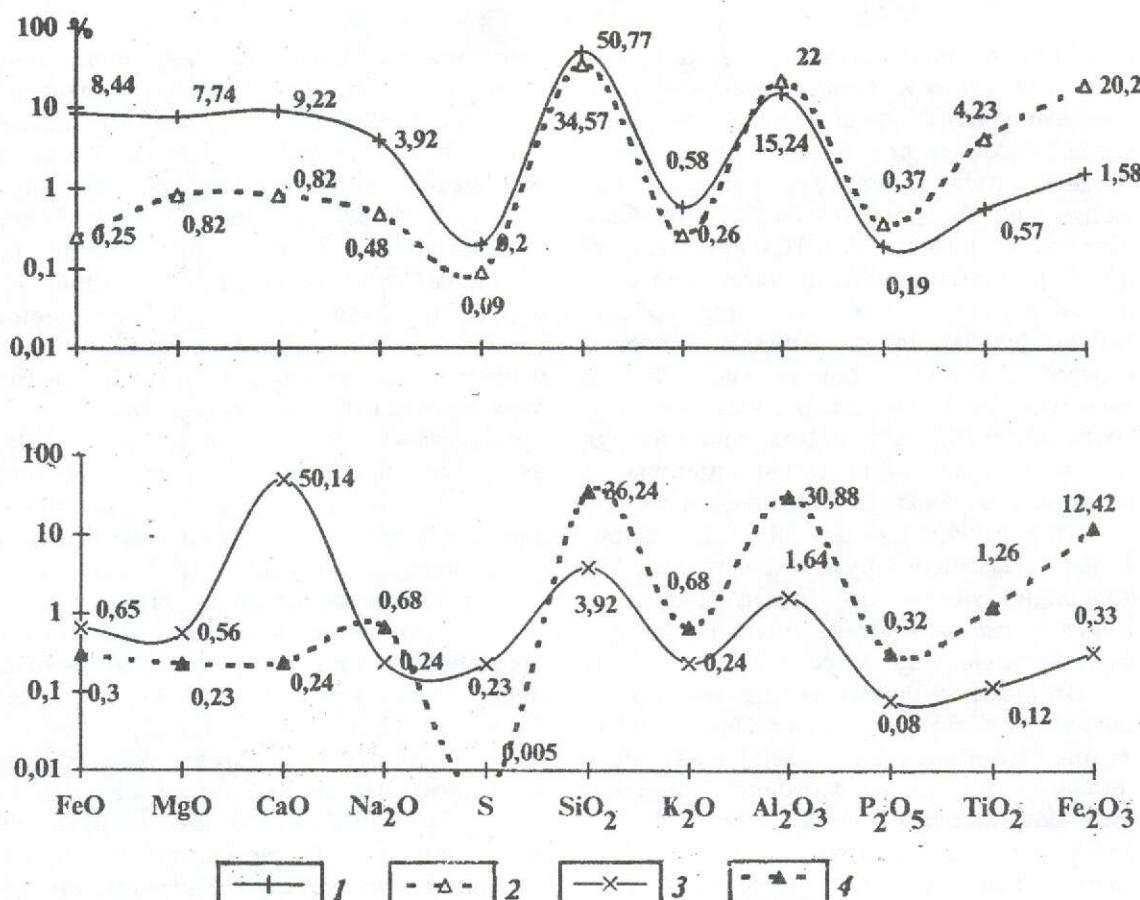


Рис. 4. Изменение состава коренных пород при химическом выветривании.

1 — амфиболиты, 2 — кора выветривания амфиболитов, 3 — мраморы, 4 — кора выветривания мраморов.

руд как внутри коры выветривания, так и среди выщезалегающих отложений.

Для Барзасских месторождений характерно наличие значительных компактных масс бурых железняков, распределяющихся в двух горизонтах. Нижний горизонт представлен цементационными рудами замещения по породам фундамента, верхний располагается в глинистом элювии коры выветривания. Интенсивному железонакоплению в данных условиях особо благоприятствовала устойчивая щелочная среда, создаваемая крупным полем известняков. Имеются основания предполагать, что первичной формой проявления железа в корах выветривания района была сидеритовая. Повсеместно развитый процесс сидеритизации осуществлялся благодаря насыщенности среды углекислотой (за счет растворения карбонатов) и наличию восстановительных условий. С выходом пород

Золотокитатского выступа в окислительные условия сидериты преобразовались в бурые железняки.

Площадные контуры оруденения железа близко совпадают с границами бокситовых тел. Горизонты лежат на глубине соответственно 30 и 40 м. В каждом из них выделяется несколько разрозненных в плане рудных площадей размером от 100×300 до 200×1000 м и средней мощностью от 1 до 24 м. Руды имеют вид как крепких сливных пород, так и пористых съпучих образований, в составе которых участают гётит, лимонит, каолинит, слюды и зерна кварца. Химический состав (в %) варьирует в широких пределах: железо рудное — 28—53; окись железа — 40—76; кремнезем — 2,6—35,0; глинозем — 5,7—13,2; двуокись титана — 0,23—1,2; окись кальция — 0,22—1,0; окись магния — 0,06—0,53; фосфор — 0,1—0,3; сера — до

0,02. При разведке бокситов на Барзасских месторождениях в составе двух горизонтов выявлено 19 тел бурых железняков с суммарными запасами в 8 млн. т при средней мощности рудных тел 1,6 м, среднем содержании железа рудного — 36,27 % и глубине вскрыши — от 30 до 40 м. При комплексной отработке месторождений возможно снижение кондиционных требований. Общие запасы бурых железняков при бортовом содержании железа растворимого 25 % и минимальной мощности рудных тел 0,5 м составляют 18,6 млн. т. Получение из руд кондиционных железных концентратов возможно в условиях применения метода электромагнитной сепарации с предварительным магнитизирующим обжигом. Установлено также, что бурые железняки могут применяться как минеральный пигмент — железистая охра.

Вторым полезным компонентом кор выветривания амфиболитов и габбро-амфиболитов, имеющим промышленное значение, являются минералы титана. Обогащение титаносодержащими минералами происходит за счет выноса других составных элементов. Таким образом, оруденение имеет остаточную природу. Продуктивность коры выветривания колеблется от 5 до 12 %  $TiO_2$ , причем обогащенные ильменитом коры образовались лишь при выветривании амфиболитов, содержащих в своем первоначальном составе не менее 2 %  $TiO_2$ . Такая приуроченность рудоносных кор с ильменитом к амфиболитам отразилась и на распределении рудных тел, располагающихся узкими вытянутыми полосами согласно общему простианию пород. Местами рудные залежи шире амфиболитовых тел, что обусловлено развитием контактово-карстовых явлений с частичными просадками и переотложениями рудных тел. Такие участки характеризуются небольшими мощностями и сравнительно высокими содержаниями  $TiO_2$ . Распределение полезного компонента в общем подчиняется следующей закономерности. Наиболее обогащена титаном верхняя часть бесструктурного элювия ( $45-198 \text{ кг}/\text{м}^3$  ильменита); вниз, при переходе от бесструктурного элювия к структурному, содержание двуокиси титана постепенно уменьшается.

Для рудных кор выветривания Еденис-

ского участка Барзасских месторождений проведены опыты по обогащению 33 технологических проб весом до 150 кг при содержании двуокиси титана в рудах от 1 до 11,5 %. Схема обогащения включала в себя промывку, доизмельчение до -0,2 мм, обогащение на концентрационном столе с доводкой грубых гравиконцентратов электромагнитной сепарацией. Полученный при обогащении рудных кор выветривания ильменитовый концентрат характеризуется средними содержаниями (в %): двуокиси титана — 44,2; кремнезема — 2,23; окиси хрома — 0,01; фосфора — 0,056. Опыты показали, что при обогащении может быть получен кондиционный концентрат первого и второго сорта со средним выходом  $90 \text{ кг}/\text{м}^3$ . Низкий уровень извлечения двуокиси титана (41 %) может быть существенно повышен за счет применения более эффективных методов центробежного обогащения и доизвлечения ильменита из промпродуктов. Проведенная предварительная экономическая оценка месторождений титана позволяет считать, что полученный выход концентрата ( $90 \text{ кг}/\text{м}^3$ ) вполне удовлетворяет требуемым условиям эксплуатации. Запасы ильменитовых руд при содержании  $TiO_2$  более 4 % составляют 2,5 млн. т и считаются предварительно оцененными. Статистическое распределение руд по содержанию в них двуокиси титана показаны на рис. 5.

**Кийская свита К<sub>1</sub>** на Барзасской площади представлена бокситоносными породами, имеющими распространение в депрессиях водораздельных пространств. В пределах Золотокитатского выступа нижненемеловые отложения залегают непосредственно на коре выветривания и являются продуктами переотложения последней. Сводный разрез свиты выше глинистого элювия коры выветривания представляется следующим (сверху вниз):

1. Глины светлые слабобокситоносные — 2 м.
2. Бокситы рыхлые, глинистые, каменистые и аллиты — 5 м.
3. Глины буро-красные бокситоносные — 4 м.
4. Глины пестроцветные переотложенные — 4 м.

Пестроцветные глины нижнего горизонта имеют каолинит-гидрослюдистый со-

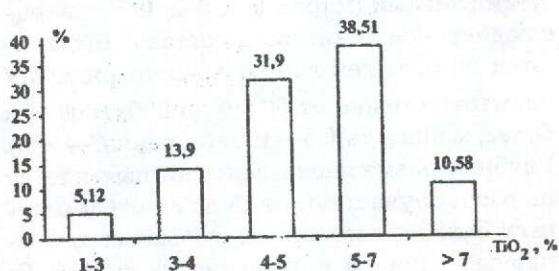


Рис. 5. Распределение руд в корах выветривания Еденицкого участка по содержанию в них двуокиси титана.

став с участием гётита; гидрогематита и свободного глинозема практически не содержат. Окраска глин пятнистая от красной через желтую до белой. Химический и минералогический состав близок к составу глин верхней зоны коры выветривания. В среднем состав пестроцветных глин следующий (в %): SiO<sub>2</sub> — 36,9; Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> — 30,12; Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> — 17,8; FeO — 0,36; TiO<sub>2</sub> — 2,14; K<sub>2</sub>O+Na<sub>2</sub>O — 0,39.

Над пестроцветными глинами залегают буро-красные бокситоносные глины, подстилающие бокситорудный горизонт и часто переслаивающиеся с ним или фациально замещающие его по простирианию. Состав бокситоносных глин соответствует каолиниту с примесью гиббсита и гематита. Химический состав отвечает аллитам и определяется следующими предельными содержаниями основных компонентов (в %): кремнезем — 25—37, глинозем — 24—39, окись железа — 15—27, окись титана — 1,4—2,7. Глины являются природными минеральными красителями. По данным сокращенных лабораторных испытаний они отнесены к сортам мумий бокситовых, светлых и темных, и к типу глинистой красной. Степень укрывистости темных мумий менее 30 г/м<sup>2</sup>, светлых — менее 45 г/м<sup>2</sup>, бокситовых — 60 г/м<sup>2</sup>. Остаток на ситах по готовому изделию 0,5—15 %, содержание растворимых солей не более 1,5 %, реакция водной вытяжки нейтральная, количество твердых частиц незначительное. Все эти данные отвечают требованиям существующих стандартов к мумиям и охрам. Средний химический состав барзасских минеральных красок: кремнезем — 32,61 %, глинозем — 31,16, окись железа — 20,24, окись титана — 1,69. Общие предварительно оцененные запасы составляют 30,2 млн.

т. В пространственном отношении запасы минеральных пигментов совпадают с запасами огнеупорных глин и бокситов.

Бокситы, объединяющиеся по Золотокитатскому району в Барзасскую группу месторождений, согласно залегают на буро-красных бокситоносных глинах в форме линзовидных тел. Изометрические залежи имеют размеры в плане 100×100 до 400×900 м и сопровождаются широким шлейфом аллитов. Мощность бокситорудных тел изменяется от 0,5 до 10 м, составляя в среднем около 2,5 м. Бокситы имеют вид обычно бурых, реже светлых бобовых пород с преобладанием рыхлых разностей (50 %), чередующихся с каменистыми (30 %) и глинистыми (20 %). Во всех разностях обнаруживаются элементы обломочной структуры. По минеральному составу барзасские бокситы относятся к гиббситовому типу. Главными породообразующими минералами в них являются гиббсит, каолинит, гематит, гётит. В примеси присутствуют кварц, сидерит, лейкоксен, магнетит и фосфаты алюминия из группы гойяцита. В качестве акцессориев встречаются рутил, циркон, эпидот. В составе руд содержится около 0,2 % окиси хрома и щелочей и от 0,1 до 1,3 % свободного кварца.

Каменистые разности бокситов обычно имеют повышенное содержание железа и в ряде случаев фациально переходят в алюмо железистые руды следующего химического состава (в %): SiO<sub>2</sub> — 8; Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> — 30,1; Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> — 40,04; TiO<sub>2</sub> — 2,83. Железистость руд возрастает в северо-западном направлении по мере изменения петрографического состава пород фундамента в сторону большей основности.

Руды по качественным характеристикам могут быть использованы как сырье глиноземного, марганцевского и цементного производства. Они хорошо вскрываются по глинозему (с извлечением 90—95 %) принятыми способами спекания или комбинированным методом Байер-спекания. Утвержденные в 1961 г. ГКЗ СССР балансовые запасы бокситов составляют 8948,2 тыс. т.

Всего оконтурено более 40 бокситовых залежей. Немногочисленные крупные тела однослойного строения и выдержанной мощности занимают обширные изометрические котловины. Преобладающие на место-

рождении мелкие тела выполняют карстовые воронки в известняках. Воронки имеют либо изолированное положение, либо осложняют ложе рудоносных котловин вышеописанного типа, обуславливая значительную мощность (8—23 м) и многослойное строение рудной залежи.

В результате разведочных работ определились промышленные характеристики всей группы тел, при средней мощности руд 2,5 м и следующем среднем составе: кремнезем — 15,65; глинозем — 41,91; окись железа — 16,46; двуокись титана — 3,72; окись кальция — 0,15; пятиводка фосфора — 0,23; сера — 0,03 %. Марочный состав руд в процентах по отношению к общим запасам: Б-3, Б-4 — 11; Б-5 — 24; Б-7, Б-8 — 14; Б-6 — 41; некондиционные — 10.

Необходимо отметить, что появление в настоящее время новых высокоеффективных технологий переработки алюмосодержащего сырья [2, 4] позволяет рассчитывать на существенный прирост минеральной базы глиноземного производства.

Светлые слабобокситоносные глины верхнего горизонта связаны с бокситами постепенными переходами и отличаются от них, кроме окраски, преобладанием в составе каолинита, меньшим содержанием гиббсита и заметно меньшей железистостью. Химический состав глин характеризуется следующими содержаниями основных компонентов (в %): глинозем — 7—30; кремнезем — 30—40; окись железа — 1—4; сумма щелочей — 0,5; окись кальция — 0,3—0,6; окись магния — 0,2—0,3. В пересчете на прокаленное вещество содержание в глинах  $\text{Al}_2\text{O}_3$  —  $\text{TiO}_2$  находится в пределах 40—62 %,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  — 1,6—5,5 %. Такой состав и физико-керамические свойства глин определяют принадлежность их к высокоглиноземистому и высокоосновному огнеупорному сырью. Данные глины распространены шире бокситов и встречаются также на нижележащих горизонтах. Глины марок В, ВО-1, ВО-2 расположены в основании продуктивного горизонта, представляют собой отбеленные продукты респлификации бокситов и имеют существенно гиббсит-каолинитовый состав. В основном горизонт (примерно 60 % запасов) сложен плотными сероцветными слегка песчанис-

тыми глинами (марки 0-1, 0-2, 0-У) кварц-слюдисто-каолинитового состава. Выделяются 20 залежей глин основного ряда. Их размеры в плане от 50×50 до 800×1600 м и более, мощность 0,5—10 м (средняя — 3 м). Глубина размещения залежей изменяется по разным участкам от 18 до 35 м. Суммарные балансовые запасы основных огнеупорных глин по категориям А + В + С<sub>1</sub> составляют 28,7 млн. т. В пределах Глухаринского и Гавриловского рудных полей в толще основных глин обособляются железистые разности, принадлежащие к керамическим сортам. Запасы их определены в 32 млн. т.

**Симоновская свита (К<sub>2</sub>)** верхнемелового возраста. Отложения симоновской свиты трангрессивно перекрывают отложения кийской свиты или продукты остаточной коры выветривания пород фундамента. Литологически породы представлены песчано-гравийно-галечниковыми отложениями, составляющими 70—80 % от всей мощности свиты. Обломочный материал состоит, главным образом, из галек и зерен кварца и микрокварцитов. Среди менее распространенных обломочных пород в пробе присутствуют углистые окварцованные алевролиты, углистые аргиллиты, измененные кварц-полевошпатовые породы, слюдистые сланцы. Распределение петрографических разностей по гранулометрическим классам представлено на рис. 6. Цементирующая масса глинистая, каолинитового или гидрослюдисто-каолинитового состава с примесью галлуазита и бейделлита. В толще симоновской свиты в виде отдельных линз и пропластков мощностью от 0,05 до 1 м залегают железистые песчаники, гравелиты и конгломераты, представляющие собой те же разности галечников и гравия, сцементированные гидроксидами железа. К средней части разреза отложений тяготеют пласти и линзы белых и серых каолинитовых, гидрослюдисто-каолинитовых глин, фациально переходящих в песчанистые глины, пески и гравий. Количественно глины составляют 15—20 % от всей мощности разреза свиты. Общая мощность отложений свиты варьирует от 0,5 до 50 м, составляя в среднем 25 м. С учетом приведенных данных генезис симоновских

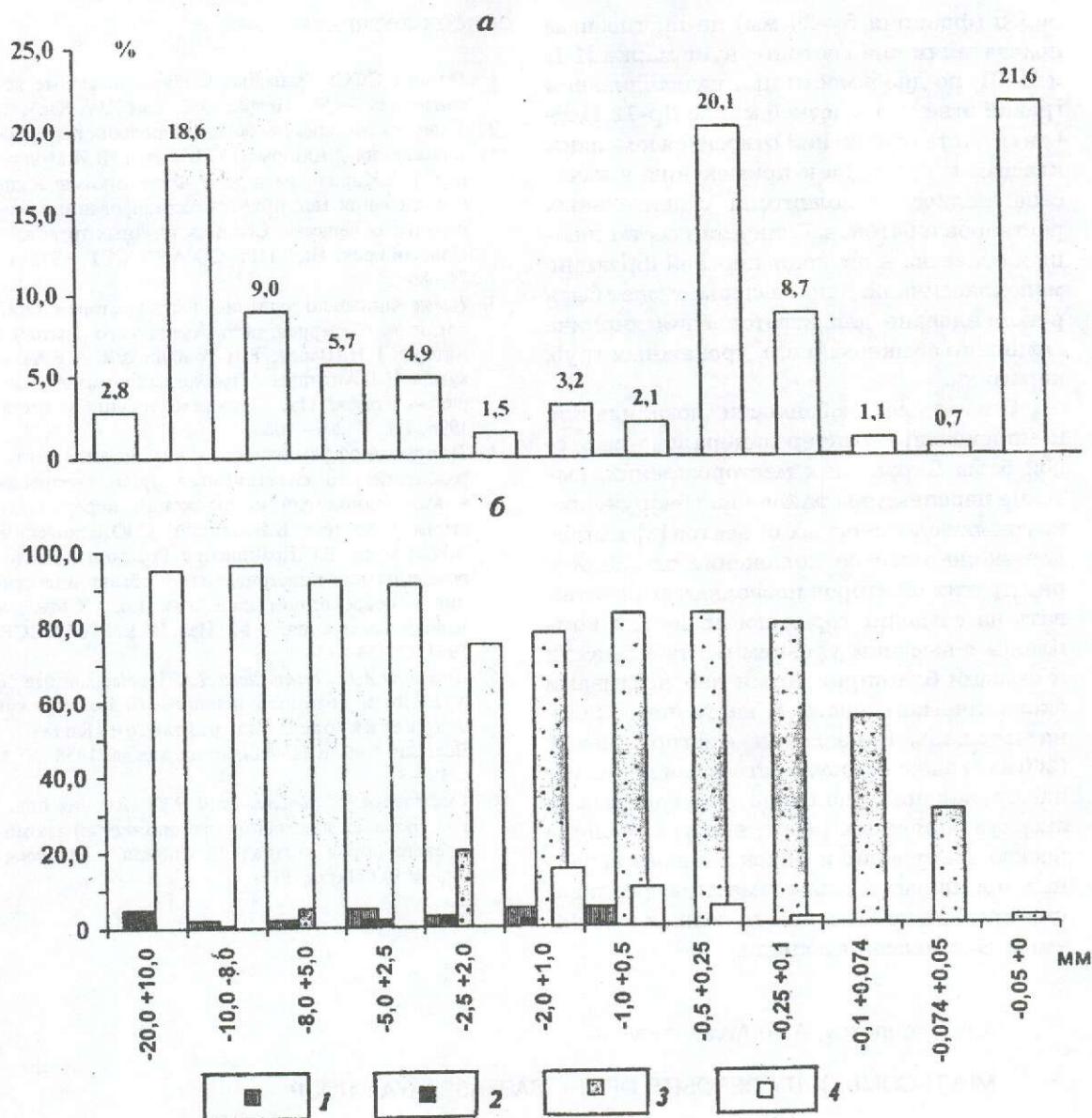


Рис. 6. Гранулометрический (а) и петрографический (б) составы песчано-гравийно-галечных отложений симоновской свиты.

1 — измененные кварци-полевошпатовые породы; 2 — углистые аргиллиты; 3 — кварц; 4 — кварциты, кремнистые породы.

отложений предположительно прибрежно-морской или озерно-дельтовый.

Каолинитовые и гидрослюдисто-каолинитовые глины симоновской свиты, отвечающие полукислым оgneупорным глинам марки ПК-1 и ПК-2, образуют серию 2—6 линзовидных тел, тяготеющих к средней части разреза верхнемеловых пород. Мощность тел варьирует от 0,1 до 10 м. Учен-

ные запасы глин полукислых сортов составляют 65 млн. т по категории С1. Заводскими испытаниями установлена их пригодность для сталеразливочного припаса.

Гравийно-песчано-глинистая часть разреза верхнемеловых отложений может использоваться после фракционирования как строительный материал со следующими характеристиками: для гравийной части

пород (фракция 5—20 мм) по прогнозным показателям она соответствует марке И-II и И-III; по дробимости при раздавливании гравий отвечает высокой марке Др-12. Песчаная часть отложений относится к мелким классам и пригодна к применению в качестве мелкого заполнителя строительных растворов и бетонов. Глинистая составляющая отнесена к низкодисперсной фракции, малопластичной. Данное сырье может быть рекомендовано для изготовления кирпича глиняного обыкновенного, дренажных труб, керамики.

Описанные особенности локализации, комплексный характер минерально-сырьевой базы Барзасских месторождений, высокие перспективы района на обнаружение крупных золотоносных объектов [3], выгодное экономическое положение площади и ряд других факторов позволяют рассчитывать на создание горно-добывающего комплекса с высоким уровнем рентабельности и самыми благоприятными перспективами экономического роста. В настоящее время на площадь Барзасских месторождений ( $260 \text{ км}^2$ ) выдана государственная лицензия на проведение поисково-разведочных и эксплуатационных работ, ведется геологическое доизучение и поиск заинтересованных организаций для совместной реализации проекта по освоению полезных ископаемых Барзасской площади.

A.A.Torgunakov, A.Ye.Avakumov

#### MULTI-COMMODITY DEPOSITS OF THE BARZASSKAYA GROUP

*The deposits of the Barzasskaya group are located in the northern regions of the Kemerovskaya Oblast. Producing beds are represented by unconsolidated Mesozoic deposits hosting brown iron ores, residual placers of Ti-containing minerals, mineral pigments, glass-pot clays, bauxites, building materials etc. Local setting of mineral deposits (orebodies) at different stratigraphic levels of common producing strata, favorable geographical and economic position of the deposits and available data of feasibility studies suggest that a large, integrated mining enterprise can be organized here with reserves-to-production ratio no lower than 50 years.*

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Геология СССР, Западная Сибирь, полезные ископаемые. — М.: Недра, 1982. Том XIV. Кн.1, 2.
2. К вопросу обогащения бокситов Боксонского месторождения / Авторы: Т.С.Юсупов, В.И.Молчанов, Е.А.Кириллова и др. / Физико-химические исследования механически активированных минеральных веществ. Сборник научных трудов. — Новосибирск: Изд. ИГТ СО АН СССР, 1975. С. 74—86.
3. Новые данные по золотоносности месторождений бокситов (Северная часть Кузнецкого Алатау) / Авторы: Г.Н.Шаров, Е.Н.Трибунский, А.Е.Аввакумов, И.В.Антипов / Проблемы геологии Сибири. — Томск: Изд. Томского госуниверситета, 1996. Т.1. С. 207—208.
4. Повышение эффективности использования месторождений кор выветривания путем внедрения новых технологий комплексной переработки сырья / Авторы: Б.Н.Одокий, С.Ю.Цеховский, В.И.Зубарев, Е.С.Драницын / Россыпи и месторождения кор выветривания — объект инвестиций на современном этапе. Тез. Докл. X Международн. совещания. — М.: Изд. ИГЕМ АН СССР, 1994. С. 153—154.
5. Сухарина А.Н., Емельянова Д.И. Новые данные по геологии и полезным ископаемым мезозойских отложений бассейна р. Золотой Китат // Вест. Зап. Сиб. и Новосиб. геол. управл. 1958. № 3. С. 19—37.
6. Сухарина А.Н., Запорожский Э.Ф. История поисков, разведки и освоения месторождений алюминиевого сырья в Западной Сибири. — Новосибирск: ВО Наука, 1993.

УДК 553.411:571.56

© А.Н.Платонов, В.Н.Санин, 1998

## ЗОЛОТОНОСНОСТЬ СКАРНОВО-МАГНЕТИТОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ АЛТАЕ-САЯНСКОЙ СКЛАДЧАТОЙ ОБЛАСТИ

А.Н.ПЛАТОНОВ, В.Н.САНИН (АОЗТ "Тэтис-М")

*Из значительного числа скарново-рудных объектов в Алтае-Саянском регионе наибольшее распространение имеют железорудные и золоторудные месторождения и рудопроявления, составляющие единый рудноинформационный ряд от собственно скарново-магнетитовых до золото-скарновых. Отдельные железорудные месторождения можно рассматривать как комплексные золото-магнетитовые (золото-сульфидно-магнетитовые). При селективной отработке руды и соответствующей технологии эксплуатирующиеся железорудные месторождения Абаканское и Казское (Горная Шория) уже в ближайшее время могли бы значительно пополнить базу производства благородных металлов.*

Проблема расширения сырьевой базы благородных металлов за счет комплексного освоения железорудных месторождений особенно актуальна для Горной Шории и Кузнецкого Алатау — районов традиционной золотодобычи, где к настоящему времени золотодобывающая отрасль пришла в упадок, а запасы собственно золоторудных месторождений сильно истощены.

История открытий и изучения золотоносных скарновых и скарново-магнетитовых месторождений Алтае-Саянской металлогенической провинции насчитывает более сотни лет. Разведка и эксплуатация некоторых месторождений Тельбесского железорудного района Горной Шории началась в 1750 году с отработки на серебро верхних горизонтов Романовской жилы Сухаринского месторождения, а с 1773 года верхняя часть окисленных железных руд отрабатывалась для Томского железоделательного завода [3]. В начале XX века на восточном склоне Кузнецкого Алатау было открыто Калиостровское золото-скарново-магнетитовое месторождение [1]. На севере Кузнецкого Алатау, в Мартайге, в 1933 году было открыто Натальевское золото-скарновое месторождение [1], причем первоначально видимое золото было установлено в гальках магнетита. Зоны окисления сульфидно-магнетитовых руд Тазской группы месторождений в Горной

Шории являлись источниками многих золотоносных россыпей [3].

Золотоносность относительно крупных скарново-магнетитовых месторождений Кузнецкого Алатау изучена весьма слабо. Месторождения Ташелгинской и Канымской групп на золото практически не изучались. Только Ампальское месторождение на севере Кузнецкого Алатау, открытое геологами Ижморской экспедиции ЗСГУ в 1953 году, предварительно оценено на золото и редкие металлы [2]. Изучением сопутствующей золотоносности магнетитовых месторождений Краснокаменского и Абаканского рудных районов юга Красноярского края с 1976 по 1982 г. занимались геологи КТЭ ПГО "Красноярскгеология". Они установили на ряде месторождений (Абаканское, Анзасское, Рудный Каскад, Маргоз и др.) промышленные концентрации золота и осуществили прогнозную оценку ресурсов рудного золота в скарново-магнетитовых месторождениях вышеуказанных рудных районов.

В 1979—80 гг. отделом экономических исследований ЦНИГРИ были проведены технологические исследования отвалов хвостов мокрой магнитной сепарации Абагурской и Мундыбашской обогатительных фабрик, перерабатывающих руды магнетитовых месторождений Саяна и Горной Шории. Авторы работы В.А.Сидоров и

А.Н.Шелехов сделали вывод о рентабельности вторичной переработки хвостов магнитной сепарации обогатительных фабрик на золото и другие сопутствующие компоненты (серебро, медь, кобальт, никель).

В пределах Кемеровской области наиболее хорошо изучены на золото скарново-магнетитовые месторождения Горной Шории — Шерегешевское, Казское и Южный Аргыш-Таг. В период 1969—72 гг. геологами Шалымской ГРЭ (В.П.Орлов и др.) был выявлен ряд локальных участков с повышенным содержанием золота от 0,2 до 0,7 г/т в обогащенных сульфидами фронтальных частях железорудных тел Шерегешевского месторождения. Казское месторождение со временем его открытия привлекало геологов своей золотоносностью. Первоначально, в 30-е и 40-е годы, опробование руд на благородные металлы носило случайный характер, но уже тогда геологи, изучавшие руды месторождения (Г.П.Быков, 1942 г.; Г.Д.Овчинников, 1947 г.), связывали золотое оруденение с сульфидизацией магнетитовых руд, что впоследствии подтвердилось при систематическом опробовании керна скважин (В.П.Хютте, Л.Д.Шелкова, 1961 г.; ГИКузьмин, 1975 г.; В.Д.Яшин, 1977 г.; А.В.Беловцев, 1987 г.).

В период 1982—84 гг. проблемой золотоносности скарново-магнетитовых месторождений Горной Шории занимался Е.И.Евдокимов (ГРЭ "Запсибзолоторазведка"). По данным пробирного анализа 125 проб, равномерно отбирающихся в течение 1983 г. из магнетитовых руд, поступавших с Казского рудника на Мундыбашскую аглофабрику, содержание золота в рудах варьировало от "следов" до 5,2 г/т (среднегодовое значение 1,2 г/т).

Вопрос комплексного использования руд черных металлов обсуждался в октябре 1985 г. в Министерстве геологии СССР. Решением совещания горнорудные предприятия Горной Шории были признаны в масштабах СССР первоочередными объектами на изучение золотого оруденения; было рекомендовано разработать целевую программу "Магнетит" по оценке эксплуатирующихся скарново-магнетитовых и титаномагнетитовых месторождений на благородные металлы. Однако из-за ведомственной разобщенности министерств эта программа так и не была осуществлена.

Между тем геологи Казской ГРП объединения "Запсибгеология" продолжали, хоть и в небольшом объеме, изучение золотоносности Казского и Сухаринского скарново-магнетитовых месторождений. В 1985 г. А.И.Перепелициным была завершена тематическая работа по прогнозной оценке золотоносности Сухаринского и Казского железорудных месторождений. В 1996 г. геологи АОЗТ "Тэтис-М" В.Н.Санин, А.Н.Платонов, А.М.Кузнецов, обобщив материалы по золотоносности Тельбесского железорудного пояса, дали оценку золотого оруденения в скарново-магнетитовых рудах Казского рудного поля. Главные выводы авторов сводились к тому, что месторождение обладает большими ресурсами благородных металлов (десятки тонн золота, сотни тонн серебра), так что необходимо продолжить технологические исследования золотосодержащих скарново-магнетитовых руд и разработать кондиции для комплексной переработки минерального сырья Казского рудника. В настоящее время ведутся работы по оценке золотоносности Сухаринского рудного узла в пределах Тельбесского железорудного района и Шерегешевского скарново-магнетитового месторождения, расположенного в Кондомском железорудном районе.

Как видно из вышеизложенного, проблема золотоносности железорудных месторождений Алтай-Саянского региона весьма актуальна. Рассмотрение и обсуждение данной проблемы было бы неполным без геологической характеристики основных железорудных районов и описания конкретных месторождений и их золотоносности.

Магнетитовые месторождения тяготеют к глубинным разломам, а узлы или группы месторождений приурочены к грабен-синклинальным структурам, вытянутым вдоль глубинных разломов, заложенных на участках земной коры фемиически-сиалического типа. Подавляющее большинство скарново-магнетитовых месторождений сосредоточено в позднепротерозойских и раннепалеозойских вулканогенно-карбонатных толщах. Рудные залежи нередко концентрируются в участках перехода карбонатных фаций в вулканогенные (туфы, туффиты, андезиты, трахи-

андезиты). Наиболее крупные железорудные узлы часто располагаются на склонах вулканогенно-купольных структур или в пределах грабен-синклинальных вулканических депрессий — кальдер. Парагенетическая связь скарново-магнетитовых месторождений с интрузивным магматизмом не всегда бесспорна. По мнению одних исследователей [2], рудоносные интрузивные массивы являются производными базитовой магмы. Становление их происходило в позднегеосинклинальный этап развития восточной части Алтае-Саянского региона. Другие исследователи [5] связывают скарнообразование и наложенное на скарны магнетитовое и золотое оруденение со становлением в раннеорогенный этап плутонической формации гранитоидов пестрого состава.

Нами подмечена следующая эмпирическая закономерность: собственно магнетитовые скарновые месторождения (особенно образующие крупные залежи и имеющие промышленную значимость) парагенетически тесно связаны со становлением интрузивных массивов производных базальтоидной магмы и комагматичными им вулканическими породами. Скарново-золоторудные месторождения, напротив, в большинстве своем пространственно и генетически связаны с интрузивными телами формации гранитоидов пестрого состава и проявлены в структурах горст-антиклинального типа. Между этими двумя типами рудноформационных образований существует большое число переходных рудно-минеральных подтипов, представленных в Алтае-Саянской складчатой области рядом конкретных месторождений и рудопроявлений. В обобщенном виде этот рудноформационный ряд представлен в таблице.

Наиболее перспективными и продуктивными на золотое оруденение являются те скарново-магнетитовые месторождения (или узлы, группы месторождений), где в полном объеме произошло совмещение (или телескопирование) значительного числа минеральных рудных ассоциаций, начиная с магнетитового оруденения и заканчивая золото-сульфидно-кварцево-жильным. Запасы железных руд в наиболее значимых скарново-магнетитовых мес-

торождениях Алтае-Саянского региона составляют сотни миллионов тонн. Большинство магнетитовых месторождений группируются в пределах трех крупных геоструктурных районов: Кузнецко-Алатауском, Горношорско-Саянском и Восточно-Саянском (рис. 1).

**Кузнецко-Алатауский скарново-рудный район** известен своей золотоносностью, в том числе золото-скарновыми месторождениями. Это Ольгинское и Натальевское месторождения в северной части района, Калиостровское, Талановское и Нижне-Терсинское — в центральной его части. В районе открыто и разведано несколько скарново-магнетитовых месторождений. По запасам железа и экономической значимости это мелкие и средние объекты. В настоящее время они промышленностью не осваиваются. Месторождения локализуются в четырех рудных узлах, образуя группы.

**Ампальское-Ольгинская группа** состоит из одного среднего по запасам Ампальского скарново-магнетитового месторождения и нескольких мелких месторождений и проявлений. Это рудные объекты Кайгадатский, Михайловский и Филатьевский, где скарново-магнетитовое оруденение сопровождается наложенной сульфидизацией (пирит, пирротин, халькопирит, сфalerит, арсенопирит). В этой же группе известно золото-сульфидное скарновое Ольгинское месторождение. Все месторождения и рудопроявления пространственно приурочены к экзоконтактовой зоне крупного Ольгинско-Ампальского диорит-гранодиоритового массива.

Наиболее изученным на золото является Ампальское месторождение, расположенное в зоне сочленения Кайгадатского горстового выступа и Тайдонского грабена. Суммарные запасы железа оценены в 274 млн. т. Руды месторождения подразделяются на магнетитовые и сульфоарсенидно-магнетитовые. Последние разновидности, составляющие на месторождении до 15 % объема рудных залежей, как правило, являются золотоносными. Средний состав сульфоарсенидно-магнетитовых руд (в %): магнетит — 60—90, пирротин — 8—10, пирит — 2—5, арсенопирит — до 5, леллингит — 1—3, висмутин — 1, халькопирит

**Характеристика скарново-рудных формационных подтипов магнетитовых и золоторудных месторождений Алтая-Саянской складчатой области**

Рудноформационные подтипы	Примеры месторождений (группа месторождений или узел)	Промышленная значимость железного оруденения (масштаб месторождений)	Золотоносность объектов (содержания золота, г/т)	Перспективная оценка месторождений на золото
Скарново-магнетитовый	Таштагол (Кондомская)	Высокая (крупные)	Слабая ("следы" — 0,2; редко 1—2 г/т)	Малоперспективны
Скарново-колчеданно-магнетитовый	Шерегеш (Кондомская). Конгтау (Ташелгинская)	Высокая (крупные и средние)	Слабая или повышенная. Золото тонкое, дисперсное, связанное преимущественно с сульфидами (от 0,2 до 2,3 г/т)	В отдельных случаях могут служить источником попутного извлечения золота.
Скарново-золото-полиметаллически-магнетитовый	Казское и Сухаринское (Тельбесская), Абаканская (Абаканско-Анзасская)	Высокая и средняя, (средние и мелкие)	Постоянная повышенная железных руд (от 0,2 до 1—2 г/т). Отдельные залежи с промышленным оруденением (от 3—4 до 10—30 г/т).	Перспективные объекты со значительными и крупными ресурсами и запасами благородных металлов (десятки тонн).
Золото-сульфидно-скарново-магнетитовый	Майское (Кондомско-Лебедская), Калиостровское (Коммунаровская)	Непромышленные (до 5—7 млн. т)	Высокая, неравномерная, гнездовая. Золото мелкое и крупное, большей частью свободное.	Небольшие по запасам, но богатые по содержанию золота месторождения.

— 0,5, кобальтин — до 1. Золото обычно мелкое, в тонком срастании преимущественно с сульфаарсенидами. Содержания золота в рудах от 0,03 до 17,4 г/т; в среднем около 0,85 г/т. На месторождении наиболее изучены и опробованы на золото западные рудные тела II и III участков. Ресурсы золота по категории Р<sub>1</sub> оценены в 17,2 т. В настоящее время освоение Ампальского месторождения весьма проблематично, т.к. рудные тела перекрыты рыхлыми мезокайнозойскими отложениями мощностью от 190 до 400 м.

В 100—150 км юго-восточнее Ампалька располагается Мартайгинская группа мелких золотоносных сульфидно-скарново-магнетитовых месторождений, перспективных не столько на железо, сколько на рудное золото. Наиболее известное из них Натальевское месторождение частично отработано как золоторудное. Нижне-Терсинское магнетитовое месторождение, рас-

положенное в верховьях р. Нижняя Терь, потенциально золотоносно, но на рудное золото не изучено. В нижнем течении р. Саянзас, на западном склоне Кузнецкого Алатау, в 1979—86 гг. было открыто и разведано Талановское золото-сульфидное скарновое месторождение. Оно оценено как комплексное золоторудное, медь-висмут-молибденсодержащее, по запасам металлов — среднее; представляет значительный промышленный интерес, но из-за сложной экономической обстановки пока не осваивается.

В юго-западной части Кузнецкого Алатау, в верховьях рек Верхней Терси и Кибраса, располагается Канымско-Усинская группа железорудных месторождений, состоящая преимущественно из мелких скарново-магнетитовых месторождений (Заповедное, Кибрасское, Усинское и др.) и одного среднего Лавреновского месторождения с запасами железа около 250

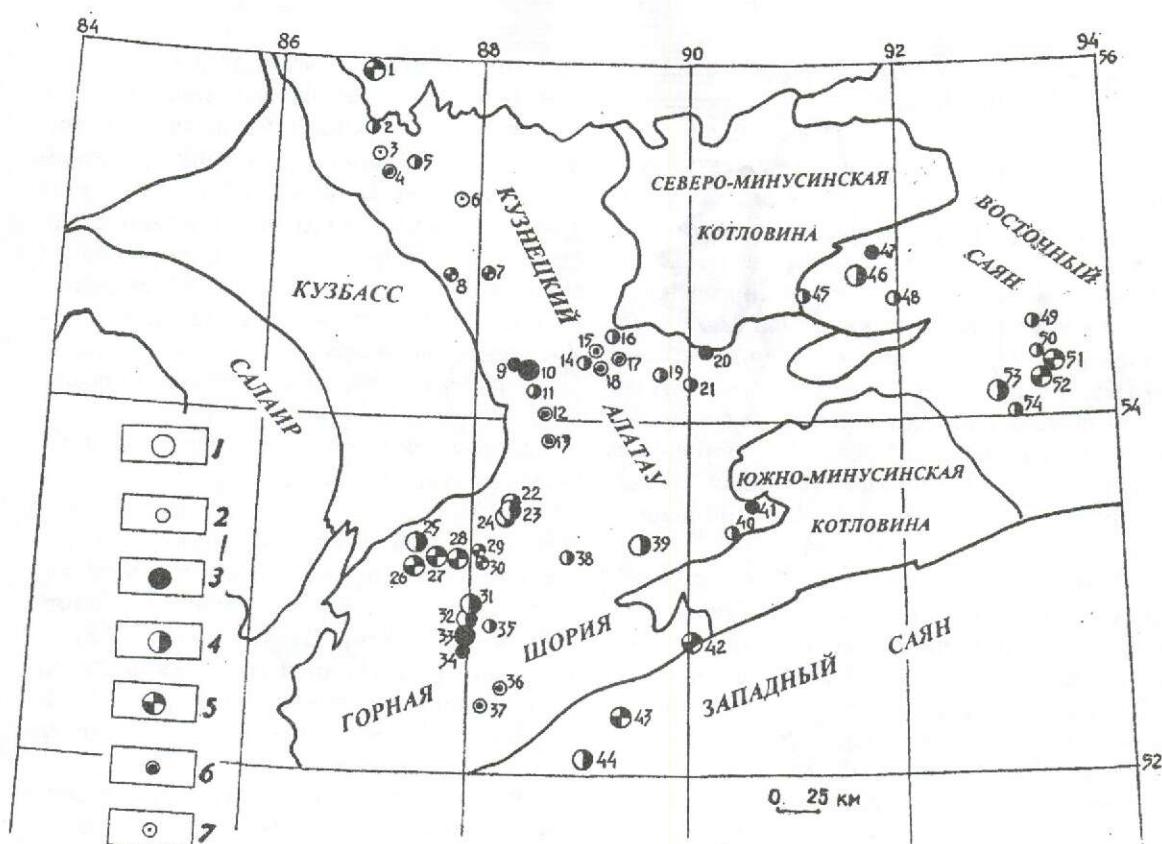


Рис. 1. Обзорная карта скарновых (магнетитовых и золоторудных) месторождений Алтас-Саянской складчатой области.

1 — крупные и средние месторождения; 2 — мелкие месторождения; рудноформационные подтипы месторождений: 3 — скарново-магнетитовый, 4 — скарново-котледанно-магнетитовый, 5 — скарново-сульфидно-магнетитовый (золотоносный), 6 — золото-сульфидно-скарново-магнетитовый, 7 — золото-скарновый. Кузнецко-Алтайский скарново-рудный пояс. Ампалаыско-Ольгинская группа месторождений: 1 — Ампалаыское, 2 — Кайталацкое, 3 — Ольгинское, 4 — Филатьевское, 5 — Михайловское; Мартайгинская группа: 6 — Натальевское, 7 — Нижне-Терсинское, 8 — Талановское; Канымско-Усинская группа: 9 — Заповедное, 10 — Лавреновское, 11 — Сентябрьское, 12 — Усинское, 13 — Бельсинское; Чебаковско-Коммунаровская группа: 14 — Верхне-Рождественское, 15 — Никольское, 16 — Тургунское, 17 — Калиостровское, 18 — Спасское, 19 — Сигантайское, 20 — Самсон, 21 — Верх-Туимское; Горншорско-Саянский скарново-рудный район. Тащегинская группа: 22 — Колтау, 23 — Монгол, 24 — Мраморный; Тельбесская группа: 25 — Тельбесское, 26 — Сухаринское, 27 — Темир-Тауское, 28 — Казское, 29 — Жем-Жеское, 30 — Пыхтунское; Кондомская группа: 31 — Шерегешевское, 32 — Шалымское, 33 — Таштагольское, 34 — Кочуринское, 35 — Александровское; Лебединско-Коурчакская группа: 36 — Коурчакское, 37 — Лебедское (Майское); Тейская группа: 38 — Федоровское, 39 — Тейское, 40 — Кара-Сабасское, 41 — Темир-Тауское; Абаканская группа: 42 — Абакансское. Западно-Саянский рудный район. Азасская группа месторождений: 43 — Азасское, 44 — Волковское. Восточно-Саянский скарново-рудный район. Ирджинско-Шадринская группа: 45 — Ирджинское, 46 — Саблинское, 47 — Устутское, 48 — Шадринское; Краснокаменско-Ирбинская группа: 49 — Маргоз, 50 — Одиночное, 51 — Чибижекское, 52 — Рудный Каскад, 53 — Ирбинское, 54 — Изыхское.

млн. т. Вся группа месторождений, образующая линейную цепочку протяженностью 45 км, приурочена к срединной части регионального Кузнецко-Алтайского глубинного разлома. Магнетитовые руды малосернистые, преимущественно с редкой вкрапленностью пирита (1—2 %) и пирро-

тина. Сульфиды меди, цинка, мышьяка, висмута, с которыми обычно ассоциирует золотое оруденение, в рудах практически не отмечались.

На восточном склоне Кузнецкого Алтая известны многочисленные скарново-магнетитовые, золото-скарново-магнетито-

вые и скарновые медно-молибденовые рудопроявления Чебаковско-Коммунаровской группы. Как объекты для добычи железных руд эти проявления не имеют промышленной ценности, зато они были и остаются перспективными, хотя и относительно мелкими, объектами (месторождениями) комплексного извлечения цветных, редких и благородных металлов. Наиболее известное из мелких месторождений — скарново-золото-магнетитовое Калиостровское, отрабатывавшееся как золоторудное еще в начале XX века. Содержание золота в сульфидно-магнетитовых рудах очень неравномерное, от 1—2 г/т до десятков и сотен граммов на тонну.

**Горношорско-Саянский скарново-рудный район** в региональном геоструктурном плане является южным продолжением Кузнецко-Алатауского района, но масштабность скарнового железоруденения в нем на порядок выше. Здесь находятся несколько крупных железорудных узлов, в пределах которых функционируют мощные горнодобывающие предприятия, снабжающие железорудным сырьем Кузнецкий и Западно-Сибирский металлургические комбинаты. В республике Хакасия действуют Абаканский и Тейский рудники, на юге Кемеровской области — Темиртауский, Казский, Шерегешевский, Шалымский и Таштагольский рудники. Запасов магнетитовых руд в пределах железорудных узлов хватит рудникам для добычи на многие десятилетия.

**Ташелгинская группа** месторождений, протягивающаяся на 16 км по правобережью р.Мрассу, состоит из цепочки сближенных мелких скарново-магнетитовых месторождений и рудопроявлений. Наиболее значимые рудные залежи — Конгау, Монгол и Мраморный — составляют основу рудной зоны и обладают суммарными запасами руд в 81 млн. т, при среднем содержании валового железа 46 %. Ташелгинская железорудная полоса контролируется мощной зоной смятия и динамометаморфизма, представляющей собой фрагмент Кузнецко-Алатауского глубинного разлома. Рудные тела в виде крутопадающих скарново-магнетитовых линз приурочены к границе мраморов и метаморфических сланцев (амфибол-гранат-плагиоклазовых)

или амфиболитов. Состав руд магнетитовый, в верхних частях залежей — полу-магнетитовый. Встречаются участки сульфидизации, где содержание пирита и пирротина достигает 5—8 %. Редко отмечается присутствие халькопирита, сфалерита, молибденита. Перспективы Ташелгинской скарново-рудной группы месторождений на благородные и цветные металлы остаются невыясненными, т.к. на золото (и др. металлы) магнетитовые руды не опробованы.

**Кондомская группа** скарново-магнетитовых месторождений расположена в центральной части Горношорского рудного пояса, на юге Кемеровской области. Эта важнейшая в промышленном отношении группа состоит из четырех месторождений: Шерегешевского, Шалымского, Таштагольского и Кочуринского. Суммарные запасы железа в них более 1 млрд. т. Отрабатываются Шерегешевское и Таштагольское месторождения.

Кондомская группа приурочена к одноименной вулканической депрессии, вытянутой в северо-восточном направлении на десятки километров, при ширине 7—15 км, и заполнена среднекембрийскими вулканогенно-осадочными отложениями. Рудные тела и залежи сосредоточены на склонах вулканокупольных структур и залегают в скарнированных туффитах, туфопесчаниках, фациально переходящих в карбонатные породы с примесью пирокластики. Руды, преимущественно магнетитовые, характеризуются часто полосчатой текстурой (Шерегешевское месторождение) или массивной (Таштагольское месторождение). На комплекс попутных металлов наиболее изучено Шерегешевское магнетитовое месторождение, характеризующееся большим разнообразием метасоматических преобразований пород. Наиболее интенсивно скарны развиты в центральной части месторождения, где и сосредоточены главные магнетитовые залежи. Основная масса рудных залежей сложена магнетитом, в меньшей степени развиты мушкетовит и гематит. В качестве примесей встречаются пирротин и пирит (до 10 %). Во фронтальных частях скарново-магнетитовых тел отмечены обогащение руд (до 1—2 %) сульфидами цинка, свинца, меди, кобальта и их слабая

золотоносность. Содержания золота 0,4—0,7 г/т, мощность золотоносных интервалов до 28 м.

Согласно предварительным технологическим исследованиям, из сульфидно-магнетитовых руд Шерегешевского месторождения с содержаниями Fe — 42,0 %, Cu — 0,59 %, Zn — 0,13 %, Co — 0,087 % и Au — 0,1 г/т получается медно-цинковый кобальт-золотосодержащий сульфидный концентрат, пригодный для гидрометаллургической переработки и извлечения металлов. Содержания металлов в концентрате: Cu — 1,7 %, Zn — 0,27 %, Co — 0,6 %, Au — 2,1 г/т. Работы по изучению пространственных параметров (объема, состава полезных элементов-примесей, содержания) и технологических свойств золотоносных магнетитовых руд Шерегешевского месторождения продолжаются.

Таштагольское — наиболее крупное скарново-магнетитовое месторождение Алтае-Саянского региона — расположено в южной части Кондомской железорудной зоны. Его скарново-магнетитовые руды имеют пластообразную форму и крутое падение; рудная зона залегает в мощных зонах скарнирования, полукольцом окружающих вулканокупольную структуру. Руды массивные, тонкозернистые, представлены магнетитом (44—45 %), марцитом (10—15 %), мушкетовитом (3—5 %). Сульфидов мало. Опробование руд Таштагольского месторождения на золото показывает их весьма слабую золотоносность — в большинстве проб золото не обнаружено, единичные пробы дают "следы" или 0,2—0,4 г/т. Перспективы на возможное присутствие в рудах комплекса цветных и благородных металлов в настоящее время оцениваются отрицательно.

В северо-западной части Горношорского скарново-железорудного района, в бассейнах рек Тельбес и Таз, расположена Тельбесская группа железорудных месторождений. Месторождения образуют рудный пояс протяженностью 60 км, в котором выделяются рудные узлы — Тельбесский, Сухаринский, Темир-Тауский, Казский и Тазский.

Из всех месторождений района на золото и комплекс цветных металлов изучались Сухаринское и Казское месторожде-

ния. Эти же месторождения наиболее перспективны (в масштабах Алтае-Саянского региона) как комплексные железорудно-золото-полиметаллические объекты, содержащие десятки и первые сотни тонн золота, многие сотни тонн серебра, тысячи тонн цветных металлов. К сожалению, они до сих пор отрабатываются как сугубо железорудные, и десятки тонн благородных и цветных металлов безвозвратно утрачиваются.

Тельбесский рудный узел образован двумя скарново-магнетитовыми месторождениями — Тельбесским и Одрабаш. В рудах постоянно отмечалась пирит-пирротиновая минерализация. На золото руды не изучались. К настоящему времени месторождения Тельбесского узла полностью отработаны.

Темир-Тауский рудный узел представлен тремя скарново-рудными участками — Верхний Учулен, Полгашты и Темир-Тау. Железорудные тела Темир-Тау в настоящее время отработаны. Магнетитовые руды сопровождались наложенной сульфидной минерализацией и были слабо золотоносными. Отдельные пробы показывали содержания золота в рудах 0,5 г/т, серебра — 2,8 г/т, меди — 0,25 %. На участках Полгашты и Верхний Учулен магнетитовые руды интенсивно сульфидизированы. В рудах много меди — 0,8—1 %, цинка — 0,2—1 %, мышьяка — 0,02—1 %, свинца — до 0,2 %. Около 5 % рудных залежей золотоносны и ориентировочно могут иметь содержания золота до 3,0 г/т и серебра — 35—45 г/т. Прогнозные ресурсы участков, по нашим данным, могут составить по золоту 19 т и по серебру — более 200 т.

Сухаринский узел включает в себя 12 рудных объектов (участков). Большинство из них мелкие по запасам железа, но содержат комплексные золото-сульфидно-магнетитовые руды. С поверхности развиты зоны окисления. Линзообразные или неправильной формы залежи сульфидно-магнетитовых руд распространяются до глубины 450—500 м.

На участке Южный Аргыш-Таг выявлена кругопадающая зона сульфидно-магнетитовых руд мощностью до 30 м со средним содержанием золота 3,8 г/т. В зоне окисления бурые железняки содержат до

24 г/т золота и более 200 г/т серебра. Устойчивые содержания в рудах элементов-спутников золотого оруденения (в %) составляют: меди 0,01—0,7; цинка 0,05—0,1; мышьяка 0,2—3,1 и висмута 0,001—0,1. Это свидетельствует о значительных перспективах участка на благородные металлы. Потенциальные ресурсы золота на Южном Аргыши-Таге — 7,6 т, серебра — 57 т.

В числе перспективных объектов — Сухаринка Левобережная, где известны (по данным бурения) интервалы сульфидизированных руд с содержаниями золота 3,65 г/т на 10 м. Отдельные зоны метровой мощности имеют содержания золота до 6,0—6,5 г/т. Ресурсы золота оцениваются в 5,4 т. Прогнозные ресурсы металлов для Сухаринского рудного узла могут составить: для меди — 30 тыс. т, цинка — 22 тыс. т, свинца — 28 тыс. т, серебра — 180 т, золота — 29 т.

Тазский рудный узел расположен на крайнем восточном фланге Тельбесской железорудной зоны (пояса) и состоит из шести мелких месторождений, магнетитовые руды которых часто интенсивно сульфидизированы. Минеральный состав сульфидов практически идентичен рудным образованиям Сухаринской группы месторождений. Пирит составляет 3—15 % объема рудных залежей; халькопирит, сфalerит, галенит, арсенопирит — от 0,01 до 1,5—2 %. Наиболее перспективным является месторождение Пыхтунское с запасами железных руд 18 млн. т (прогнозные ресурсы более 30 млн. т). Руды содержат золото — от 0,2 до 5,8 г/т, серебро — от 12 до 220 г/т, свинец — от 0,05 до 10 %, цинк — 0,03—0,5 %, медь — 0,02—0,2 %, мышьяк — 0,01—0,6 %. Прогнозные ресурсы Тазской группы скарново-сульфидно-магнетитовых месторождений, по нашим данным, могут составить 17 т золота и 140 т серебра.

Весьма перспективным и продуктивным на благородные металлы (золото и серебро) является Казский рудный узел. В его составе разведано семь скарново-магнетитовых участков, образующих кулисообразную цепочку мелких и средних по запасам рудных объектов, протягивающихся в широтном направлении на 6 км. Наиболее крупные рудные объекты сосредоточены в Центральных Штоках и Южной зоне. Боль-

шинство рудных тел и залежей приурочено к межформационному контакту карбонатной и вулканогенной толщ сухаринской свиты венд-кембрийского возраста. В объеме магнетитовых руд Центральных Штоков сульфиды составляют от 0,5 до 50 % и более, иногда образуя линзы сплошных колчеданных руд. Преобладают пирит и пирротин; сфалерит, галенит и арсенопирит, реже халькопирит, молибденит составляют доли процента и первые проценты. Золото, как правило, связано с сульфидами и представлено очень мелкими и даже тонкодисперсными зернами.

В настоящее время в структурах участков Центральные Штоки и Южная зона Центральных Штоков выделено более 30 конкретных золотоносных залежей с содержаниями золота от 1,3 до 19,3 г/т и серебра — от 5 до 45 г/т. Протяженность золоторудных тел и залежей — первые десятки и сотни метров, мощность — от 1,5 до 27,5 м. Вертикальный размах золото-сульфидного оруденения в пределах Казского рудного узла около 1000 м. В структурном плане очень характерна приуроченность наиболее продуктивных и мощных золото-сульфидно-магнетитовых залежей к участкам мелких антиклинальных складок (рис. 2). Основные ресурсы золота и серебра сосредоточены в пределах IX, V и VI наиболее крупных залежей магнетитовых руд. Средневзвешенные содержания золота в рудах — 2,64 г/т, серебра — около 20 г/т.

По данным технологических исследований, в сульфидно-магнетитовых рудах Каза свободного, хорошо амальгамируемого золота около 25 %; частично раскрытоого, извлекаемого цианированием — 44 %; покрытого пленками, извлекаемого цианированием, но с предварительной хлорацией — 9 %; связанного с сульфидами, "упорного", тонкодисперсного золота — 22 %. Таким образом, около 70 % золота в рудах Каза можно извлекать традиционными методами (гравитация, амальгамирование, цианирование). Примерно 30 % связанного, "упорного" золота, заключенного в сульфидах, требует дополнительных методов извлечения. В настоящее время в МЕХАНОБРе (Санкт-Петербург) ведутся дополнительные технологические исследования золото-

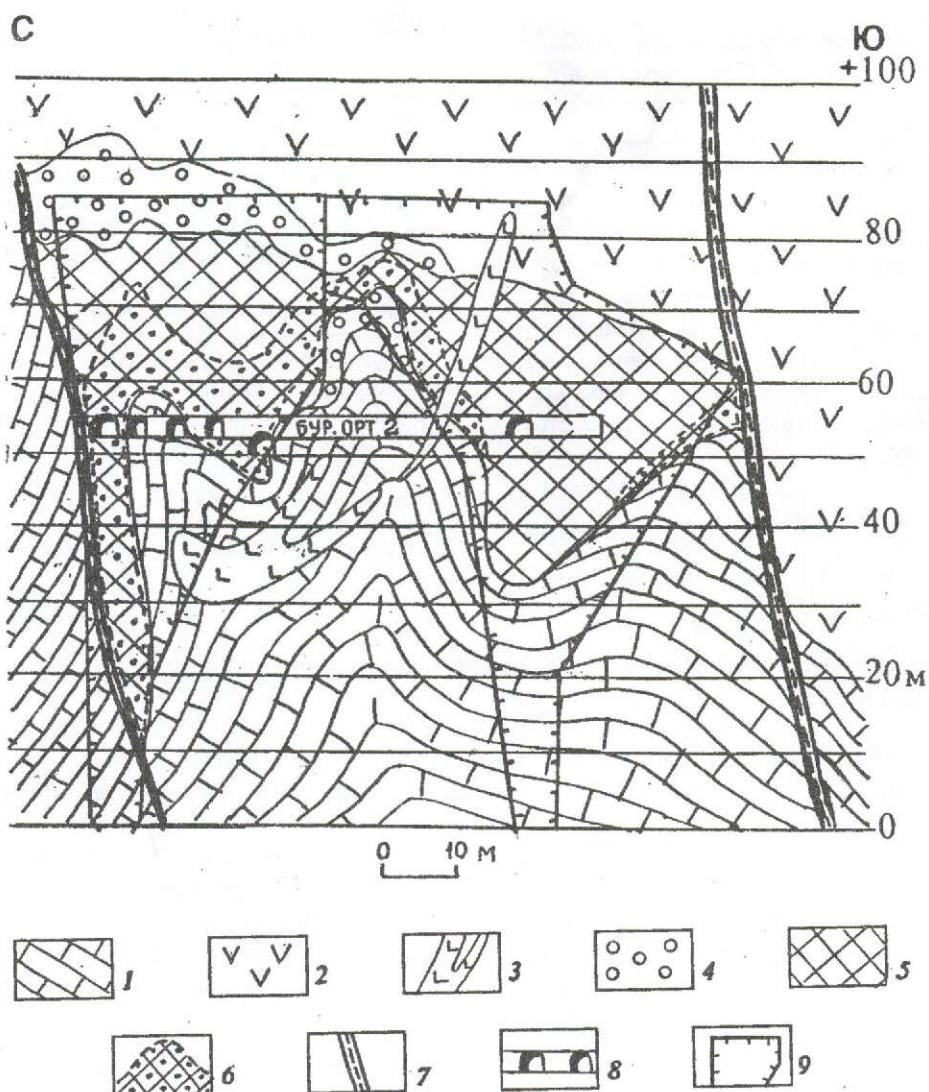


Рис. 2. Геологический разрез рудного тела VI по разведочной линии 17.

1 — мраморы кальцитовые, 2 — порфиры, 3 — дайки базальтовых порфиритов, 4 — скарны, 5 — магнетитовые и сульфидно-магнетитовые руды, 6 — участки золото-серебряного оруднения, 7 — разрывные нарушения, 8 — подготовительные горные выработки (орты, штреки), 9 — проектное сечение контуров камерной отработки магнетитовой руды.

носных магнетитовых руд, отобранных из горных выработок в пределах отрабатываемых магнетитовых тел Казского месторождения. Производительность Казского рудника составляет ориентировочно 1 млн. т магнетитовой руды в год. По предварительным подсчетам, эта руда содержит более 1 т золота и 6—8 т серебра.

За рубежом золотоносные скарново-магнетитовые месторождения известны в США в округах Одрий, штат Колорадо, и

Солт-Лейк, штат Юта [4]. При отработке некоторых железорудных месторождений золото извлекалось как попутный металл. В частности, из скарново-магнетитовых руд месторождения Биг-Коттонвуд (округ Солт-Лейк) было попутно добыто более 5 т золота.

Заканчивая обзор золотоносных скарново-магнетитовых месторождений Алтай-Саянской складчатой области, следует подчеркнуть, что только в месторождениях

Кузнецкого Алатау и Горной Шории общие прогнозные ресурсы золота составляют не менее 400 т, что сопоставимо с количеством металла, добытого за полтора столетия эксплуатации россыпных и золоторудных месторождений региона. Попутное извлечение благородных и цветных металлов из магнетитовых руд в практическом плане очень привлекательно, поскольку громадные объемы добываемого и перерабатываемого железорудного сырья, при наличии в нем даже относительно небольших содержаний сопутствующих металлов, могут явиться серьезным фактором для поддержки и возрождения золотодобывающей отрасли Кемеровской области.

A.N.Platonov, V.N.Sanin

#### GOLD-BEARING SKARN-RELATED MAGNETITE DEPOSITS OF THE ALTAI-SAYAN FOLDED AREA

*Iron and gold deposits and ore occurrences, which form a unified ore-assemblage series (from essentially skarn magnetite deposits to gold-skarn ones) are most abundant among the numerous skarn-related ore deposits and occurrences of the Altai-Sayan region. Particular iron ore deposits can be considered as multi-commodity gold-magnetite (gold-sulfide-magnetite) deposits. Provided that selective ore recovery and proper technologies are used, the Abakanskoye and Kazskoye deposits in Gornaya Shoria, which are at present under exploitation, could replenish essentially precious metal mineral base.*

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Булынников А.Я. О золотоносности магнетитовых месторождений в Алтае-Саянской горной стране / Вопросы геологии месторождений золота. — Томск: Изд. Томского госуниверситета, 1970.
2. Железорудные месторождения Кемеровской области / Геология СССР. Том XIV. Кн.1. Западная Сибирь, полезные ископаемые. — М.: Недра, 1982.
3. Железорудные месторождения СССР: Железорудные месторождения Алтае-Саянской горной области. Том 1. Кн. 2. — М.: АН СССР, 1958.
4. Кузнецов А.П., Шелехов А.Н. Золото в железных рудах и пути его извлечения / Серия обогащение руд: Обзорная информация. ЦНИИТЭИ черной металлургии. Вып. 1. 1990. С. 20—21.
5. Щербаков Ю.Г. Геохимия золоторудных месторождений в Кузнецком Алатау и Горном Алтае. — Новосибирск: Наука, 1974.

УДК (552.3+553.342.064) (571.15)

© Н.И.Гусев, А.И.Гусев, 1998

## ЗОЛОТОГЕНЕРИРУЮЩИЕ РУДНО-МАГМАТИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ ГОРНОГО АЛТАЯ

Н.И.ГУСЕВ (Южсибгеолком), А.И.ГУСЕВ (Горно-Алтайская ПСЭ)

Золото-медно-скарновые, золото-скарновые, золото-сульфидно-каарцевые месторождения в Горном Алтае рассматриваются как элементы очаговых рудно-магматических систем (РМС) широкого возрастного диапазона, от среднего кембрия до нижнего карбона. Для магматитов индивидуальных РМС предполагается мантийный источник. Они характеризуются различными флюидным режимом, степенью плавления мантийного субстрата и контаминации корового материала. По комплексу признаков выделены наиболее перспективные золоторудные объекты для дальнейшего изучения.

В Горном Алтае широко распространены золото-скарновые, медно-золото-скарновые и жильные золото-сульфидно-кварцевые месторождения и проявления, связанные с различными по составу и возрасту интрузивными образованиями. Они формируют очаговые рудно-магматические системы, имеющие свои специфические особенности и различные масштабы оруденения. РМС образуют полосу восток-северо-восточного простирания шириной 80—100 км, субпараллельную трансрегиональному Трансформному разлому (рис. 1). Возрастная датировка интрузивных образований РМС охватывает временной интервал от кембрия до карбона (рис. 2). Морфоструктурный анализ и детальные исследования вещественного состава РМС позволяют их типизировать и по комплексу признаков разбраковать по степени перспективности. Среди скарнов выделяются две морфоструктурные группы РМС: корневые и ореольные (см. рис. 2). Первые могут давать крупные и средние по запасам месторождения. Для второй группы характерны мелкие месторождения и рудопроявления. К корневым скарновым РМС отнесены Синюхинская, Чойская, Караминская, Ульменская. Большинство из них более подробно рассматриваются в последующих статьях данного журнала. Ореольные скарновые РМС в Горном Алтае многочисленны и малоперспективны (Лысухинская, Сухая Грива, Рыбный Лог 2, Оюкская и другие). В группе корневых РМС наблюдается разнооб-

разие трендов эволюции рудогенерирующего магматизма, различное соотношение мантийного и корового источников, что нашло отражение в особенностях составов скарнов, постскарновых метасоматических изменений и наложенного золото-сульфидного оруденения. Все эти особенности рассматриваются ниже при характеристике типичных РМС Горного Алтая.

Жильный золото-сульфидно-кварцевый тип оруденения распространен в Горном Алтае не менее широко, чем скарновый (с запада на восток: Новофирсовское, Мурзинское, Слюдянское, Куртачиха, Усть-Беловское, Ашпанак, Калычак, г. Корабель, Воронцово-Чанышское и другие жильные месторождения и проявления золота). Они географически приурочены к той же полосе вблизи Трансформного разлома, что и скарновые образования с золотом (см. рис. 1).

**Синюхинская РМС** ранга рудного поля располагается в крупном "заливе" рудовмещающих вулканогенно-осадочных пород, находящихся в надинтрузивной позиции. Интрузивная составляющая РМС представлена синюхинским комплексом (O<sub>3</sub>—S), объединяющим породы четырех последовательных фаз внедрения (в скобках объемные %): габбро (8), диориты (15), тоналиты (60), гранодиориты и граниты (17). Плутоногенные образования комплекса сопровождаются несколькими фазами внедрения даек от диорита до гранита. Синюхинское рудное поле локализовано в области максималь-

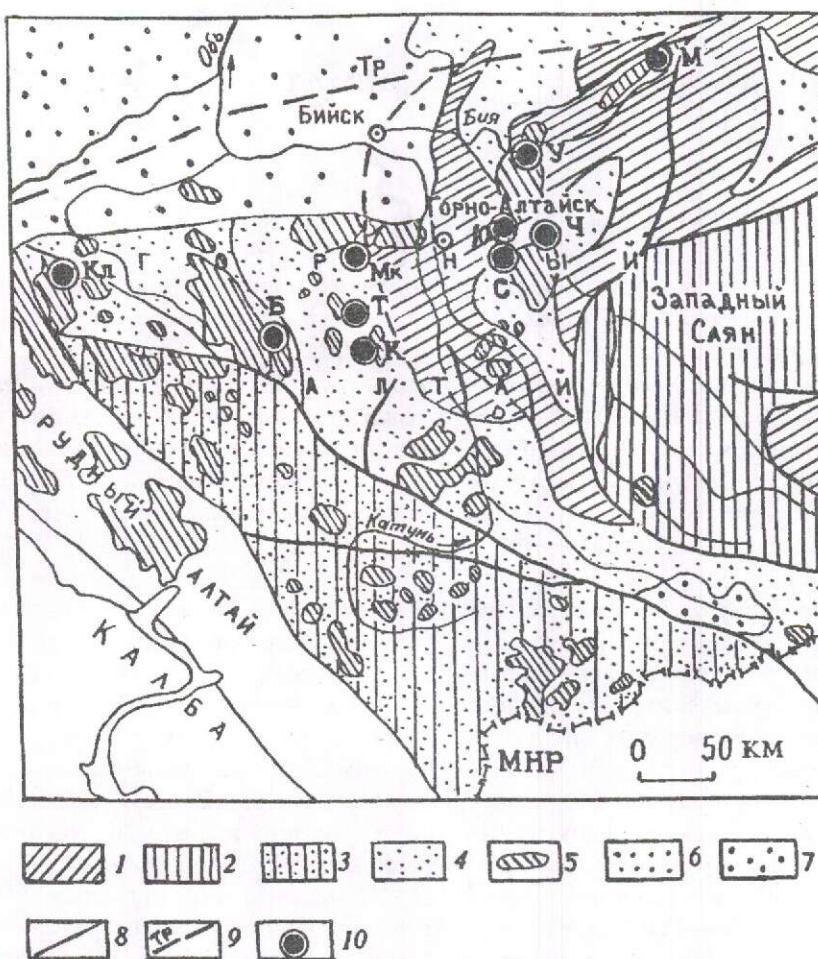


Рис. 1. Структурно-металлогеническая схема Горного Алтая по В.А.Кузнецову, 1967, с дополнениями авторов.

1 — зоны салаирской складчатости (существенно эфузивно-осадочные и карбонатные толщи кембрия и рифея); 2 — зоны каледонской складчатости (существенно флишоидные толщи кембрия и ордовика); 3 — Чарышско-Теректинская зона каледоно-герцинской складчатости (флишоидные толщи кембрия—ордовика, девонские эфузивно-осадочные толщи); 4 — Ануйско-Чуйская каледоно-герцинская зона (терригенно-карбонатные формации кембрия—ордовика, силура, девонские вулканогенно-осадочные образования); 5 — герцинские гранитоидные комплексы; 6 — герцинские краевые и межгорные прогибы; 7 — мезо-кайнозойские прогибы; 8 — зоны региональных разломов и разломов меньшего масштаба; 9 — трансрегиональный Трансформный разлом; 10 — золотогенерирующие рудно-магматические системы (РМС): Кл — Колыванская, Т — Башелакская, Мк — Лысухинская, Т — Топольнинская, К — Караминская, С — Синюхинская, Ю — Югалинская, Ч — Чойская, У — Ульменская, М — Лебедская.

го развития разнообразных плутонических и дайковых дериватов в ареале подводящего интрузивного канала. Последний находится в узле пересечения субширотного Синюхинского и субмеридионального разломов. Рудные тела имеют линзо- и пластообразную форму, конформны со стратификацией рудовмещающих толщ. Медно-золоторудные скарны контролируются системами пересекающихся разломов и роями даек пе-

строго состава с доминирующей ролью гранодиоритов и гранитов. Синюхинская РМС многокорневая. В вертикальном разрезе стратиформное оруденение многоярусное, определяемое многочисленными горизонтами мраморов мощностью от нескольких метров до нескольких сотен метров. Вертикальная протяженность продуктивной гидротермальной колонны более 2 км. В плане вырисовывается горизонтальная зональ-

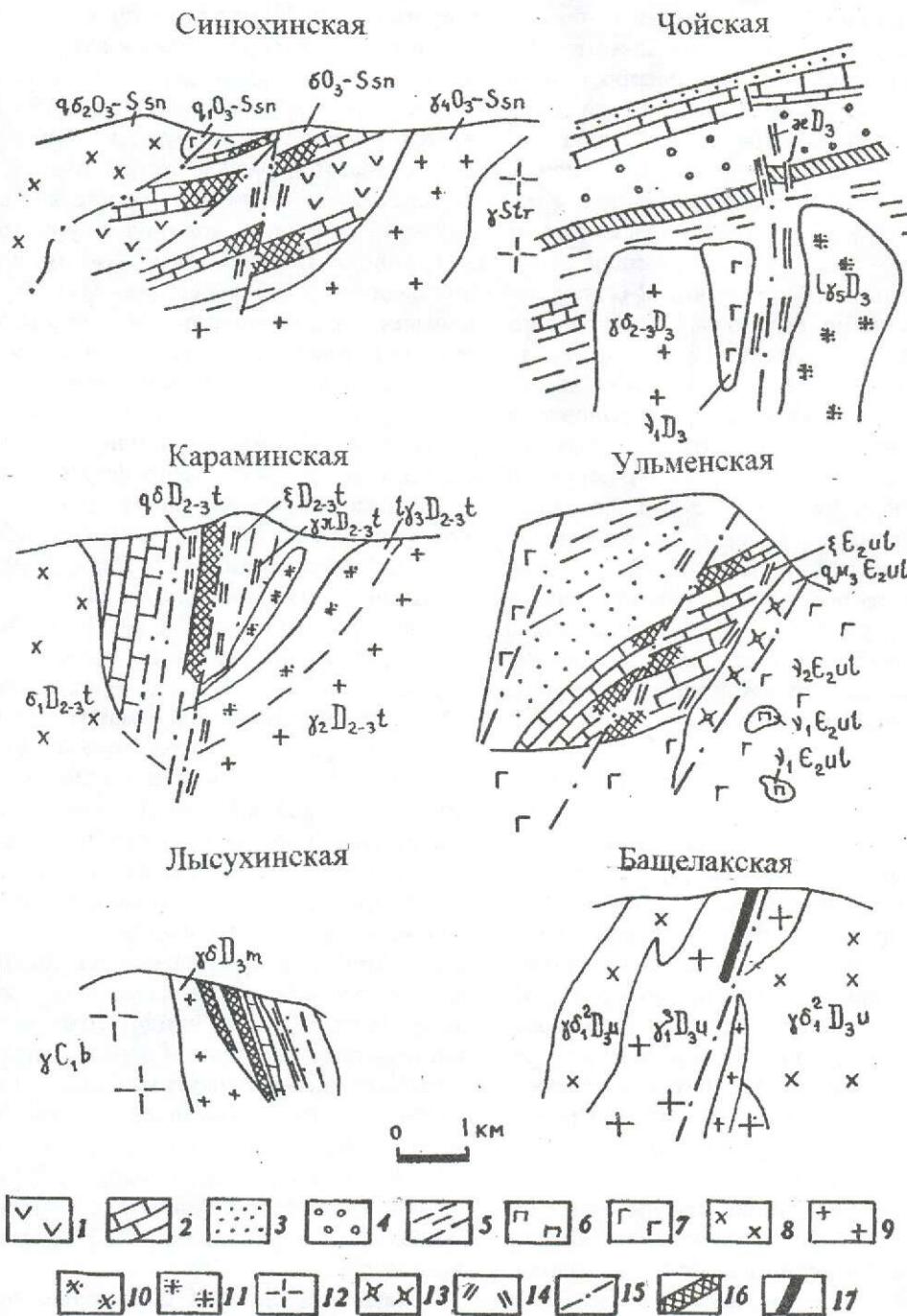


Рис. 2. Морфоструктуры золотогенерирующих рудно-магматических систем Горного Алтая.

1 — вулканогенные образования (трахиандезиты и их туфы); 2 — известняки и мраморы; 3 — песчаники; 4 — гравелиты, конгломераты; 5 — алевролиты и глинистые сланцы; 6 — ортопироксениты; 7 — габбро; 8 — диориты, кварцевые диориты; 9 — граниты; 10 — лейкограниты; 11 — трондемиты; 12 — порфировидные граниты; 13 — кварцевые монцониты; 14 — дайки разного состава; 15 — разломы; 16 — скарны; 17 — рудные тела жильного золото-сульфидно-кварцевого типа. Названия магматических комплексов: b — белокурихинский;  $D_3$  — чойская магматическая ассоциация; m — макарьевский; u — усть-беловский, t — топольниковский; tr — турочакский; sn — синюхинский; ul — ульменский.

ность в распределении шеелитового и золото-медно-скарнового оруденения: более высокотемпературная скарново-шеелитовая минерализация максимально распространена в южной и юго-восточной частях рудного поля (участки Карлагинский и Тушканекский), золото-медно-скарновое оруденение преобладает на севере и северо-западе. Указанная зональность проявлена относительно заключительной фазы порфировидных гранитов Синюхинского комплекса. В Синюхинской РМС кроме золото-медно-скарнового оруденения развито и жильное золото-сульфидно-кварцевое. Наиболее крупная жильная зона № 2-а выявлена на Файфановском месторождении. Она приурочена к узлу сопряжения Сквозного и Западного разломов и является подводящим каналом для всех стратиформных скарновых залежей этого месторождения. Мощность зоны от 1 до 4 м, протяженность более 400 м, по вертикали она изучена на глубину 300 м. Кварцевые жилы и линзы имеют сложный состав и строение. Из жильных минералов отмечаются по три генерации кварца и карбоната, а также альбит, хлорит, актинолит, tremolit, эпидот. Сульфидная минерализация включает пирит (три генерации), халькопирит (две генерации), пирротин. В жильной зоне, в отличие от скарновых залежей, не встречены борнит и халькоzin. Вероятно, это связано с тем, что во флюидах, формировавших сульфидную нагрузку в скарнах, фугитивность серы была значительно ниже [6], чем в рудоподводящем канале (или в жильной зоне). Золото (две генерации) ассоциирует с тетрадимитом, алтайтом, хедлейитом и самородными висмутом, серебром, медью. Среднее содержание золота в рудном теле составляет 12 г/т, меди — 1,8 %.

**Чойская РМС** также приурочена к на-дунтируизивной позиции сложнодифференцированного одноименного комплекса с дериватами от габбро до трондьемита. Последовательно внедряющиеся фазы включают (в %): габбро (1), диориты (12), тоналиты (15), гранодиориты (20) и лейкократовые трондьемиты (52). В составе дайковых образований (от диабазов до гранитов) значительный удельный вес составляют лампрофиры (минетты, керсаниты и спессартиты). Наиболее крупные скарновые залежи приурочены к межформационному несогласию, имеют пласто-

и линзообразные формы, располагаются в терригенно-карбонатных толщах и контролируются системами ветвящихся разломов и роями даек с ведущей ролью лампрофиров и гранит-порфиров. Чойская РМС — многокорневая с многоярусными скарновыми залежами и разнообразной рудной минерализацией: скарновой молибденит-шеелитовой, скарновой золото-теллуридной и кварцево-жильной золото-теллуридной (последняя развита в гранитах). Вертикальная протяженность гидротермальной рудной колонны превышает 500 м (см. рис. 2). В распределении рудной минерализации наблюдается зональность, проявляющаяся относительно Меридионального разлома, трассируемого роем лампрофировых даек.

В Топольниковом рудном поле различаются две РМС: собственно Топольниковская (месторождения Баяниха и Сухая Грива) и Караминская (месторождение Лог 26 и проявления Рыбный Лог 1 и Рыбный Лог 2), имеющие явные различия в магматической и рудной составляющих. В Топольниковой РМС рудогенерирующий комплекс охватывает две фазы: биотит-роговообманковые гранодиориты (80 %) и граниты (20 %). Дайки представлены диоритами, диабазами, гранодиоритами. Скарновые залежи имеют линзообразную форму и сложены гранат-пироксеновой, гранат-волластонитовой, геденбергитовой, гранат-роговообманковой ассоциациями раннего скарнирования и наложенным постскарновым метасоматическими изменениями скарнов: эпидот-тремолитовой, альбит-эпидот-кварцевой ассоциацией. Их сульфидная составляющая сходна с таковой Синюхинского рудного поля: пирит нескольких генераций, халькопирит, борнит, халькоzin. Золото выделялось в конце сульфидной стадии в тесном парагенезисе с кварцем-III, тетрадимитом, алтайтом, редко — самородным висмутом.

**Караминская РМС** более разнообразна. В ней различаются пять фаз внедрения магматиков (%): габбро (5), кварцевые диориты (10), гранодиориты (60), граниты (15), лейкократовые гранит-порфирь (10). В дайковой системе преобладают гранодиориты и кварцевые гранит-порфирь, реже встречаются диориты, диабазы и еще реже сиениты. Рудовмещающие породы, как и на Баянихе, терригенно-карбонатные. Скарнирование

носит рассеянный характер, наложенная минерализация в наибольших концентрациях присутствует вблизи даек. Скарновые тела имеют трубо- и линзообразную форму. Золоторудная минерализация сопровождается узкой вкрапленностью пирита и тетрадимита и обнаруживает некоторое сходство со скарново-золото-теллуридным оруденением Чойского рудного поля. Караминская РМС включает также скарновое золото-полиметаллическое оруденение Рыбного Лога 1 и Рыбного Лога 2. Отмечается концентрическая зональность оруденения. Ядерная зона представлена золото-теллуридным оруденением Лога 26, где максимально проявлены лейкограниты и рой разнообразных по составу даек. В периферической части размещается скарновое золото-полиметаллическое оруденение. Вертикальная протяженность гидротермально-метасоматической колонны не менее 1,5 км.

**Ульменская РМС** располагается над пологого погружающейся кровлей сложнодифференцированных дериватов вулкано-плутонической латитовой серии в узле пересечения крупных разломов СВ и СЗ ориентировок. Интрузивные породы ульменского комплекса объединяют (%): пироксениты (10), габбро (60), кварцевые монzonиты (20), сиениты (10). Рудовмещающие толщи представлены трахибазальтами, трахиандезитами усть-семинской и известняками сийской свит. Наиболее крупные столбо- и линзообразные залежи скарнов локализуются вблизи даек сиенитов и сиенито-диоритов в области межформационного несогласия карбонатных и вулканогенных пород. Продуктивная золото-медная минерализация также тяготеет к участкам распространения даек сиенитов. В отличие от ранее рассмотренных, Ульменская РМС содержит в промышленных концентрациях и борную минерализацию (датолит и аксинит). Реконструируемая протяженность продуктивной гидротермально-метасоматической колонны оценивается в 2 км.

Весьма перспективный жильный золото-сульфидно-кварцевый тип оруденения в Горном Алтае изучен недостаточно. Наиболее компактные и многочисленные проявления этого типа сосредоточены в **Башелакском рудном узле**, где выделяется одноименная РМС с тремя рудными полями:

Куртачихинским, Башелакским и Потай-нухинским, в каждом из которых помимо жильных проявлений распространены богатые россыпи золота. Магматическая часть этой системы представлена Верхне-Башелакским массивом гранитоидов усть-беловского комплекса (D<sub>3</sub>), сформированного в три фазы (%): кварцевые диориты (10), гранодиориты (60), граниты (30), сопровождаемые роями даек такого же состава. Очевидная пространственная связь жильного золотого оруденения прослеживается с выходами гранитов заключительной фазы. Жилы всех проявлений этой РМС приурочены к областям ответвлений сдвигов II порядка от главных сопряженных Сарасино-Инской лево-сдвиговой и Башелакской правосдвиговой зон I порядка. Рудоконтролирующие структуры Башелакской РМС отвечают модели золото-сульфидно-кварцевых месторождений сдвиговых зон дислокаций [9]. Мощность кварцевых жил варьирует от нескольких десятков сантиметров до 1,4 м, протяженность — от нескольких сотен метров до 1,2 км. Выявлено две генерации кварца, ассоциирующиеся с карбонатами. Жилы сопровождаются ореолами березитизированных пород. Сульфиды (не более 10 %) наличествуют в стандартном наборе: пирит (несколько генераций), арсенопирит, галенит, сфалерит (чаще клейофан), халькопирит. Золото находится в тесном парагенезисе с поздним кварцем и сульфидами. Содержания золота в рудах варьируют от 0,5 до 216,1 г/т.

Новые данные по золотопродуктивным РМС Горного Алтая позволяют существенно уточнить их геохимические особенности и предложить вариант петрогенезиса золотого оруденения. Одним из важнейших оценочных параметров интрузивной рудной продуктивности и петрогенезиса является состав биотита. Химические составы последнего пересчитаны по [5]. На диаграмме  $\log(X \text{Mg}/X \text{Fe}) - \log(X \text{F}/X \text{OH})$  в биотитах гранитоидов происходит отчетливое разделение всех комплексов на обособленные кластеры, отвечающие различной степени контаминации корового материала родоначальной мантийной магмой (рис. 3). Гранитоиды синюхинского комплекса попадают в поле гранитов I-типа слабо контаминированного. Мантийная природа их подтверждается также и соотношениями изотопов

стронция в породах (табл. 1). Сами биотиты отличаются малой глиноземистостью, более высокими отношениями Mg/Fe и низкими F/OH. Биотиты синюхинских гранитоидов содержат повышенные концентрации Cr, Ni, Co, Mn. Они специализированы на золото, висмут, медь (табл. 2). Биотит в этих породах интрателлурический и несет информацию о первичной мантийной обогащенности источника на указанные элементы. Микроэлементный состав пород отражен на спайд-диаграмме (рис. 4). Все элементы на этой диаграмме нормированы по составу примитивной мантии. Синюхинские гранитоиды могут быть отнесены к I-типу Sr-недеплетированному, Y-недеплетированному (см. рис. 4). Формирование таких гранитоидов предполагает верхнемантийный источник [12] и исключает их островодужную или окраинно-континентальную природу. Выплавление таких магм происходит из источника, обогащенного гранатом, что подтверждается их деплетированностью на иттрий.

Биотиты чойских гранитоидов попадают в поле гранитоидов I-типа сильно контаминированного и редуцированного. В них более низкие отношения Mg/Fe и высокие F/OH (см. рис. 3). Это более высокоглиноземистые биотиты с относительно повышенными концентрациями Mn и Cl. В них совсем мало меди, но много золота и висмута (см. табл. 2). Мультиэлементная диаграмма определяет принадлежность чойских гранитоидов к I-типу Sr-недеплетированному, Y-недеплетированному. В противоположность синюхинским магматитам, чойские формировались при плавлении плагиоклазсодержащего источника. Вероятно, это связано с сильной контаминацией корового материала, что подтверждается и самыми высокими отношениями изотопов стронция (см. табл. 1). Редуцированность чойских гранитоидов отражает значительную контаминацию углеродсодержащего материала [5].

Биотиты кариминских гранитоидов обнаруживают много сходных черт с чойскими. На диаграмме (см. рис. 3) они попадают в то же поле гранитов I-типа сильно контаминированного и редуцированного. В отли-

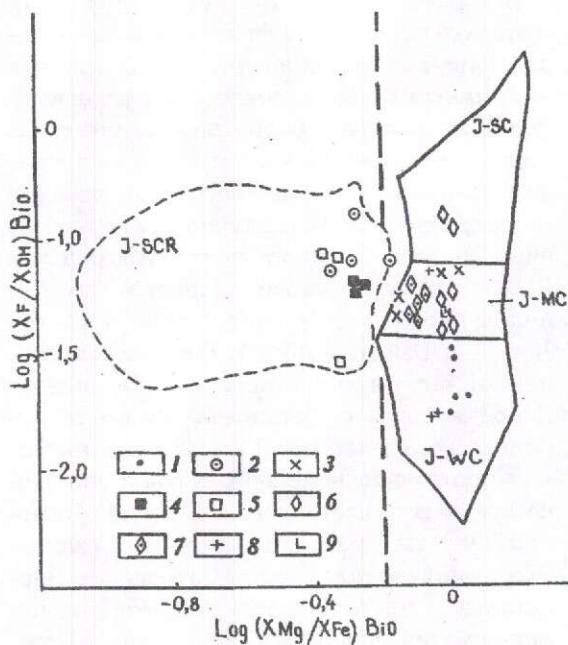


Рис. 3. Диаграмма  $\log (X_F/X_{OH})/BiO$  —  $\log (X_Mg/X_{Fe})/BiO$  в биотитах золотогенерирующих гранитоидов Горного Алтая.

Петрологические типы гранитоидов [5]: J-WC — I-тип слабо контаминированный; J-MC — I-тип умеренно контаминированный; J-SC — I-тип сильно контаминированный и редуцированный. Гранитоиды РМС: 1 — Синюхинской, 2 — Чойской, 3 — Лысухинской, 4 — Караминской, 5 — Топольгинской, 6 — Ульменской, 7 — Баштелакской, 8 — Лебедской, 9 — Югалинской.

чие от чойских в биотитах Караминского рудного поля меньше Mn, но больше Cu, Pb, Zn, Ag. Это отражается и на составе продуктивной ассоциации профилирующего оруденения. В Караминском рудном поле проявлено и скарново-полиметаллическое оруденение, помимо золото-скарнового. На спайд-диаграмме гранитоиды анализируемой РМС, как и Чойской, нормируются в I-тип Sr-недеплетированных и Y-недеплетированных гранитоидов (см. рис. 4).

Биотиты Топольгинских гранитоидов попадают в поле сильно контаминированного и редуцированного I-типа гранитов. Однако по содержаниям элементов-примесей Топольгинские биотиты близки синюхинским.

Биотиты Ульменской РМС по своему составу не-

### 1. Изотопный состав стронция в золотогенерирующих гранитоидах Горного Алтая

Рудно-магматические системы	Породы и фазы их внедрения (I–V)	Содержания стронция, г/т	$^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$
Синюхинская	Тоналит-III	448	0,70513
	Гранодиорит-IV	336	0,70528
Чойская	Гранодиорит-IV	425	0,70686
	Трондьемит-V	626	0,70684
Топольнинская	Гранодиорит-III	418	0,70556
Караминская	Лейкогранит-V	686	0,70618
Ульменская	Кварцевый монцонит-III	755	0,70413
	Сиенит-IV	810	0,70522
Лысухинская	Диорит-I	550	0,70584
	Гранодиорит-II	580	0,70618
Югалинская	Сиенит-IV	840	0,70624
	Кварцевый монцонит-III	805	0,70584

П р и м е ч а н и е . Анализы выполнены в ИМГРЭ (г.Москва).

сколько отличаются от ранее рассмотренных. Они более высокотитанистые и борносные. Варьирование содержаний фтора и связанной воды обусловили их дискриминацию от слабо контаминированных и умеренно контаминированных I-типа (кварцевые монцониты) до сильно контаминированных I-типа (сиениты) (см. рис. 3). В матрице интрателлурического биотита повышенны концентрации меди, серебра, висмута, золота (этим он близок синюхинским биотитам). По спайд-диаграмме содержащие их гранитоиды относятся к I-типу Sr-деплетированному, Y-деплетированному (см. рис. 4). Они имеют низкие концентрации Cr и высокие Rb, Th, Nb, La, Ce. Генерация магматитов происходила в мантии, но глубинный синтексис очевиден, о чем говорят и отношения изотопов стронция (см. табл. 1).

Вероятно, различия вrudогенерирующей способности РМС зависели и от других причин: давления в моменты кристаллизации интрузивных фаз, флюидного режима, степени окисленности магм. Оценка некоторых параметров выполнялась по методике Ю.П.Трошина [4] с использованием экспериментальных и теоретических работ Д.Уонза и Х.Эйтстера [14], Бэрнхема и др. [8], Л.Л.Перчука [3]. Оценка общего давления и температуры осуществлялись по независимым методам Н.А.Панеяха, М.Е.Федоровой [2], О.Таттла, Н.Боуэна [13] и

Д.Уонза, Х.Эйтстера [14]. Некоторые параметры, полученные в результате обработки анализов биотитов по указанным методикам, представлены в табл.3 и на рис.5. Как видно из приведенных данных, гранитоиды всех РМС различаются по многим параметрам флюидного режима, температур и давлений, что позволяет объяснить многие проблемы их петрологии. Кратко остановимся лишь на петрогенетической.

Среди известково-щелочных гранитоидов по петрогенезису можно выделить 4 группы. К первой относятся лысухинские гранитоиды, имеющие чисто медную специализацию (золото присутствует в подчиненном количестве) и характеризующиеся самыми высокими значениями фугитивности кислорода и воды. В них самые низкие показатели парциальных давлений воды и углекислоты, фугитивности воды и самый низкий коэффициент восстановленности флюидов (на диаграмме  $\text{Fe}^{3+}$ — $\text{Fe}^{2+}$ —Mg (см. рис. 5) они отстоят дальше всех гранитоидов от гематит-магнетитового буфера), что исключает образование сульфидных глобулей в этом типе магм и предопределяет концентрацию всех рудных компонентов в силикатных минералах [10]. Количество воды в расплаве является показателем температуры и степени частичного плавления мантийного субстрата [7, 11]. Значительное обогащение биотита медью объясняется небольшой степенью

2. Содержание (г/т) элементов-примесей в биотитах золотогенерирующих гранитоидов Горного Алтая

Ассоциации пород	Название пород	Ni	Co	Cu	Pb	Zn	Ag	Bi	Sn	V	Cr	As	Mo	Y	Yb	Be	Zr	Au	Ga	Ge
Синюхинская РМС																				
Плутоническая	Тоналит	10,0	6,0	70,0	0,5	30,0	0,04	1,0	—	20,0	8,00	10	0,2	2,0	1,5	0,1	0,2	0,1	1,5	0,2
	Гранит	3,0	10,0	30,0	0,5	20,0	0,03	0,02	—	10,0	4,00	10	0,1	3,0	0,1	0,2	0,2	0,5	0,1	
Дайковая	Гранодиорит	40,0	30,0	100,0	15,0	150,0	40,0	3,00	10,0	5,00	15	1,0	2,0	3,0	0,2	10,0	0,5	1,5	2,0	
	Гранит	50,0	30,0	100,0	10,0	100,0	150,0	30,0	10,00	100,0	40,00	50	0,8	2,0	3,0	0,2	40,0	0,5	1,5	2,0
Чойская РМС																				
Плутоническая	Гранодиорит	0,3	0,2	0,1	0,7	0,1	1,50	0,8	0,01	0,5	10,00	5	0,5	3,0	3,0	1,0	1,5	0,1	0,3	0,2
	Гранит	0,3	0,2	0,1	0,3	0,1	5,00	70,0	0,10	1,0	5,00	15	10,0	3,0	3,0	2,0	50,0	0,3	0,5	0,5
Дайковая	Троццемит	4,0	5,0	3,0	1,0	1,5	5,00	70,0	0,15	0,2	1,00	20	30,0	3,0	2,0	2,0	60,0	0,4	0,7	0,2
	Керанит	10,0	3,0	4,0	2,0	0,8	60,00	80,0	2,00	0,1	0,20	10	15,0	2,0	0,5	2,0	50,0	0,3	0,3	0,1
Топольниковская РМС																				
Плутоническая	Гранодиорит	5,0	5,0	50,0	20,0	300,0	150,00	80,0	2,00	1,0	3,00	20	8,0	0,5	0,8	0,2	20,0	0,1	0,5	0,2
	Лейкогранит	3,0	6,0	30,0	15,0	500,0	200,00	100,0	1,00	0,5	0,80	10	20,0	3,0	1,0	2,0	50,0	0,2	1,0	0,5
Дайковая	Гранит-порфир	2,0	0,5	50,0	50,0	500,0	200,00	150,0	1,00	0,8	1,00	10	30,0	3,0	2,0	1,0	20,0	0,2	1,0	0,3
		2,5	0,8	51,0	53,0	46,0	185,00	163,0	0,10	0,9	1,3	25	20,0	1,5	0,6	1,1	25,0	0,3	1,5	0,2
Каранинская РМС																				
Плутоническая	Гранит	2,5	3,0	0,05	30,0	150,0	80,0	60,0	0,01	0,5	1,0	20,0	10,0	0,3	1,0	0,2	10,0	0,3	0,5	0,1
	Лейкогранит	1,0	2,0	0,01	21,0	203,3	102,0	101,0	0,02	0,3	1,0	30,0	15,0	3,0	1,1	0,5	10,0	0,4	0,3	0,1
Дайковая	Гранодиорит	1,0	2,0	0,03	10,0	100,0	80,0	50,0	0,05	0,2	1,0	20,0	10,0	2,0	0,5	0,3	10,0	0,2	0,2	0,2
	Гранит-порфир	1,5	2,3	0,04	13,2	111,3	82,4	61,5	0,12	0,3	1,5	20,5	11,3	2,5	0,6	0,4	10,3	0,4	0,3	0,3

Ассоциации пород	Название пород	Ni	Co	Cu	Pb	Zn	Ag	Bi	Sn	V	Cr	As	Mo	Y	Yb	Bه	Zr	Au	Ga	Ge
Башталакская РМС																				
Плутоническая	Гранодиорит	1,0	1,0	0,01	150	200,0	100,0	80,0	0,01	0,3	1,0	50,0	3,0	1,0	0,3	0,1	5,0	0,01	0,1	0,2
	Гранит	0,5 0,4	0,5 0,3	0,02 0,03	200 208	200,0 201,0	100,0 85,5	100,0 87,8	0,02 0,05	0,3 0,2	0,5 0,8	70,0 120,5	2,0 2,5	0,5 0,6	0,1 0,2	0,2 0,3	10,0 10,0	0,1 0,2	0,2 0,3	0,1 0,4
Ульменская РМС																				
Плутоническая	Монцонит	3,0	2,0	80,0	5,0	10,0	100,00	40,0	0,10	0,5	0,10	5	0,5	0,1	0,2	0,3	5,0	0,2	1,0	0,5
Дайковая	Сиенит	5,0 5,0	5,0 10,0	100,0 150,0	5,0 10,0	20,0 30,0	150,00	80,0 100,0	0,50 0,80	0,5 0,8	0,15 0,20	5 10	1,0 1,0	0,3 0,5	0,1 0,1	0,2 0,1	10,0 10,0	0,3 0,4	1,0 2,0	0,8 1,5
Лысухинская РМС																				
Плутоническая	Гранодиорит	10,0 5,0	5,0 3,0	30,0 20,0	5,0 3,0	3,0 2,0	5,00	3,0	0,10	0,5	3,00	5	0,1	0,2	0,1	0,1	10,0 5,0	0,003 0,001	0,2 0,5	3,0 1,5
	Гранит	6,0	3,0	35,0	3,0	2,0	10,00	5,0	0,15	0,3	0,2	5	0,3	0,2	0,1	0,2	10,0 10,0	0,002 0,002	0,3 0,3	0,5 0,5

П р и м е ч а н и е . Анализы выполнены количественным спектральным методом в лаборатории ОИГМ СО РАН (г. Новосибирск).

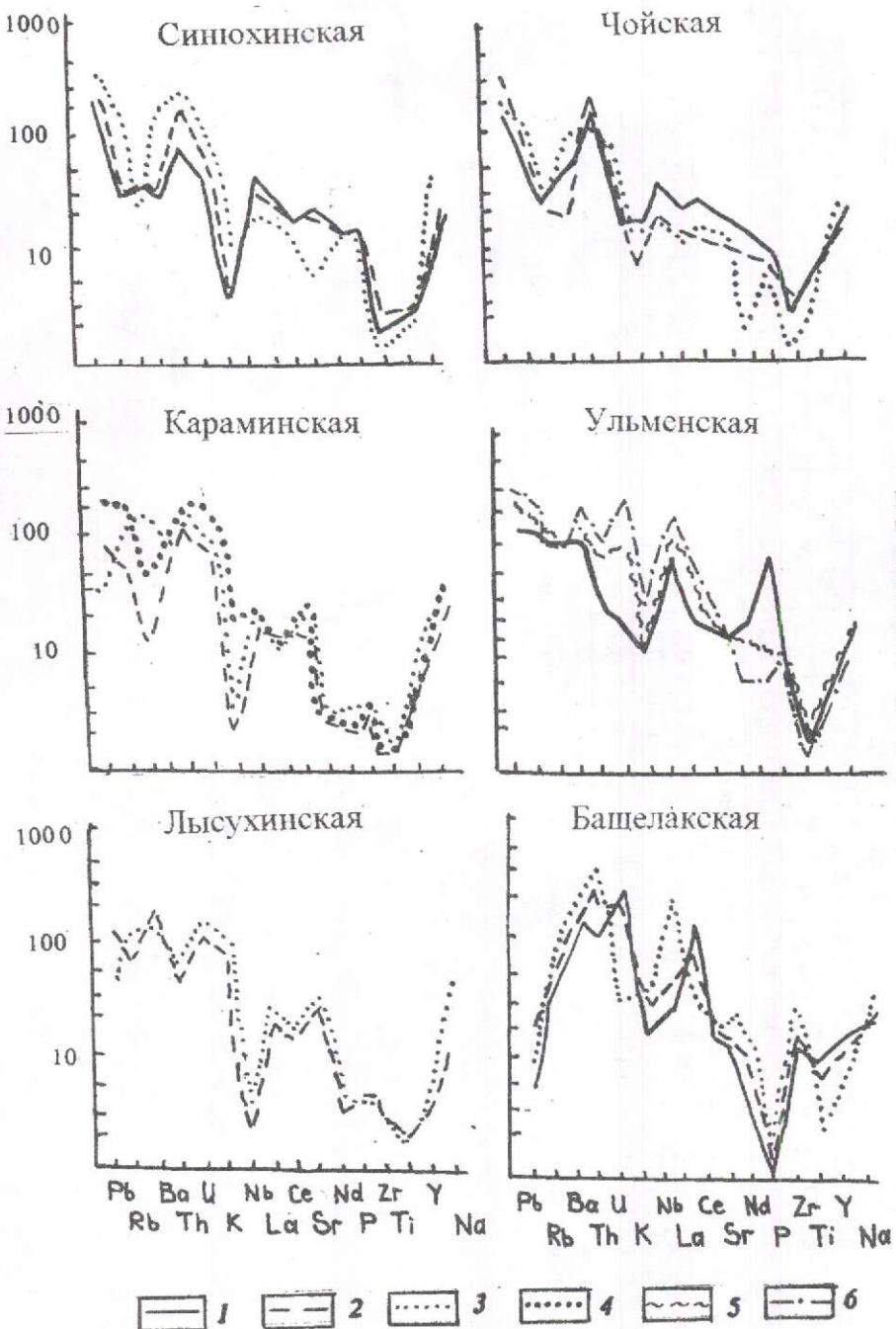


Рис. 4. Спайд-диаграммы рассеянных элементов золотогенерирующих рудно-магматических систем Горного Алтая.

1 — габброиды, 2 — диориты, 3 — граниты, 4 — лейкограниты и трондемиты, 5 — монцониты, 6 — сиениты.

частичного плавления субстрата [7], а отсутствие золота в слюде (а затем и в рудах) связано с высокими значениями степени общей окисленности магмы. Противоположную группу РМС по флюидному режиму составляют Чойская и Караминская, имеющие самые низкие значения фугитивности кислорода и, естественно, отношения фугитивностей кислорода и воды. Парци-

альные давления воды и углекислоты выше, чем в гранитоидах предыдущей группы, т.е. степень частичного плавления субстрата была выше, а высокая восстановленность флюидов предопределила специализацию биотита и гидротермальных растворов на золото (при убогих содержаниях меди) [10]. На диаграмме (см. рис. 5) биотиты гранитоидов Чойской и Караминской

**3. Некоторые параметры флюидного режима при формировании золотогенерирующих гранитоидов Горного Алтая (давление и фугитивность даны в барах).**

Рудно-магматические системы	TС	$\lg fO_2$	$fH_2O$	$pH_2O$	$\lg \frac{fO_2}{fH_2O}$	$pCO_2$	$K_{вос.фл}^*$	Число проб
Лысухинская	720	-5	235	423	-7,5	77	0,065	5
Чойская	645	-14,0	469	555	-16,3	545	0,555	4
Караминская	630	-13,5	501	613	-15,8	87	0,500	3
Топольниковская	560	-12,5	770	930	-15,2	1170	0,155	4
Синюхинская	865	-6,0	1120	1412	-9,1	1588	0,011	4
Лебедская	730	-13,5	2062	3156	-15,1	1944	0,690	3
Ульменская	730	-13,5	3074	4510	-17,1	2090	0,70	5
Югалинская	640	-11,5	1761	2703	-13,1	1897	0,18	3
Башелакская	620	-11,0	658	805	-13,8	895	0,195	5

\*  $K_{вос.фл}$  — коэффициент восстановленности флюидов по Летникову Ф.А. и др. (1981).

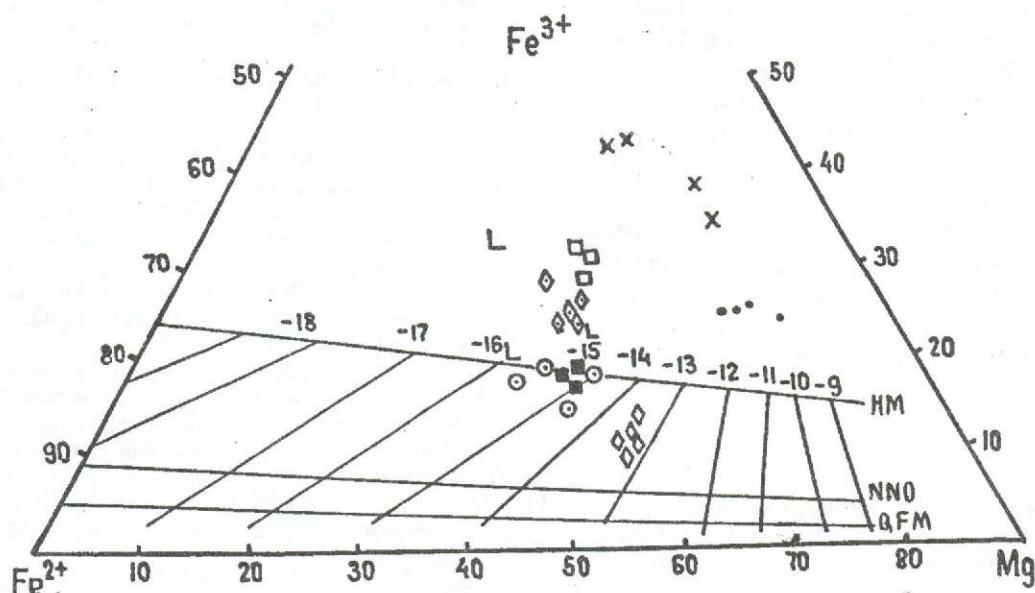


Рис. 5. Диаграмма  $Fe^{2+}-Fe^{3+}-Mg$  для биотитов золотогенерирующих РМС Горного Алтая. Предложена Ю.П. Трошинным, 1984 и построена по экспериментальным данным (Wones, Eugster, 1965) при  $pH_2O=2$  кбар.

Буферы: HM — гематит-магнетитовый, NNO — никель-бунзенитовый, QFM — кварц-фаялит-магнетитовый. Остальные усл. обозн. см. на рис. 3.

РМС располагаются вблизи гематит-магнетитового буфера и между последним и никель-бунзенитовым. Специфику этих гранитоидов определяют ильменит и сульфиды, что характерно для ильменитовой серии гранитоидов. Топольниковские и синюхинские гранитоиды имеют еще большие значения парциальных давлений воды и углекислоты, особенно синюхинские. В них степень окисленности-восстановленности магмы занимает промежуточное значение между двумя ранее охарактеризованными

РМС. Вероятно, это и сказалось на специализации биотита одновременно на медь и золото и на продуктивности гидротермальных флюидов, создававших золото-медное оруденение на Синюхинском и Баянхинском месторождениях. Биотиты характеризуемой группы на диаграмме (см. рис. 5) располагаются ближе к гематит-магнетитовому буферу и содержат акцессории более окисленных фаз (магнетит и сфен). Гранитоиды Башелакской РМС по параметрам флюидного режима занимают про-

межуточное положение между Синюхинской и Топольнинской, с одной стороны, и Караминской и Чойской РМС, с другой (см. рис. 5). Эти специфические особенности флюидного режима, вероятно, оказались и на составе элементов-примесей, сконцентрированных в биотитах, и на рудной продуктивности гидротермальных флюидов.

Особую группу РМС образуют Ульменская, Лебедская и Югалинская. Общим для них является то, что магматические образования в них относятся к более щелочной латитовой серии. Гранитоиды этих РМС характеризуются самыми высокими парциальными давлениями воды и углекислоты, а ульменские и лебедские биотиты отражают самую высокую восстановленность флюидов. Гранитоиды Лебедской и Ульменской РМС на диаграмме располагаются в промежутке между гематит-магнетитовым и никель-бунзенитовым буферами и ближе к последнему (см. рис. 5). Это, видимо, и сказалось на том, что состав главных аксессориев этих гранитоидов ограничен ильменитом и сульфидами. В них, помимо биотита, значительные концентрации золота, меди, серебра, висмута характерны и для пирита. Это подтверждается и экспериментальными данными [1].

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.

1. Медь и серебро в гранитном расплаве (по экспериментальным данным) / Авторы: И.Д.Рябчиков, Г.П.Орлова, Р.М.Минеева, Л.В.Бершов, Е.Н.Корнина // Геохимия. 1984. № 8. С. 1181—1191.
2. Панех Н.А., Федорова М.Е. Равновесие горовая обманка-биотит в гранитоидах // Вестник МГУ. Сер. геология. 1973. № 9. С. 94—99.
3. Перчук Л.Л. Термодинамический режим глубинного петрогенезиса. — М.: Наука, 1973.
4. Флюидный режим формирования гранитоидов различных геохимических типов / Авторы: Ю.П.Трошин, В.И.Гребенщикова, Л.Ю.Пивоварова, С.М.Бойко // Геохимия. 1984. № 9. С. 1318—1326.
5. Ague J.I., Brimhall G.H. Regional variations in bulk chemistry, mineralogy, and the compositions of mafic and accessory minerals in the batholiths of California // Bull. Geol. Sci. Amer. 1988. V.100. № 6. P. 891—911.
6. Barton P.B., Skinner B.J. Geochemistry of hydrothermal ore deposits. — New York, 1979. P. 278—403.
7. Beard J.S., Lofgren G.E. Effect of water on the composition of partial melts of greenstone and amphibolite // Science. 1989. V.244. P. 195—197.
8. Burnham C.W., Holloway J.R., Devis N.F. Thermodynamic properties of water to 1000°C and 1000 bars // Geol. Soc. Amer. Spec. Paper. 1969. V.132. P. 96—115.
9. Hodgson C.J. Mesothermal lode-gold deposits / In: Kirkham R.V. (ed.) Mineral Deposit Modeling. — Ontario, 1995. P. 635—678.
10. Leveille R.A., Newberry R.J., Bull K.F. An oxidation state-alkalinity diagram for discriminating some gold-favorable plutons: An empirical and phenomenological approach // Geol. Soc. Amer., Abstr. with Progr. 1988. V.20. P. A142.
11. Meinert L.D. Igneous Petrogenesis and Skarn Deposits / In: Kirkham R.V. (ed.) Mineral Deposit Modeling. — Canada, Ontario, 1995. P. 569—584.
12. Proterozoic granite types in Australia: implications of lower crust composition, structure and evolution / Authors: L.A.I.Wyborn, D.Wyborn, R.G.Warren, B.J.Drummond // Trans. Royal. Edinburgh: Earth Sciences. 1992. V.83. P. 201—209.
13. Tuttle O.F., Bowen N.L. Origin of granite in light of experimental studies // Geol. Soc. Amer. Memoir. 1958. V.74. P. 130—156.
14. Wones R.D., Eugster H.P. Stability of biotite // Amer. Mineral. 1965. V.50. № 9. P. 1228—1272.

N.I.Gusev, A.I.Gusev

#### GOLD-PRODUCING ORE-MAGMATIC SYSTEMS OF GORNY ALTAI

*Gold-copper-skarn, gold-skarn and gold-sulfide-quartz deposits that occur in the Gornyi Altai are considered as elements of chamber-type ore-magmatic systems (OMS) varying in age from the Middle Cambrian to the Early Carboniferous. Igneous rocks of individual OMS appear to be mantle-derived. They differ in fluidal mode, degree of melting of the mantle substratum and contamination of crust material. Most promising gold deposits inviting additional examination are listed.*

УДК 553.342.054.3:550.8

© А.И.Гусев, 1998

## ГЕОЛОГИЯ И ЗОЛОТО-МЕДНО-СКАРНОВОЕ ОРУДЕНЕНИЕ СИНЮХИНСКОГО РУДНОГО ПОЛЯ В ГОРНОМ АЛТАЕ

А.И.ГУСЕВ (Горно-Алтайская ПСЭ)

*Обоснованы четыре стадии гидротермального постмагматического цикла для скарнов Синюхинского рудного поля. Ранние скарны формировались из безводных высококонцентрированных рассолов. Поздние постскарновые ретроградные минеральные ассоциации на отдельных участках несут черты кристаллизации из смешанных растворов магматогенной природы и возможного заимствования изрудовмещающих пород. Соотношение изотопов серы в сульфидах рудных залежей свидетельствует о мантийном неконтактном магматогенном источнике серы. Золото кристаллизовалось в конце сульфидной стадии и отмечено в двух генерациях.*

Северо-восточная часть Горного Алтая характеризуется широким развитием гранитоидного магmatизма и пространственно с ним связанного золото-скарнового оруднения. Наиболее крупным и хорошо изученным в этом регионе является Синюхинское рудное поле. Имеющиеся многочисленные публикации отражают лишь частные вопросы его геологического строения и рудогенеза. Значительное число этих вопросов в настоящее время требует уточнения [1, 6, 8].

Синюхинское рудное поле расположено в граничной зоне крупных тектонических элементов Горного Алтая — Уймено-Лебедской и Бийско-Катунской структурно-формационных зон. Надинтрузивная позиция рудного поля в области юго-западного погружения Синюхинского массива гранитоидов комбинируется с разнонаправленными разломами субмеридиональной и субширотной ориентировки (рис. 1). В рудовмещающем осадочно-вулканогенном разрезе среднего—верхнего кембрия важными литологическими элементами выступают мощные горизонты (15—200 м) мраморизованных известняков. Складчатая структура района расшифровывается с трудом, что обусловлено покровом четвертичных отложений (до 20 м). По этой причине, а также в силу интенсивно проявленной дислокационной тектоники столь разнообразны толкования структурных особенностей Синюхинского месторождения.

После работ С.С.Николаева и Е.М.Неверович [8], предположительно выделивших крупную антиклиналь, осложненную мелкой складчатостью, трактовка структуры рудного поля мало изменялась на протяжении ряда лет.

Работами последних лет установлено, что в центре рудного поля развита средняя подсвита усть-семинской свиты (ранее относимая к верхненыйгинской подсвите), датируемая амгинским ярусом среднего кембрия. Подсвита расчленена на три толщи, сложенные лавами базальтов, трахибазальтов, андезитов, трахиандезитов, дацитов, туфами такого же состава и горизонтами мраморизованных известняков (см. рис. 1). Детальное рассмотрение состава указанных пачек и их контактов показало, что кажущееся моноклинальное строение участка с омоложением разреза в СЗ направлении осложнено чешуйчато-надвиговыми нарушениями. Самый нижний надвиг фиксируется в районе Фай-фановского месторождения, где по Диагональному покрову происходит сдвижение разреза, в том числе и двухсантметрового горизонта мраморов. В восточном направлении по косому Диагональному надвигу происходит постепенное расщепление горизонта. Верхний, Кайчакский, надвиг устанавливается по скважинам в районе Рудной Сопки, где на существенно вулканогенные образования средней толщи средней подсвиты усть-семинской свиты (последовательно диффе-

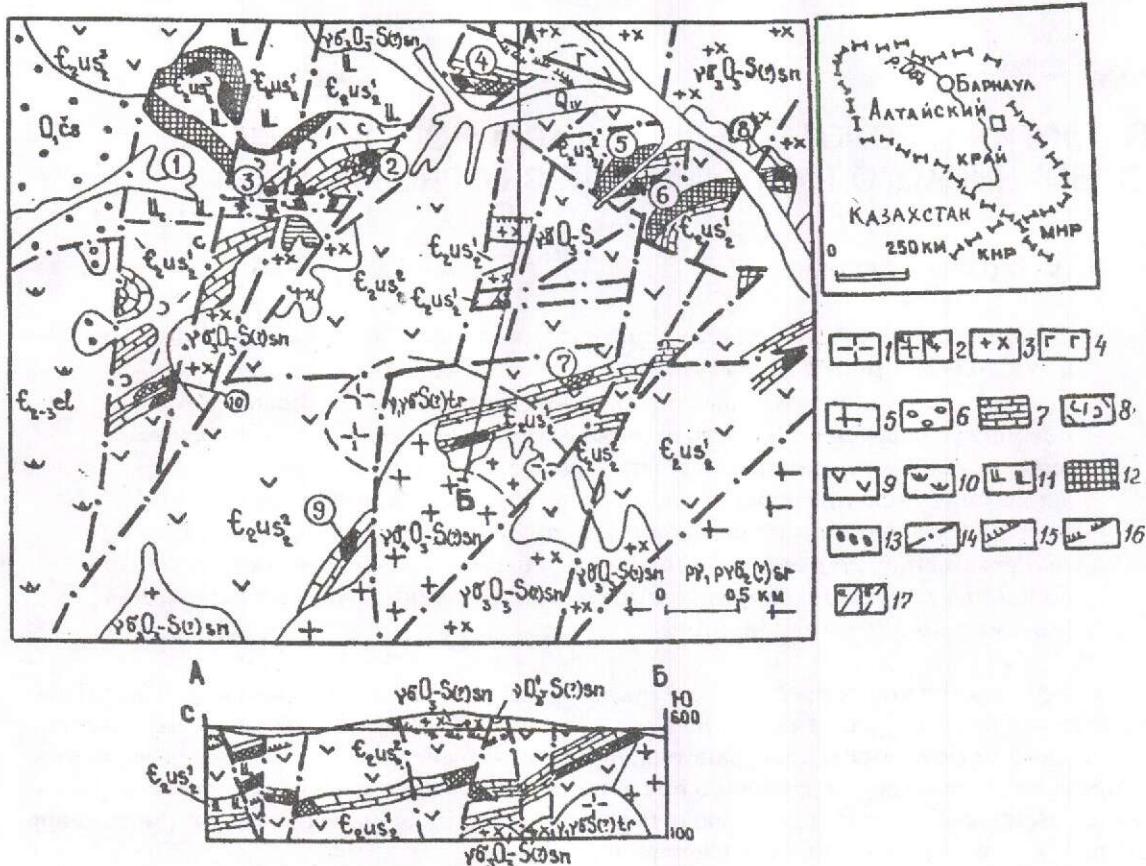


Рис. 1. Схематическая геологическая карта Синюхинского рудного поля.

Породы чайской (c<sub>s</sub>), еландинской (el), усть-семинской (us) свит и подсвит: 1 — конгломераты с редкими прослоями алевролитов и песчаников; 2 — горизонты известняков и мраморов; 3 — кристаллокластические туфы риодацитов; 4 — андезиты, базальты и их туфы; 5 — вулканомиктовые песчаники; 6 — лавы базальтов; магматические породы Синюхинского массива: 7 — граниты, лейкограниты, умереннощелочные граниты турочакского комплекса; 8 — гранодиориты, граниты порфировидные IV фазы синюхинского комплекса; 9 — тоналиты III фазы; 10 — габбро I фазы синюхинского комплекса; 11 — плагиограниты саракокшинского комплекса; 12 — скарны; 13 — рудные тела; 14 — разломы (сбросы, сбросо-сдвиги, взбросы); 15 — надвиги, выходящие под поверхность четвертичных отложений; 16 — надвиги, не выходящие под четвертичные отложения; 17 — геологические границы: а — достоверные, б — предполагаемые; рудные участки (цифры в кружках): 1 — Западный, 2 — Первый Рудный, 3 — Ыныргинский, 4 — Рудная Сопка, 5 — Западно-Файфановский, 6 — Файфановский, 7 — Тушкенекский, 8 — Полушахтный, 9 — Карлагинский, 10 — Южный.

ренцированные лавы от базальта и трахибазальта до риолита) надвинуты вулканогенно-осадочные образования нижней толщи (контрастно дифференцированные лавы от базальтов до риолитов и туфы кислого состава) средней подсвиты усть-семинской свиты (рис. 2). На этом участке строение рудовмещающих толщ имеет "клавишный" характер. В разрезе паравтохтона два мощных горизонта скарнированных мраморов исчезают за осложненным крутым разломом к северу (см. рис. 2).

Кайчакский надвиг, вероятно, играл

роль "запечатывающей" и экранирующей структуры и имел наибольшую горизонтальную амплитуду смещения. В подошве аллохтона отмечаются кварцевые диориты, гранодиориты и габбро Синюхинского массива, а также вулканогенные породы нижней толщи средней подсвиты усть-семинской свиты с характерными туфами риодацитов (см. рис. 1, 2). Значительная часть надвинутой толщи Кайчакского покрова в настоящее время эродирована, о чем говорят несколько клипов кварцевых диоритов и гранодиоритов Синюхинского массива, вскрытых скважинами в верховьях

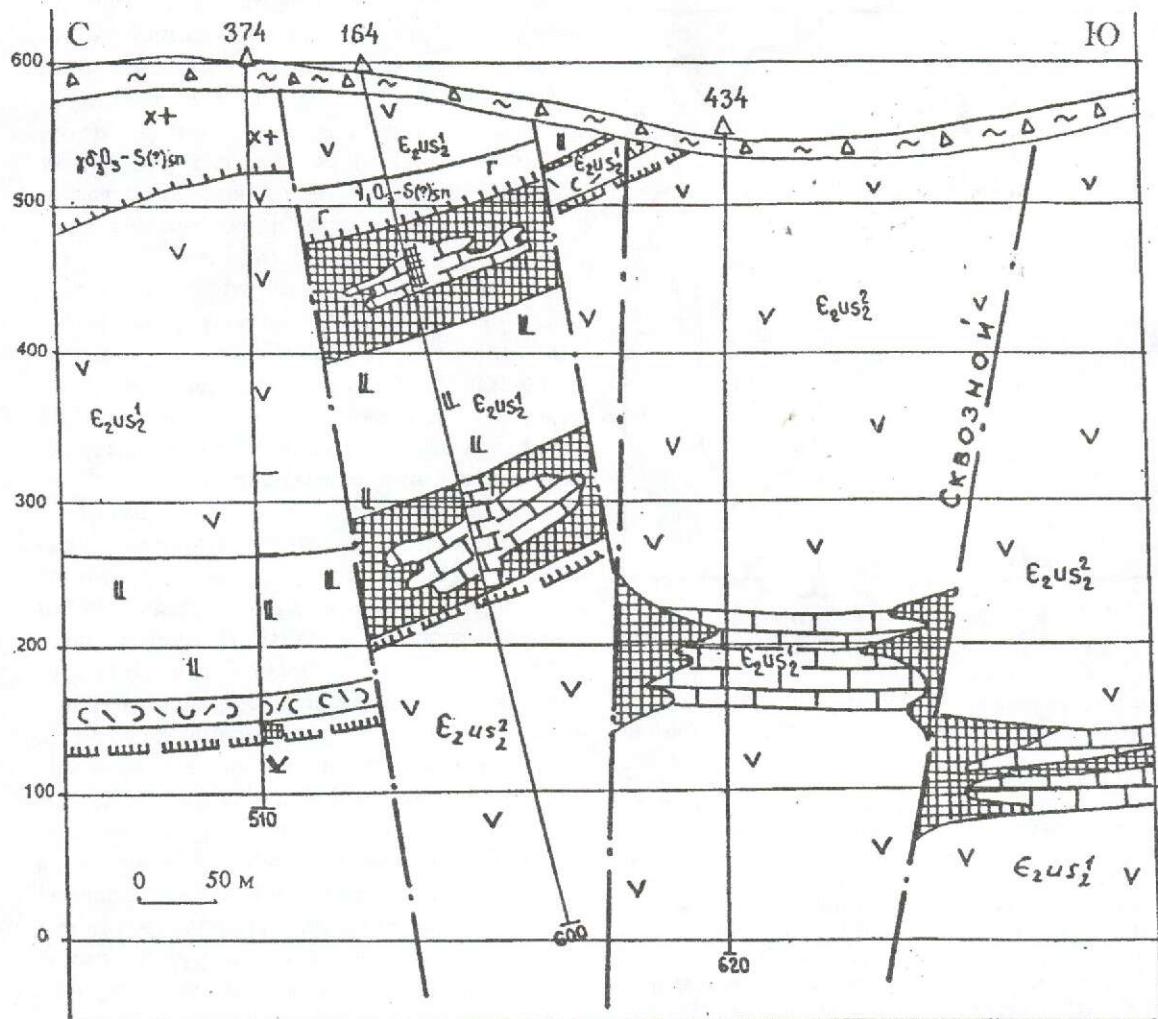


Рис. 2. Разрез по северной части Синюхинского рудного поля (район Рудной Сопки).

Усл. обозн. см. рис. 1.

р. Тушкенек. Клипсы сохранились от эрозии лишь в опущенных по разломам блоках между Тушкенекским и Файфановским сбросами. Таким образом, при общем положении ( $20-40^\circ$ ) моноклинальном падении на ССЗ рудовмещающих толщ в районе сдвижения и страивания разреза по надвигам создается синформа (см. рис. 1, 2).

Важную рудоподводящую роль выполняли крутые ( $70-85^\circ$ ) разломы субмеридиональной, СЗ и СВ ориентировок, к числу которых относятся (с запада на восток): Глубинный, Югалинский, Центральный, Тушкенекский, Западный, Сквозной, Файфановский, Синий (см. рис. 1). Морфоло-

гически это сбросы, сбросо-сдвиги, взбросы с вертикальными амплитудами от нескольких десятков до нескольких сотен метров.

Синюхинское рудное поле неоднократно становилось ареной разнообразной интрузивной деятельности. На южной и юго-восточной периферии обнажены плагиограниты Саракокшинского массива, датируемые предположительно средним кембрием.

Скарнообразование и последующее медное и золотое оруденение связаны с синюхинским диорит-тоналитовым комплексом, датируемым верхним ордовиком—нижним силуром. Он включает многофазные образования последовательно дифференциирован-

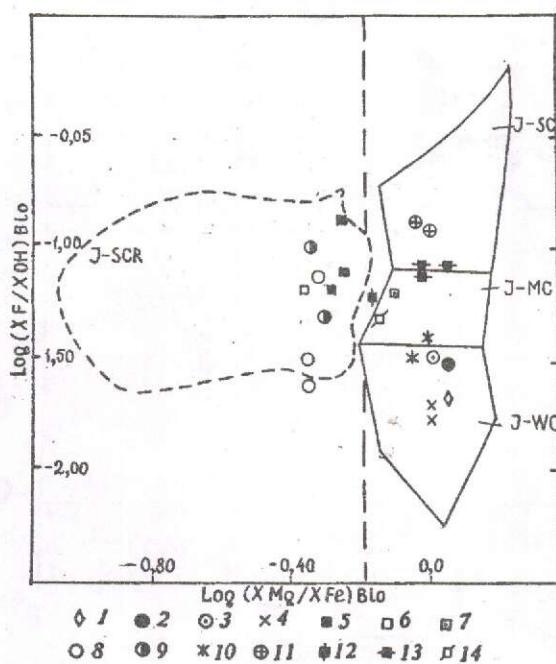


Рис. 3. Диаграмма  $\log(X_F/X_{OH})_{\text{Bio}}$  -  $\log(X_{\text{Mg}}/X_{\text{Fe}})_{\text{Bio}}$  в биотитах золотогенерирующих гранитоидов Горного Алтая.

Петрогенетические типы гранитоидов (по Ague, Brimhall, 1988): I-WC — гранитоиды слабо контаминированные, I-MC — умеренно контаминированные, I-SC — сильно контаминированные и редуцированные. Синюхинская рудно-магматическая система РМС: 1 — тоналиты, 2 — гранодиориты, 3 — граниты, 4 — дайки гранодиоритов; Чойская РМС: 5 — тоналиты, 6 — гранодиориты, 7 — дайки керсантитов; Топольинская РМС: 8 — гранодиориты, 9 — граниты; Ульменская РМС: 10 — кварцевые монцониты, 11 — дайки сиено-диоритов, сиенитов; Лысухинская РМС: 12 — диориты, 13 — гнейсированные гранодиориты, 14 — граниты.

ной серии пород от габбро до гранита. Отношения  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  в роговообманковых тоналитах III фазы и биотит-роговообманковых гранодиоритах IV фазы составляют, соответственно, 0,70513 и 0,70528, что позволяет относить их к I-типу гранитов. По соотношениям F/OH и Mg/Fe в биотитах (рис. 3) синюхинские гранитоиды попадают в поле гранитов слабо контаминированного I-типа. Биотиты и роговые обманки заключительных фаз комплекса и особенно даек псевдосферолитовых гранит-порфиров обладают аномальными концентрациями золота (до 5 г/т), висмута (до 400 г/т) и других элементов [3]. Слабая окисленность расплава гранитоидных даек и наличие в них магне-

тита в качестве акцессория предопределили их комплексную специализацию на золотое и медное оруденение. Окисленность рудогенерирующего расплава способствует накоплению золота не в оксидах (магнетите, гематите), а в силикатных минералах [11], что и имеет место для биотитов и роговых обманок даек синюхинского комплекса.

Минералогическое картирование метасоматических парагенезисов и геометризация в пространстве преобразованных пород позволили выявить два типа скарновых залежей, существенно различающихся по своей структурной приуроченности и характеру проявления зональности (рис. 4).

Первый тип залежей отвечает скарнообразованию в непосредственном контакте гранитоидов и мраморов. В нем имеются типичные черты биметасоматической модели скарново-рудной системы. В рудном поле подобной модели отвечают тела Южного участка. Многостадийные скарновые парагенезисы в своем распространении подчинены контакту рудогенерирующей интрузии синюхинского комплекса. Наблюдается четкое разделение по вертикали продуктов ранней стадии биметасоматоза в эндо- и экзоскарнах (см. рис. 4, А). В эндоскарновой зоне, развитой в габброидах, диоритах и гранодиоритах синюхинского комплекса, формируются ахимономинеральные геденбергитовые скарны в виде линз, жил мощностью 5—30 см, реже — сплошных залежей. Содержание геденбергитового минала в клинопироксене варьирует от 85 до 100 % (табл. 1).

В рудных залежах второго типа, развивающихся по модели инфильтрационного скарнообразования, геденбергитовые эндоскарны первой стадии не фиксируются. В рудных телах этого типа мощно проявлены экзоскарны ранней стадии (см. рис. 4, Б). Доминирующий объем рудных тел отвечает этой модели. Зональность рудных тел в них проявляется относительно рудоподводящих разломов (см. рис. 4), сопровождающихся ряями даек синюхинского комплекса. Пироксен-гранатовые скарны в рудных залежах второго типа в подошве мраморов метасоматически замещают базальты, трахибазальты, андезиты, трахиандезиты, редко дациты и их туфы. Клинопироксен в этих скарнах по химическому составу отвечает диопсиду. Эк-

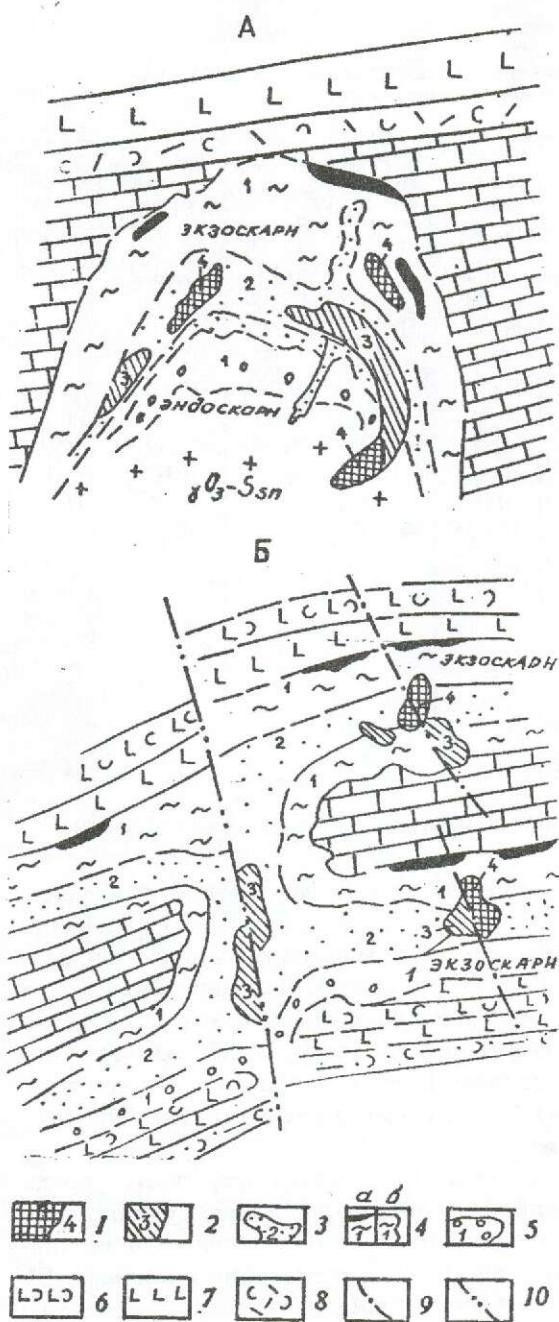


Рис. 4. Модели скарновых рудных тел Синюхинского рудного поля: А — биметасоматическая, Б — инфильтрационная.

1 — ретроградные скарновые изменения и наложенная золото-сульфидная минерализация IV стадии; 2 — ретроградные скарновые изменения III стадии; 3 — проградирирующие скарны II стадии (волластонит-II); 4 — экзоскарны I стадии: а — гранат-магнетитовые с редким пироксеном, б — пироксен-гранатовые; 5 — геденбергитовые эндоскарны I стадии; 6 — переслаивание литокластических туфов и лав андезитов, базальтов; 7 — лавы базальтов; 8 — кристаллокластические туфы риодацитов и риолитов; 9 — флюидоподводящие разломы; 10 — рудолокализующие разломы.

зоскарны ранней стадии в кровле мраморов сложены гранатом и магнетитом, редко — пироксеном. Скопления массивного магнетита, как правило, фиксируют выклиникирудных залежей и их апикальные части.

Гранат в этой ассоциации представлен преимущественно гроссуляром с содержанием андродитовой молекулы 10—40 %. Среднее содержание андродитового минала по 9 пробам составляет 32,6 % (см. табл. 1). Пироксен экзоскарновой ассоциации в кровле горизонтов мраморов повсеместно представлен диопсидом с содержанием геденбергитового минала от 4,8 до 13,5 %, среднее по 6 пробам — 7,1 % (см. табл. 1). В скарнах второй стадии формировались, преимущественно, волластонитовые тела, которые в основном локализованы между пироксен-гранатовыми и гранат-магнетитовыми залежами с некоторым сдвигом в сторону последних. Это почти мономинеральные волластонитовые залежи мощностью от 0,5 до 55 м. Изредка волластонит-I ассоциирует с андродит-обогащенным гранатом, образующим редкую вкрапленность розового цвета. На контакте с пироксеновыми обособлениями появляется ферробустамит.

Дальнейшее становление рудных тел обязано интенсивному дроблению скарнов прогрессивных стадий и последующему наложению на них так называемой сопутствующей и наложенной минерализации или ретроградных скарновых изменений [10].

Ранние ретроградные изменения третьей стадии включают несколько минеральных ассоциаций, целиком определяющихся составом первичных пород, по которым они развивались. В экзоскарнах с обильным гранатом возникали жилы, гнезда, вкрапленность и прожилки ортоклаз-кварц-II эпидотового состава с магнетитом-II и пиритом-I. В эндоскарнах по геденбергиту местами отмечаются ассоциации альбит-эпидот-кварцевая с пиритом-I и кварц-II-хлорит-амфиболовая. Ранний волластонит-I замещается агрегатами крупных радиально-лучистых, тонкошестоватых, спноподобных выделений волластонита-II, пектолита, бустамита, реже — прожилками и гнездами везувиана, родонита с волластонитом-II в виде тел неправильной формы. Химический состав волластонита-II в сравнении с первой генерацией отражает неко-

**1. Средние составы некоторых скарновых минералов Синюхинского рудного поля  
(для пироксенов и гранатов — с пересчетом на миналы)**

Оксиды элементов	Геденбергит (5)	Диопсид-I (6)	Андрадит (8)	Гроссуляр (9)	Волластонит-I (2)	Ферробустамит (2)	Эпидот (5)	Волластонит-I I (9)	Везувиан (2)
SiO <sub>2</sub>	48,58	54,82	36,73	38,73	50,86	50,24	38,33	52,81	35,54
TiO <sub>2</sub>	0,04	0,03	0,21	0,40	0,01	0,02	0,14	0,01	0,31
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,16	0,06	1,02	15,01	1,48	0,03	25,88	0,72	17,01
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,02	0,03	0,06	0,03	—	0,03	0,10	0,20	0,02
FeO	26,98	2,36	30,66	12,41	0,51	10,22	12,57	0,32	9,46
MnO	0,76	0,16	0,11	0,18	0,13	0,30	0,14	0,27	0,16
MgO	0,54	16,80	0,51	0,38	0,70	0,03	0,05	0,66	0,05
CaO	22,60	25,75	29,96	33,26	47,41	38,58	23,88	43,99	35,52
Na <sub>2</sub> O	0,11	0,08	0,18	0,25	0,20	0,03	0,03	0,16	0,05
K <sub>2</sub> O	0,02	0,01	0,10	0,08	0,05	0,01	0,01	0,09	0,01
Сумма	99,81	100,12	99,52	100,82	101,35	99,49	100,75	99,79	98,03
Геденбергит	94,0	7,1							
Исхансенит	2,7	0,6							
Диопсид	3,3	92,3							
Гроссуляр	—	—	1,5	64,0					
Андрадит	—	—	94,5	32,6					
Пироп	—	—	2,2	1,4					
Альмандин	—	—	1,7	1,6					
Спессартин	—	—	0,1	0,4					

**П р и м е ч а н и е .** Анализы выполнены в Центральной лаборатории "Южсибгеолкома" (г. Новокузнецк), цифры в скобках — количество определений.

торое увеличение содержания марганца при таких же концентрациях железа (см. табл. 1).

Четвертая стадия охватывает поздние ретроградные изменения и наложенную продуктивную минерализацию. Минеральные ассоциации этой стадии занимают секущее положение к структурно-текстурному рисунку основных скарновых залежей (см. рис. 4). В экзоскарновой зоне, где преобладают гранат и магнетит, из медных минералов продуктивной ассоциации относительно большую роль играет халькопирит в парагенезисе с кварцем-III, пиритом-II-III, борнитом, золотом. Волластонитовая часть скарновых залежей характеризуется доминантной ролью борнита, халькозина с кварцем-III, халькопиритом, золотом. В этой ассоциации спорадически встречаются мелонит, алтait, тетрадимит, гедлеит, самородный висмут. В волластонитовой зоне этой рудной ассоциации предшествовала кристаллизация зонального граната андрадитового состава зеленого и желтого цветов, редко — диопсида-II (розового цвета) в виде прожилков и линзовидных

обособлений, пересекающих волластонит-II. В зональных зернах граната колебания андрадитового минала варьируют от 70 до 100 %, при среднем значении 94,5 % (см. табл. 1). Редко встречаются в характеристизуемой ассоциации: кубанит, валерийт, неодигенит, виттихенит, зигенит, висмутин, вейссит, петцит, калаверит, галенобисмутит.

Самородное золото встречается среди скарновых минералов в виде субмикроскопических пленок, пластинок и тонкодисперсной фазы в ассоциации с кварцем-III. Наиболее тесный парагенезис отмечается с теллуридами висмута, свинца, никеля, где золото образует тонкую вкрапленность ксеноморфных зерен, редко — единичных кристаллов октаэдрического габитуса и их сростков. Этот парагенезис встречается в рудном поле исключительно в рудных телах с промышленными содержаниями меди, где наибольшую роль играют борнит и халькозин. Форма золотин зависит от способа их образования. Золотины, возникшие при метасоматическом замещении ранее образованных минералов, имеют

проводоночковидную, булавовидную, каплевидную, лепешковидную формы. Золотины, выросшие в свободном пространстве, как правило, имеют форму этого пространства с отпечатками граней контактирующих минералов. В условиях свободного роста отмечаются кристаллы золота кубического, октаэдрического, ромбододекаэдрического и тетрагексаэдрического габитусов.

Основная масса золота представлена тонкодисперсной фазой. Выделяются две генерации золота: ранняя, высокотемпературная, с пробой 600—680 и поздняя, низкотемпературная, получившая доминирующее значение в рудных телах, с более высокой пробой от 910 до 990. Из элементов-примесей в золоте следует отметить медь (до 35 % в медистом золоте) и серебро. Основными минералами-концентраторами золота в рудах являются сульфиды (средние содержания в г/т): борнит — 55,1, халькозин — 63,8, халькопирит — 3,8, пирит-I — 1,21, пирит-II — 1,95. В магнетите среднее содержание золота составляет 1,45 г/т.

Экспериментальными данными установлено, что золото в сульфидах приурочено к микродефектам в кристаллической структуре и к граням кристаллов в виде тонкодисперсной фазы [2, 4]. Немаловажную роль в концентрации золота сульфидами играют кристаллохимические и физические свойства последних [7].

Фактический материал по скарновым залежам Синюхинского рудного поля свидетельствует, что анализируемые образования представляют собой известковые послемагматические скарны, образованные на значительном пространственном удалении от материнского интрузива (по вертикали 2—2,5 км). Фильтрационные системы скарнообразования формировались в виде нескольких очаговых кластеров, подчиненных разломным зонам (см. рис. 1). Энергетический потенциал систем создавался вдоль проницаемых разломов, сопровождавшихся внедрением роев даек (от диорита до гранита) и потоками флюидов. Формирование стратiformных залежей предполагает наличие экранирующих поверхностей вдоль контактов разнородных по физическим свойствам литологических

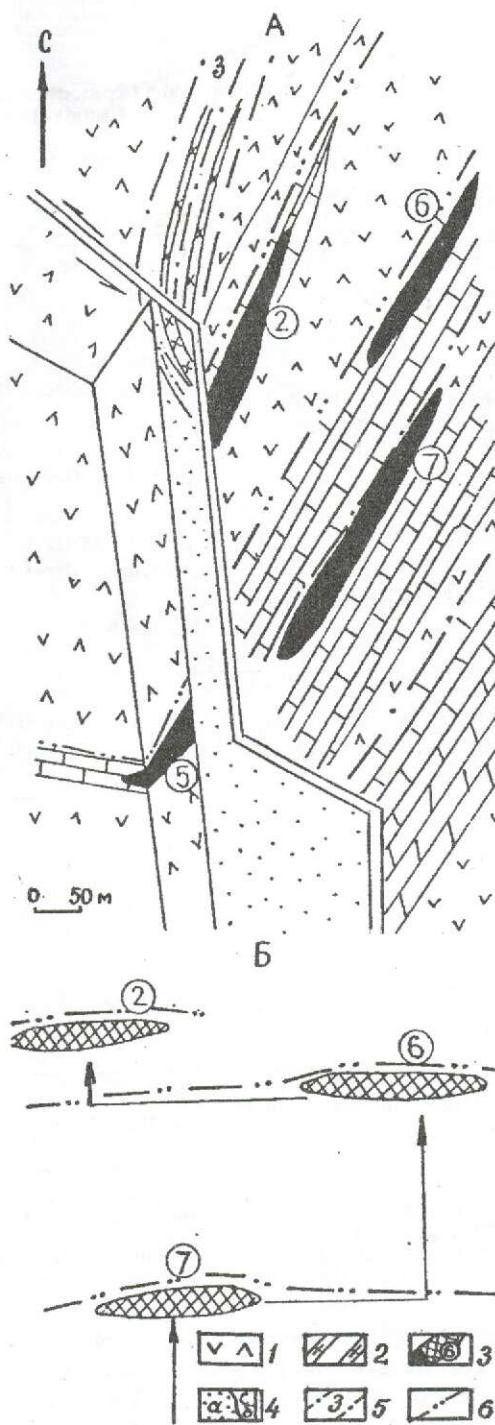


Рис. 5. Модель дилатансного нагнетания флюидов в районе Файфановского месторождения. А — положение рудных тел в трехмерном пространстве, Б — схема ярусности "флюидных силлов" для северо-восточного блока.

1 — туфы трахиандезитов, трахиадакитов; 2 — дайки гранит-порфиров синюхинского комплекса; 3 — рулевые тела и их номера; 4 — сквозной взбросо-сдвиг: а — плоскость разлома, б — тектонический шов структуры; 5 — зона Западного разлома; 6 — надвиги.

**2. Температуры гомогенизации первичных газово-жидких включений в скарновых минералах Синюхинского рудного поля**

Скарновые ассоциации	Минералы	Температура гомогенизации, °C	Количество замеров
Геденбергитовый скарн с кварцем	Геденбергит	600—650	3
	Кварц	620—645	2
Пироксен-гранатовый скарн с магнетитом	Диопсид**	380—500	5
	Диопсид	390—520	3
	Гранат гроссулярового ряда**	320—470	5
	Гранат гроссулярового ряда*	700 690	1 1
	Гранат гроссуляр-андрадитового ряда*	450—463 420	2 1
	Волластонит-I Волластонит-I*	450—470 700 415—495 380 345	3 4 15 3 22
Ретроградный везувиан-волластонитовый скарн	Ферробустамит	420—450	3
	Волластонит-II**	150—210	7
	Волластонит-II	150—220	5
	Везувиан	150—200	3
Альбит-эпидотовые прожилки с кварцем	Альбит	230—260	3
	Эпидот	220—240	2
	Кварц	220—250	2
	Эпидот**	140—190	5
	Кварц* с золотом	295—300	2
Кварц-альбит-актинолит-турмалиновые прожилки с Au	Кварц-I	330—340	5
	Кварц-II	220—230	2
	Кварц-III*	200—204 145—188***	2 18
	Кальцит Кальцит**	130—170 245—268 130—175	4 3 3

При меч ани е . Определения выполнены в лаборатории Ростовского Госуниверситета.

\* определения по Щербакову Ю.Г., Росляковой Н.В. (1972)

\*\* определения по Эттлинджеру А., Мейнерту Л. (1990)

\*\*\* для вторичных включений

горизонтов, осложненных, в большинстве случаев, надвигами. На многих хорошо изученных месторождениях рудного поля (Файфанское, Западно-Файфанское, Тушканек, Первый Рудный) стратиформные залежи образуют несколько ярусов в вертикальном разрезе. Одним из вероятных способов образования многоярусных скарновых залежей на месторождениях Синюхинского рудного поля может быть механизм дилатансного нагнетания флюидов под непроницаемые барьеры по Р. Сиб-

сону [13]. Возможная модель реализации этого механизма при формировании рудных тел Файфанского месторождения показана на рис. 5.

Флюиды, формировавшие стратиформные скарновые залежи, обладали высокими температурами и реакционной агрессивностью, несмотря на значительную удаленность по вертикали (более 2 км) от кровли рудогенерирующей интрузии. Температуры гомогенизации первичных включений в минералах скарнов варьируют от

### 3. Изотопный состав сульфидной серы в минералах Синюхинского рудного поля

Рудные участки	Породы	Минералы	$\delta^{34}\text{S}$ , ‰
Полушахтный Зап.Файфановский Файфановский р.т. 2	Гранодиорит IV фазы Гранит Скарн с сульфидами	Пирит	-4,3 -3,8 -2,8 -2,6 -0,3 -0,8 -3,1 +0,6 +1,3 +1,1 -0,8 -0,1 -1,9 -2,6 +2,5 +2,2 +3,0 +3,1 -3,3 -1,1 +1,2 -2,9
Зап.Файфановский		Пирит-I Пирит-II Халькопирит Пирит-III Борнит Пирит-II Халькопирит Борнит Халькопирит Пирит-I Борнит	
Западный			
Файфановский р.т. 1		Пирит-I Пирит-III Борнит Халькопирит	
Первый Рудный		Борнит Халькопирит Пирит-I	

П р и м е ч а н и е . Анализы выполнены в лаборатории ИГЕМ РАН, г.Москва; р.т. 1 и 2 — номера рудных тел Файфановского месторождения.

700 до 520°C (табл. 2). Большинство первичных включений в гранате, пироксене, волластоните ранней генерации двухфазные (жидкость + газ). В некоторых включениях отмечаются дочерние минералы: галит, сильвин, халькопирит. Аналогичный перечень дочерних минералов по Западному карьеру Синюхинского рудного поля приводят А.Эттлинджер и Л.Мейнерт [10]. Они также обнаружили во флюидных включениях наличие твердых неидентифицированных фаз и CaCl<sub>2</sub>. Соленость включений в минералах прогрессивной стадии скарнирования, содержащих соли в качестве дочерних минералов, превышала предел насыщения (более 26 % NaCl для системы NaCl + H<sub>2</sub>O). Соленость включений в гранате и пироксене без дочерних минералов также была высокой и варьировала от 18,2 до 20,6 % NaCl (в эквиваленте).

Первичные флюидные включения в минералах ретроградных скарновых изменений (бустамите, волластоните II генерации, эпидоте, актинолите) также двухфазные (жидкость + газ), но они не содержат дочерних минералов. Эти включения гомо-

генизируются в раствор при температурах 140—450°C (табл. 3). Соленость включений в волластоните и эпидоте колеблется от 0,5 до 4,9 % NaCl. Такой широкий диапазон вариаций температур гомогенизации и солености флюидных включений минералов прогрессивной стадии скарнов и ретроградных скарновых изменений может быть результатом смешения горячих флюидов и разбавленных холодных растворов. Не исключена подпитка водами метеорного происхождения.

Наложенная на скарны золото-сульфидная минерализация пространственно связана с дайками кислого состава синюхинского комплекса, получившими максимальное развитие, как правило, вблизирудоподводящих разломов. Рудная минерализация образуется при воздействии постмагматических хлоридных растворов и связана с возрастанием кислотности последних, что подтверждается составом метасоматитов, сопровождающих рудные залежи. Основная среда скарнов была благоприятной для метасоматоза, вызванного воздействием кислых растворов. Темпера-

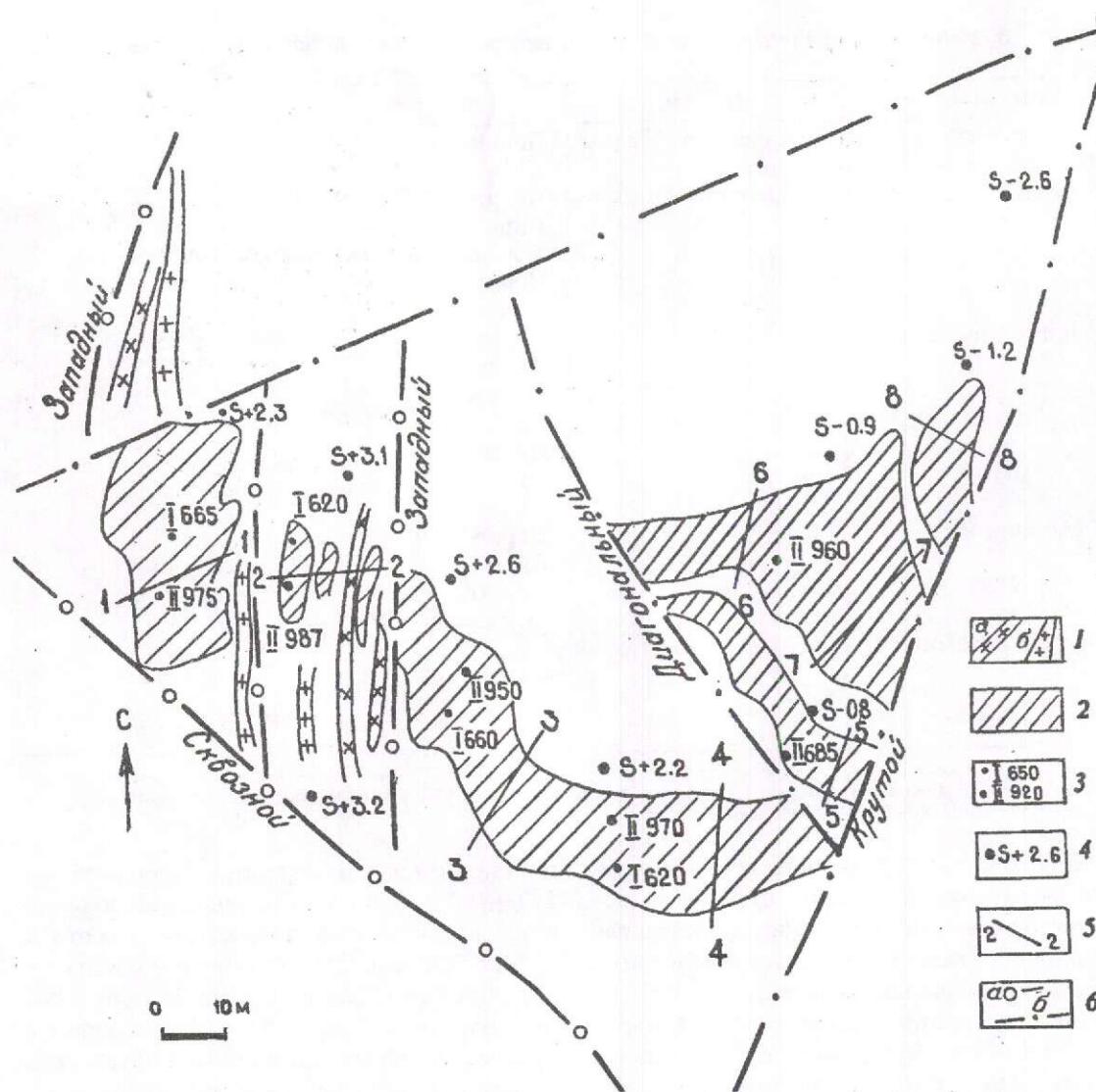


Рис. 6. Схема распределения генераций золота, его пробы и соотношений изотопов серы в рудном теле № 2 Файфановского месторождения (горизонт штольни № 13).

1 — дайки: *a* — гранодиорит-порфиров, *b* — гранит-порфиров; 2 — золото-медно-скарновое рудное тело № 2; 3 — места отбора золота I и II генераций и его проба; 4 — места отбора проб на изотопный анализ серы и значения  $\delta^{34}\text{S}$  в промилле; 5 — геохимические профили и их номера; 6 — разломы: *a* — рудоподводящие, *b* — пострудные.

тура гомогенизации первичных флюидных включений кварца различных генераций снижается от 340 до 200°C. Соленость включений не превышала 3,5 % NaCl. Из дочерних минералов во включениях отмечается халькопирит. В составе сложных флюидных включений в кварце III генерации, с которым ассоциирует самородное золото, определены HCl, H<sub>2</sub>O, CO<sub>2</sub>, CO, CH<sub>4</sub>, C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>, C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>, SO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>.

Изотопы серы из акцессорного пирита неизмененных гранодиоритов IV фазы Си-нююхинского массива и даек биотитовых гранитов, с которыми предполагается связь анализируемого оруденения, имеют узкий интервал значений  $\delta^{34}\text{S}$  около -4 ‰. Указанные величины  $\delta^{34}\text{S}$ , согласно X.Омoto и P.Rao [12], отвечают значениям тяжелого изотопа серы для неконтамированных

магм. Проанализированные сульфиды из скарновых залежей имеют этот показатель несколько выше — от -2,6 до +3,1 ‰ (табл. 3). Приведенные данные по гидротермальным сульфидам свидетельствуют о магматогенном источнике серы. Для второго рудного тела Файфановского месторождения проанализирован изотопный состав серы в пирите III генерации (рис. 6). От флюидоподводящего разлома в восточном направлении в рудном теле наблюдается закономерное изменение значений  $\delta^{34}\text{S}$  от +3,2 до -2,6 ‰, что, вероятно, связано с процессом фракционирования изотопов серы в системе флюид — минерал. Следует указать, что ранняя генерация золота, как и несколько повышенные значения  $\delta^{34}\text{S}$ , распространены вблизи сочленения флюидоподводящих Западного и Сквозного разломов (см. рис. 6).

В итоге остановимся на главных выводах:

гранитоиды юго-западного погружения Синюхинского массива, к которому приурочено одноименное рудное поле, относятся к I-типу слабо контамированных гранитов;

структура рудовмещающих толщ в восточной части рудного поля моноклинальная с пологими углами погружения на северо-запад, а для северной и северо-западной частей рудного поля характерно синформное строение;

процесс скарнообразования осуществлялся в 4 стадии, продукты которых определялись составом первичных пород. Ранние скарновые парагенезисы формировались при температурах 520—700°C и выше из высококонцентрированных безводных рассолов; наложенные метасоматиты кристаллизовались при температурах 230—450°C из высоководных хлоридно-углекислых растворов;

продуктивная золото-сульфидная минерализация отлагалась в стадию кислотного выщелачивания при температурах 200—300°C из растворов с низкой соленостью, не превышавшей 3,5 % NaCl;

самородное золото в рудных телах представлено двумя генерациями: ранней низкопробной (600—800) и поздней высокопробной (920—980);

соотношение изотопов серы сульфидов в рудных телах указывает на неконтаминированный мантийный магматический источник серы.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Бакшт Ф.Б., Запорожский Э.Ф. Опыт изучения структур Синюхинского рудного поля // Тр. СНИИГиМС. 1967. Вып. 44. С.195—199.
- Субмикроскопическое золото в сульфидах некоторых месторождений вкрашенных руд / Авторы: А.М.Гаврилов, А.Н.Плещаков, П.С.Бернштейн, С.М.Сандомирская // Сов.геология. 1982. № 8. С. 81—86.
- Гусев А.И. Интрузивный магматизм Синюхинского рудного поля // Геология и геофизика. 1994. № 11. С. 28—40.
- Демина Н.Н., Фридман И.Д., Дубинчик В.Г. О формах нахождения золота в углеродсодержащих прожилково-вкрашенных сульфидных рудах // Тр. ЦНИГРИ. 1981. Вып.157. С.36—40.
- Коробейников А.Ф., Миронов А.Г. Геохимия золота в эндогенных процессах и условия формирования золоторудных месторождений. — Новосибирск: Наука, 1992.
- Лузгин Б.Н. Скарнообразование и калиевый метасоматоз в Синюхинском рудном поле (Горный Алтай) // Изв. АН СССР. Сер. геол. 1987. № 3. С.24—35.
- Миронов А.Г., Таусон В.Л., Гелетий В.Ф. Металличность связи как фактор, обуславливающий вхождение золота в структуру сульфидных минералов // ДАН СССР. 1987. Т. 239. № 2. С. 447—449.
- Николаев С.С., Неверович Е.М. Золоторудные месторождения Синюхинского рудного поля в Горном Алтае // Тр. ЦНИГРИ. Вып. 3. 1958. С. 43—54.
- Ague J.I., Brimhall G.H. Regional variations in bulk chemistry, mineralogy, and the compositions of mafic and accessory minerals in the batholiths of California // Bull. Geol. Soc. Amer. 1988. Vol. 100. P. 891—911.
- Ettlinger A.D., Meinert L.D. Gold in the Soviet Union: A study of the Veseli Mine, Siniukhinskoe District, Siberia, USSR // Brit.Colum. Ministry of Energy, Mines and Petroleum Resources. Prof. Paper. 1990. P. 2—13.
- Leveille R.A., Newberry R.J., Bull K.F. An oxidation state — alkalinity diagram for discriminating some gold-favorable plutons: An empirical and phenomenological approach // Geol.Soc. America Abstracts with Programs. 1988. V.17. P.A142.
- Ohmoto H., Rye R.O. Isotopes of sulfur and carbon / In: Barnes H.L. (ed). Geochemistry of hydrothermal ore deposits. — John Wiley & Sons, New York. P. 509—567.
- Sibson R.H., McMoore J., Rankin R.H. Seismic pumping — a hydrothermal fluid transport mechanism // J.Geol. Soc. London. 1975. V.131. P. 653—659.

A.I.Gusev

### GEOLOGY AND GOLD-COPPER-SKARN ORES OF THE SINYUKHINSKOE ORE FIELD IN GORNY ALTAI

*The Siniukhinskoe ore field is situated in a supra-intrusive position in the southwestern plunge of the granitoid massif of the same name. On the east, the structure of host rocks is monocline, and on the north and north-west it is sinform. Infiltration-related skarns are predominant in the ore field. Mineral associations related to four metamorphic stages are distinguished. Early prograde skarns formed from water-free high-concentration solutions. Late retrograde mineral associations of some orebodies crystallized from mixed solutions of magmatic sources, with some material involved from host rocks. Sulfur isotope ratios in sulfides of orebodies point to mantle uncontaminated magmatogenic sulfur source. Gold was crystallized in the end of the sulfide stage in two generations.*

УДК (552.321+553.342.064) (571.15)

© А.И.Гусев, Н.И.Гусев, 1998

## ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ ЧОЙСКОГО РУДНОГО ПОЛЯ ГОРНОГО АЛТАЯ

А.И.ГУСЕВ (Горно-Алтайская ПСЭ), Н.И.ГУСЕВ (Южсибгеолком)

Продуктивная минерализация Чойского рудного поля, расположенного на северо-восточной периферии Синюхинского золото-медного рудного узла, включает: молибденит-шеелитовые скарны, стратиформное медно-цинк-золото-телеуродное, жильное кварц-золото-телеуродное и золото-телеуродное скарновое оруденение. Скарны и все типы руд пространственно связаны с гранитоидами и лампрофирами чойского магматического комплекса. Различные типы оруденения зонально распределены вокруг роя даек лампрофиров и контакта лейкогранитов пятой фазы чойского комплекса.

В Горном Алтае рудник "Веселый" разрабатывает Синюхинское золото-медно-скарновое месторождение. Ряд месторождений золото-скарнового типа также представляет несомненный практический интерес (Баяниха, Лог № 26, Ульменское, Майское). К их числу относится и Чойское месторождение. Выявлено оно в 1974 году А.В.Кривчиковым в процессе проведения геолого-структурных работ масштаба 1:50 000. В последующем на нем проведены поисковые и поисково-оценочные работы, но в литературе оно не получило должного освещения. В последнее время Чойское месторождение при-

влекает все более пристальное внимание практиков как возможный резерв рудника "Веселый", претендующего на получение сквозной лицензии на проведение геологоразведочных и эксплуатационных работ в Чойском рудном поле. В районе Чойского месторождения в период 1992—1995 гг. дополнительно выполнены поисково-оценочные работы на флангах, тематические исследования, геохимические и геофизические площадные работы. Полученные материалы значительно уточняют ранее сложившиеся представления о перспективах этого интересного объекта. В данной

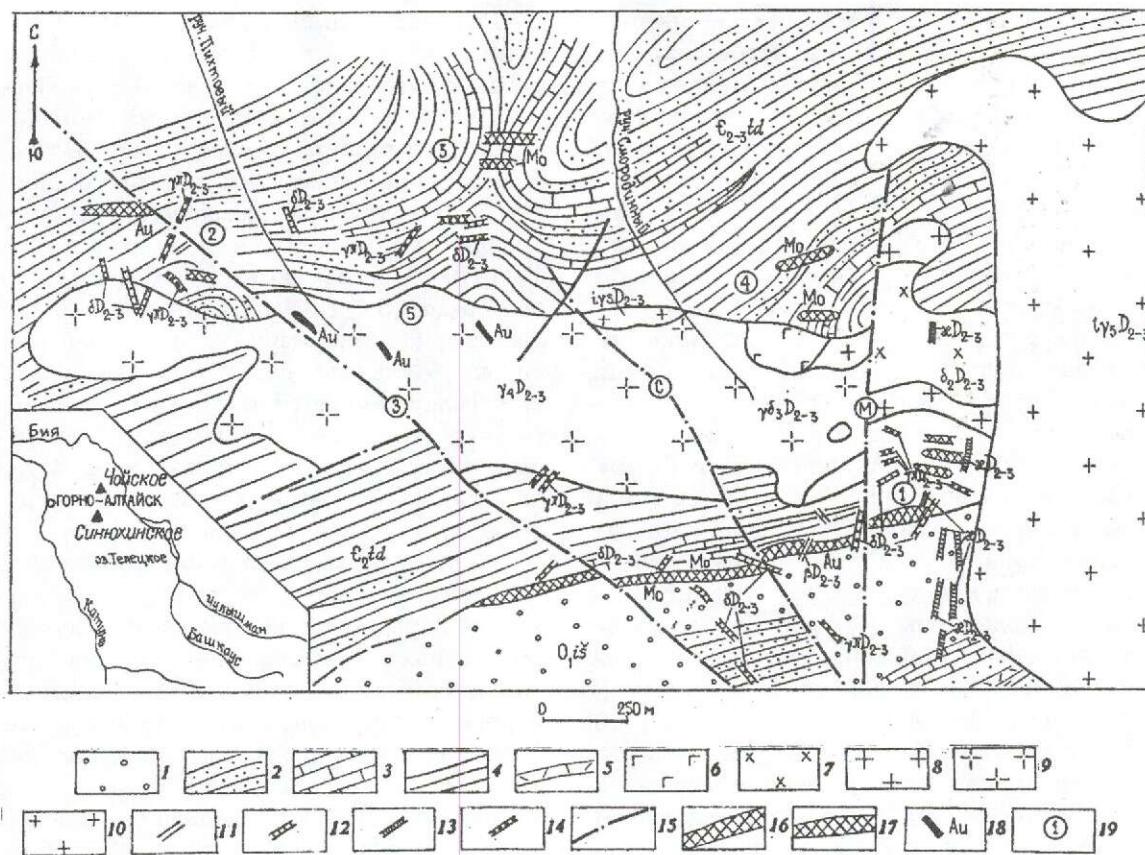


Рис. 1. Схематическая геологическая карта Чойского рудного поля (составлена авторами с учетом материалов Л.И.Шепеленко, Ю.И.Земцова, С.Г.Шушумкова).

Породы итшпинской (is) и тандошинской (td) свит: 1 — конгломераты; 2 — песчаники; 3 — известняки; 4 — алевролиты; 5 — туфы кислого состава; чойский интрузивный комплекс: 6 — габброиды I фазы; 7 — диориты, кварцевые диориты II фазы; 8 — гранодиориты III фазы; 9 — граниты IV фазы; 10 — лейкограниты V фазы; дайковая фация чойского комплекса: 11 — диабазы, долериты; 12 — диориты, кварцевые диориты; 13 — керсантиты, минетты и спессартиты; 14 — гранит-порфиры, гранодиорит-порфиры; 15 — разломы: З — Западный; С — Смородиновый; М — Мерициональный; 16 — скарны с доминирующим золото-теллуридным оруднением; 17 — скарны с преобладающим молибден-вольфрамовым оруднением; 18 — кварцевые жилы с золото-теллуридным оруднением; 19 — рудные участки: 1 — Центральной скарновой залежи; 2 — Пихтовый; 3 — Смородиновый; 4 — Северо-Восточный; 5 — Гранитный.

работе использованы результаты минерографических определений некоторых редких сульфотеллуридов и определения изотопов серы, выполненные в лаборатории ИГЕМ РАН (г.Москва), химические и спектральные анализы монофракций минералов, проведенные в Западно-Сибирском испытательном центре (г.Новокузнецк).

Чойское рудное поле локализовано на северо-восточной периферии Синюхинского рудного узла [2], в пределах Уйменско-Лебедской структурно-формационной зоны. Рудовмещающие породы представлены карбонатными и терригенными образо-

ваниями среднего кембрия и нижнего ордовика (рис. 1). Первые отнесены к тандошинской свите, которая сложена алевролитами, алевропесчаниками, глинистыми и песчанистыми известняками мощностью около 300 м. На тандошинской свите несогласно залегают отложения итшпинской свиты с мощным горизонтом конгломератов в основании. Выше разрез представлен прослоями грубозернистых кварцевых песчаников и алевролитов. В средней части разреза итшпинской свиты выявлены линзы кристаллокластических туфов кислого состава мощностью от 0,5 до 7 м. Ранее в стратотипе

тремадокских отложений туфогенных пород не отмечалось. Раннетремадокский возраст отложений подтверждается находками в шурфах на месторождении руково-дящих граптолитов (*Archaeodictyota aff. Dragunovi Obut et Sobolev*) и трилобитов (*Tropidopyge ishpensis Petrun.*, sp. nov., *Tropidopyge triangularis Petrun.*, sp. nov., *Pseudoacrocephalites ishpensis Petrun.*, sp. nov.). Общая мощность свиты 1,2 км.

Терригенно-карбонатные образования района интрудированы сложными по составу гранитоидами, объединенными в средне-верхнедевонский (по другим данным верхнедевонский) гранодиорит-лейкогранитовый комплекс [2, 3]. Абиссальные магматиты формировались в такой последовательности: 1) габброиды амфиболовые; 2) диориты, кварцевые диориты; 3) тоналиты, гранодиориты; 4) граниты. Заключительная фаза лейкогранитов и плагиолейкогранитов имеет гипабиссальный облик. В отличие от синюхинского комплекса [2, 3], в чойском значительный удельный вес имеют плагиолейкограниты. Вмещающие терригенные породы ороговикованы. По мере удаления от контакта Чойской интрузии происходит смена роговиков от пироксен-амфиболовых к биотитовым через амфибол-биотитовые. На участках более полого залегания кровли Чойской интрузии ороговикование пород развито на расстоянии до 750—800 м от контакта. Известные скарновые проявления рудного поля за пределы роговиков не выходят.

Чойский массив, преимущественно гранитоидный, сопровождается пестрым по составу дайковым комплексом. Анализ взаимных пересечений даек позволяет наметить следующую хронологическую последовательность: 1) диабазы и долериты; 2) диориты, кварцевые диориты; 3) спессартиты, керсантиты, минетты; 4) гранодиориты, граниты, лейкограниты. Основная масса лампрофиров образует густой рой между Восточным разломом и контактом гипабиссальной интрузии лейкогранитов (см. рис. 1). Изредка встречаются сложные дайки лампрофир-лейкогранитов. Среди лампрофиров нередко отмечается гетероморфизм в ряду керсантит-минетта с образованием промежуточных по составу пород между крайними членами.

Ранние дайки диабазов и диоритов доскарновые. Остальная часть комплекса даек внедрилась между гранитной и лейкогранитной фазами становления Чойской интрузии и является постскарновой. Повсеместно дайки пересекают и смещают скарны. В гранитных, лейкогранитных и лампрофировых дайках и в их экзоконтактах обнаруживается золото в количестве от следов до 1,5 г/т. Слюды заключительных фаз Чойской интрузии, а также даек гранитов, лейкогранитов, керсантитов и минетт обнаруживают повышенные концентрации золота, серебра, висмута и молибдена (табл. 1), указывая тем самым на возможный источник основных рудообразующих металлов.

Структура рудного поля относится к комбинированному типу, включающему многие определяющие признаки. Ведущую роль играют веерообразная система крутых флюидоподводящих сбросо-сдвигов и сбросов северо-западного, субмеридионального и меридионального направлений (см. рис. 1). Эта система разломов на Южном участке Центральной скарновой зоны сочетается с пологой поверхностью межформационного несогласия, а на севере участков Пихтового, Смородинового, Северо-Восточного — с куполовидной брахиантинклиналью, подрезаемой на юге Чойской интрузией.

Описанная система разломов пересекается с широтным Чойским разломом, залеченным одноименным интрузивным массивом. В целом этот разлом имеет латентный характер, как и Синюхинский разлом в одноименном рудном поле. Он проявлен в виде системы трещин, даек основного и среднего состава и скарновых залежей (см. рис. 1). Отдельные трещины этого разлома (ширина его более 0,5 км) являлись рудо-локализующими для скарновых залежей северных участков рудного поля.

В Чойском рудном поле проявлено сложное по составу и морфологическим особенностям оруденение: молибденит-шерлитовое скарновое, золото-теллуридное скарновое, кварц-золото-теллуридное жильное и медно-цинково-золото-теллуридное стратиформное.

**Золото-теллуридный скарновый тип оруденения** наиболее хорошо изучен в

**1. Содержание элементов-примесей в слюдах математических пород Чойского рудного поля (в г/т)**

Мине- ралы	Название пород	Mn	Ni	Co	Cu	Pb	Zn	Ag	Bi	Sn	V	Cr	As	Ba	Sr	Mo	Y	Yb	Be	Zr	Au	Ga	Ge
Био- тиг	Диорит-II Гранодиорит-III	1500 1700	30 35	10 20	5 12	100 150	100 80	1 0,5	— 10	12 5	5 10	— 3	2 5	30 30	30 10	10 15	— 0,1	5 0,1	10 20	10 5	— 20	5 0,2	1 2
	Гранит-IV	1800	30	15	10	3	100	100	0,5	—	5	3	5	25	15	5	20	5	20	30	30	3,5	5
	Лейкогранит-V	1400	50	30	15	5	12	300	250	3	1	5	20	10	5	15	10	5	20	30	50	5,0	5
	Фло- гонит	2100	30	20	10	3	10	500	750	10	1	5	15	10	3	100	30	35	20	20	60	4,5	7
Био- тиг	Лейкогранит-V	1950	40	50	35	10	15	500	700	15	2	10	20	10	10	300	30	20	20	60	4,5	7	2
	Минетта	2200	30	20	45	8	10	350	600	15	3	8	15	8	10	400	30	20	30	100	4,0	5	10
	Керсанит	3500	50	100	40	20	30	800	1500	20	5	10	50	10	10	200	30	10	30	80	5,0	5	5
	Лейкогранит- Керсанит- лейкогранит	2000	40	20	60	40	140	1000	1500	20	3	5	80	15	10	150	30	12	20	100	4,0	3	2

**При меч ани е .** Римскими цифрами обозначены фазы внедрения.

Чойском рудном поле. Самая крупная Центральная скарновая залежь приурочена к межформационному несогласию, осложненному трещиноватостью в плоскости контакта различных по литологическому составу свит (см. рис. 1). Скарны гранатовые, пироксен-гранатовые, гранат-волластонитовые с более редкими скалолитом, везувианом. Ретроградные скарновые изменения проявлены весьма интенсивно и выразились в окварцевании, хлоритизации, альбитизации, эпидотизации ранних скарновых ассоциаций. Залежь имеет пластообразную форму и мощность от нескольких метров до 24 м. Протяженность по простирианию более 1 км (см. рис. 1). Длина по падению варьирует от 400 м до более 1 км. Скарны относятся к инфильтрационному типу и обнаруживают зональное строение по простирианию. С востока на запад в скарновой залежи уменьшается количество граната, скалолита и увеличивается содержание волластонита, везувиана. Гранат по составу маложелезистый, близок к гроссуляру, пироксен же — высокожелезистый геденбергит (табл. 2). На диаграммах составов граната и пироксена чойские скарновые минералы (рис. 2), в отличие от синюхинских, тяготеют к гроссуляру и к геденбергиту соответственно, что в большей степени характерно для собственно золоторудных скарнов [12]. Синюхинские гранаты и пироксены обнаруживают двойственную природу, характерную как для медных, так и для золотых месторождений. В восточной части Центральной скарновой залежи сформировались Первое и Второе золоторудные тела. Локализуются они в средней части залежи. Наиболее богатое оруденение приурочено к участкам кварц-эпидотовых жил и прожилков, а также гнезд и метасоматитов по гранатовым скарнам. Местами отмечается вертикальная зональность рудной зоны: в нижней части обособляются пироксен-гранатовые скарны с гидрофаном; в средней, самой обогащенной части залежи, преобладают кварц-эпидотовые разности измененных скарнов с золотом и тетрадимитом. Состав тетрадимита (%): Bi — 59,34; Te — 33,97; S — 5,32; Se — 1,12. В кровле отмечаются альбит-хлоритовые ретроградно измененные гранатовые скарны со спорадическим золотом и тетра-

димитом. Форма рудного тела столбообразная, мощность его варьирует от 1 до 3,6 м, длина по простирианию составляет 70 м, по падению — 350 м. Содержания золота варьируют от 5 до 288 г/т, среднее содержание золота по рудному телу 23,2 г/т. Золото свободное, встречается в кварце в тесном парагенезисе с тетрадимитом и с более редкими хедлейтом, теллуровисмутитом и самородным висмутом. Размер золотин от 0,1 до 4 мм, подавляющее их число — в классе 0,071 мм. Проба золотин варьирует от 917 до 986. По технологической пробе она составляет 934. Основные примеси в золоте — медь, молибден, висмут, серебро. На выклиниках рудного тела отмечаются редкие мелкие выделения молибдошелита, шеелита, халькопирита, пирротина, сфалерита, общее количество которых не достигает 1 %. Золото присутствует в тонкодисперсной форме в кварце (до 58,7 г/т), гранате (до 4,8 г/т) и эпидоте (до 2,5 г/т). В тетрадимите по двум пробам содержания золота составляют 1500 и 1700 г/т (табл. 3).

Золото-теллуридное скарновое оруденение проявлено также на участке Пихтовом, приуроченном к Западному разлому (см. рис. 1). По ручью Пихтовому зафиксирован интенсивный поток рассеяния золота и тетрадимита. Поисковые работы в этой части рудного поля осложнены мощным чехлом четвертичных образований (более 20 м), однако здесь выявлена очень крупная и интенсивная вторичная аномалия золота и висмута, превосходящая по своим параметрам участок Первого рудного тела.

**Кварцево-жильное золото-теллуридное оруденение** присутствует в гранитоидах Чойского массива. В истоках ручьев Смородинового и Пихтового в вывалах обнаружены кварцевые жильные образования с несколькими генерациями  $\text{SiO}_2$ . В обломках кварца зафиксированы тетрадимит в ассоциации с видимым золотом. В тесном парагенезисе с последним ассоциируют алтант, жозеит-А и теллуровисмутит. В одной геохимической пробе с таким парагенезисом содержание золота составило 10,5 г/т. Этот участок, где предварительно намечены три жильные зоны, требует дальнейшего изучения.

**Стратиформное медно-цинково-золото-теллуридное оруденение** выявлено в

## 2. Химический состав скарновых минералов I генерации Чойского рудного поля

	Золото-теллуридное скарновое оруденение							Молибденит-шебелитовое скарновое оруденение		
	Гранат	Гранат	Гранат	Гранат	Гранат	Пироксен	Пироксен	Гранат	Гранат	Пироксен
SiO <sub>2</sub>	37,96	38,95	38,26	38,92	38,90	47,88	48,05	36,51	37,50	54,10
TiO <sub>2</sub>	0,85	0,84	0,78	0,80	0,81	0,15	0,52	0,13	0,20	0,22
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	16,30	15,27	16,10	15,30	15,30	2,65	1,85	1,90	1,85	0,70
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,35	1,40	1,37	1,41	1,42	2,05	3,07	1,80	1,76	0,50
FeO	7,01	6,95	7,02	6,96	6,98	23,47	22,50	24,03	24,78	2,70
CaO	35,65	35,16	35,58	35,20	35,15	23,31	22,10	33,40	33,50	25,12
MgO	0,26	0,28	0,30	0,27	0,28	0,20	0,30	0,10	0,11	16,50
MnO	0,57	0,58	0,60	0,59	0,57	0,30	1,05	0,06	0,08	0,52
Na <sub>2</sub> O	0,05	0,10	0,10	0,10	0,13	0,10	0,05	0,10	0,12	0,15
K <sub>2</sub> O	0,10	0,05	0,10	0,15	0,15	0,05	0,05	0,11	0,10	0,10
Сумма	99,83	99,58	100,21	99,70	99,69	100,16	99,54	98,14	100,00	100,61

Приложение. Химические анализы выполнены в Западно-Сибирском испытательном центре (г. Новокузнецк).

при контактовой части Чойского гранитного массива в междуречье левого и правого истоков ручья Смородинового. Здесь в керне ряда скважин в мраморах выявлены кварц-эпидот-кальцитовые метасоматиты с прожилками и жеодами пирита, пирротина, сфалерита и вкрапленностью халькопирита, тетрадимита, золота, самородного висмута. Мощность метасоматитов 10—15 м, протяженность более 160 м. Содержание золота в метасоматитах составляет 0,5—2,0 г/т, меди — 0,2—0,6 %, цинка — 0,5—1,5 %. Все сульфиды этого типа оруденения содержат золото, серебро и висмут (см. табл. 3). Подобное стратиформное оруденение в ассоциации со скарновыми месторождениями известно в Таджикистане, а также в рудных районах Грювазен и Хакансбода в Центральной Швеции [9, 10].

**Скарновое молибденит-шебелитовое оруденение** тяготеет к контактной части гипабиссальных лейкогранитов заключительной фазы чойского комплекса и разломной зоне, контролирующей рой лампрофировых даек (см. рис. 1). Пироксен-гранатовые скарны Северо-Восточного и Смородинового участков содержат несколько более ранний молибдошебелит в ассоциации с кварц-полевошпатовыми прожилками, гнездами, линзами и более поздние шебелит и молибденит, ассоциирующие с кварцем поздней генерации. В

этих скарнах золото встречается в парагенезисе с тетрадимитом в составе самых поздних прожилков кварц-эпидотового состава. Содержание золота в этих скарнах не превышает 0,5 г/т.

По некоторым типам описанного выше оруденения и вмещающим их магматическим образованиям проанализированы изотопы серы пиритов (табл. 4, рис. 3). Для пиритов характерен однородный состав изотопов серы с небольшими вариациями в гранитоидах, лампрофирах чойского комплекса, скарновых и жильных образованиях от +3,9 до -3,5 %. Соотношение изотопов серы позволяет предположить, что магматический источник, генерировавший оруденение Чойского рудного поля, был неконтаминированным. Кварц-пирит-халькопиритовые прожилки, обнаруженные в песчаниках ишшинской свиты на юге рудного поля, вероятно, связаны с другим источником. Соотношение изотопов серы в пиритах этих прожилков, по-видимому, свидетельствует о коровой контаминации.

В распределении описанных типов оруденения в рудном поле намечается определенная зональность. Скарновое молибденит-шебелитовое оруденение тяготеет к зоне разлома, контролирующего основной рой лампрофиров, располагающийся параллельно контакту заключительной фазы лейкогранитов чойского комплекса.

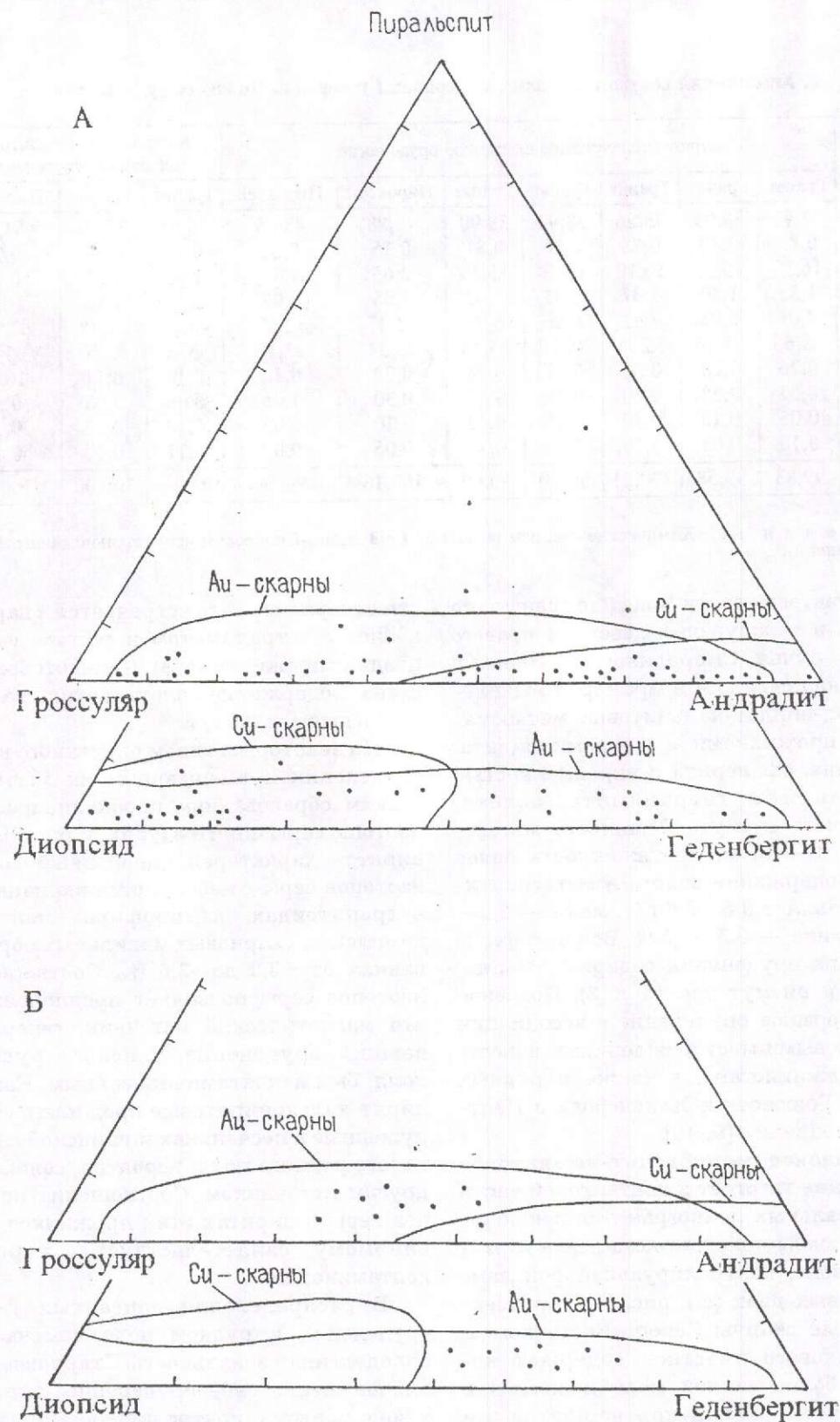


Рис. 2. Сравнение составов гранатов и пироксенов Синюхинского рудного узла с типичными составами этих минералов для рудоносных скарнов ( поля золотоносных и медных скарнов выделены по Л.Мейнерту [11]).

А — скарны Синюхинского рудного поля; Б — скарны Чойского рудного поля.

## 3. Содержание элементов-примесей в минералах Чойского рудного поля (в г/т)

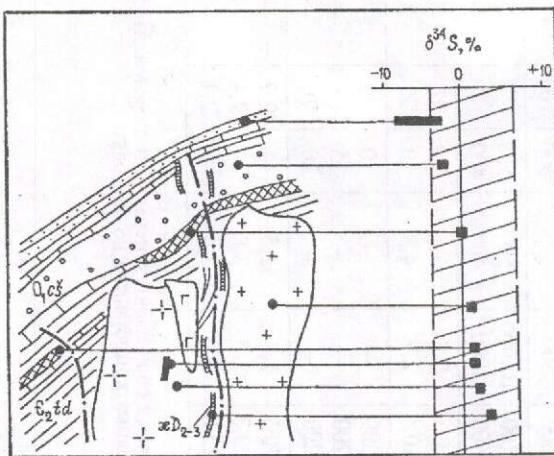
Минералы	Mn	Ni	Co	Cu	Pb	Zn	Ag	Bi	Cd	Zn	Sn	V	As	Ba	Mo	Se	Te	Zr	Ga	Ge	Au
пирит-II	500	100	200	600	1000	300	400	350	5	—	1	5	500	100	0,5	10	100	20	3	—	5
пирит-I колло-морфный	500	20	200	100	150	1000	100	10	—	3	3	200	—	—	20	10	30	50	3	3	3
пирит-III куби-ческий	300	40	200	600	4000	3000	100	3	100	—	1	5	1000	100	2	15	30	20	3	—2	8
халькопирит-I	100	3	100	50	5000	500	300	100	10	40	5	100	100	350	10	50	30	4	—	—	10
	150	5	120	70	100	70	380	150	15	20	4	—	100	—	12	60	—	—	—	—	20
пирротин-I	300	1000	1500	2000	1000	300	20	350	20	—	2	5	150	100	2	3	5	20	5	—	3
	400	200	30	60	1000	3000	50	3	500	—	1	5	100	300	3	2	4	20	5	—	4
	350	200	300	100	800	560	40	10	10	—	1,5	—	2000	300	—	2	5	—	—	—	5
сфалерит-I	5000	10	100	200	300	80	300	1500	5	3	20	100	1000	5	2	2	30	5	—	7	—
	5000	20	10	500	100	300	20	10 000	4	2	10	300	700	—	3	1	20	7	—	—	—
	3000	10	3	600	200	500	100	10 000	2	10	5	—	—	—	1	1,5	30	5	—	—	—
тетрадимит-I	5	1	3	100	10 000	500	500	—	—	—	—	—	—	—	100	1000	—	—	—	—	1000
	5	1	2	500	1000	400	400	—	—	—	—	—	—	—	200	1200	—	—	—	—	1700
молибдошеллит	10,3	2	3,5	5,0	0,5	3,5	5,3	10	5	—	—	—	—	—	10	40	0,5	10	—	2,5	—
	20,5	1,5	2,4	10,4	2,7	4,8	10	30	3	—	—	—	—	—	—	—	—	1,2	5,1	—	2
золото	—	—	—	300	—	—	10	50	—	—	—	—	—	—	1000	—	—	—	—	—	—
	—	—	—	200	—	—	15	100	—	—	—	—	—	—	150	—	—	—	—	—	—
	—	—	—	200	—	—	20	70	—	—	—	—	—	—	200	—	—	—	—	—	—
кварц-III	2,5	0,5	0,3	20,7	1,8	2,5	—	2,7	—	—	—	0,3	0,5	—	0,2	—	—	17,51	18,5	—	38,4
	2,0	0,6	0,8	10,3	2,5	3,8	—	2,4	—	—	—	—	0,1	—	0,3	—	—	0,3	15,8	—	42,5
	1,0	0,5	0,5	15,8	3,7	2,4	—	2,1	—	—	—	0,2	0,5	—	0,3	—	—	8,5	20,4	—	58,7

Признаки и обозначены генерации минералов. Анализы выполнены в Западно-Сибирском испытательном центре количественным спектральным методом. Содержания основных компонентов не приводятся.

#### 4. Изотопные соотношения серы в пиритах различных геологических образований Чойского рудного поля

Геологические образования, из которых отбирался пирит	$\delta^{34}\text{S}$ (‰)
Кварц-пирит-халькопиритовые прожилки	-2,2 -6,8 -9,1
Кварц-пирит-эпидотовые прожилки	-1,9 -3,5
Гранат-пироксен-шшелитовые скарны с Au	+0,4
Гранат-пироксеновые скарны с шеелитом, молибденитом	-0,3 +0,5
Гранат-волластонитовый скарн с Au	+1,9
Сульфидная вкрапленность в кварц-эпидотовых жилах с Au	+1,7 +0,6
Сульфидная вкрапленность в лейкогранитах	+2,0 +0,6
Сульфидная вкрапленность в гранитах	+3,0 +2,5 +2,1
Сульфидная вкрапленность в дайке керсантита	+3,9
Сульфидная вкрапленность в дайке минетты	+2,8

При меч ани е . Анализы выполнены на масс-спектрометре лаборатории ИГЕМ (г.Москва).



**Рис. 3.** Распределение изотопов серы пирита в различных геологических образованиях Чойского рудного поля (заштриховано поле неконтаминированных магм по X.Омото [13]).

Остальные усл. обозн. см. на рис. 1.

В плане оно имеет конусовидную форму с расширением на север. Золото-теллуридно-скарновое и жильное кварц-золототеллуридное оруденение локализуются в юг-юго-западной полосе, асимметрично обрамляя вышеуказанный конус только с запада. Ориентировка вектора

зональности оруденения с ССВ на ЮОЗ рассматривается относительно стволовой зоны, контролировавшей основной рой лампрофиров и внедрение лейкогранитов заключительной фазы чайского комплекса. С термодинамических позиций выявленная зональность отвечает изменению минералого-геохимических параметров обобщенной скарново-рудной модели и может классифицироваться как зональность I типа по А.А.Маракушеву [6]. По этой модели с переходом от внутренних зон к внешним металлы в скарнах сменяют друг друга в последовательности нарастания их щелочных свойств. С возрастанием последних у металлов повышается миграционная способность в катионной форме [6]. Аналогичная зональность, но с более широким спектром оруденения, описана на уникальных по масштабам оруденения скарновых объектах, таких как Тырныауз (Северный Кавказ), Кэрр Форк (Бингем, США), Хедли (Британская Колумбия), Фортитьюд (Невада, США). Характерно, что в Тырныаузском рудном поле золото-титано-луридно-скарновое оруденение также распространено за контуром основной молибденит-шеелитовой минерализации.

ции. Примечательно, что в эпицентре зональности Тырныаузского рудного поля располагаются лейкограниты заключительной фазы тырныаузского комплекса [4].

Золото-теллуридно-скарновое оруденение Чойского рудного поля имеет специфические черты минерального состава, обусловленные особенностями рудопродуктивного магматизма. Это малосульфидный тип золотого оруденения, который не нашел пока отражения в классификациях и моделях золотоносных скарнов [1, 5, 7, 11].

Чойское золото-теллуридно-скарновое месторождение не уникально для Горного Алтая. Таким же по составу является месторождение Лог 26. Оруденение этого типа имеет самостоятельное как формационное, так и промышленно-генетическое значение в Тырныаузском, Сангутидонском, Мидаграбинском рудных полях на Северном Кавказе [4, 8].

В связи с высокими концентрациями золота в гранате, кварце, эпидоте и низкими концентрациями сульфидов, руды Чойского месторождения пригодны для кучного выщелачивания.

Таким образом, основные выводы про-деланной работы сводятся к следующему:

в Чойском рудном поле проявлены различные по составу и морфологии типы оруденения: золото-теллуридно-скарновый, кварцево-жильный золото-теллуридный, скарновый молибден-шеелитовый;

структуря рудного поля имеет комбинированный характер и включает узел пересечения разнонаправленных разломов, контактевые поверхности интрузивов, межформационные несогласия, брахиформную складку;

имеются геохимические признаки связи рудопродуктивного магматизма и оруденения. Биотиты поздних фаз чойского комплекса и даек лампрофиров содержат в повышенных концентрациях весь комплекс металлов профирирующего оруденения (золото, висмут, молибден, вольфрам, серебро);

в рудном поле выявляется зональность в распространении молибден-вольфрамового и золото-теллуридного оруденения, которая проявляется относительно роя даек лампрофиров и контакта лейкогра-

нов титаномагнетитовых пород в зоне заключительной фазы чойского комплекса;

скарновый золото-теллуридный тип оруденения имеет самостоятельное формационное значение и распространен не только в Горном Алтае, но и в других регионах (Северный Кавказ).

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Вахрушев В.А. Минералогия, геохимия и образование месторождений скарново-золоторудной формации. — Новосибирск: Наука, 1972.
2. Гусев А.И. Интрузивный магматизм Синюхинского золоторудного узла // Геология и геофизика. 1994. № 11. С. 28—40.
3. Гусев А.И. Металлогенез коренного золота Горного Алтая / Золото Алтая: история и современность. — Барнаул: Изд. Алтайского госуниверситета, 1995. С. 141—146.
4. Докучаев А.Я. Зональность, генезис и минералогико-геохимические особенности золото-редкометального оруденения Центрального Кавказа. Автореф. дисс. к.г.м.-н. Тбилиси, 1991.
5. Коробейников А.Ф. Условия концентрации золота в палеозойских орогенах. — Новосибирск: Наука, 1987.
6. Маракушев А.А. Термодинамические факторы образования рудной зональности / Прогнозирование скрытого оруденения на основе зональности гидротермальных месторождений. — М.: Наука, 1972. С. 27—33.
7. Шабынин Л.И. Рудные месторождения в формации магнезиальных скарнов. — М.: Недра, 1974.
8. Энна Н.Л. Петрохимические, геохимические и металлогенические особенности пород теплинского комплекса / Тезисы докладов 7 краевой конференции по геологии и полезным ископаемым Северного Кавказа. — Ессентуки: Изд. Северо-Кавказского управления научно-технического об-ва, 1991. С. 159—161.
9. Carlon C.J., Bleeker W. The geology and structural setting of the Hakansboda Cu-Co-As-Sb-Bi-Au deposit and associated Pb-Zn-Cu-Ag-Sb mineralisation, Bergslagen, Central Sweden // Geologie en Mijnbouw, 1988. V. 67. P. 279—292.
10. Hellingwerf R.H. Paragenetic zoning and genesis of the Cu-Zn-Fe-Pb-As sulfide skarn ores in the Proterozoic Rift Basin. Gruvassen. Western Bergslagen. Sweden // Econom. Geol. 1984. V. 79. P. 696—715.
11. Meinert L.D. Skarns and Skarn Deposits // Ore Deposits Models. Geoscience Canada Reprint Series G, 1993. P. 117—134.
12. Meinert L.D. Igneous petrogenesis and skarn deposits // Mineral Deposit Modeling. Newfoundland, 1995. P. 569—584.
13. Ohmoto H., Rye R.O. Isotopes of Sulfur and Carbon / H.L. Barnes (ed.). "Geochemistry of hydrothermal ore deposits". John Wiley, Sons, New York, 1979. P. 509—567.

A.I.Gusev, N.I.Gusev

### GEOLOGICAL STRUCTURE OF THE CHOISKOYE ORE FIELD, GORNY ALTAI

*The Choiskoye ore field is situated at the northeastern margin of the Sinyukhinsky Au-Cu ore node. Its productive mineralization includes molybdenite-scheelite skarns, stratiform Cu-Zn-Au-telluride deposits, gold-quartz-telluride veins and gold-telluride skarns. Skarns and all types of ores are spatially related to granites and lamprophyres of the Choisky magmatic complex. Different types of ores are distributed in a zoned fashion around the lamprophyre dike swarm and close to the contact of leucogranites of the fifth phase of the Choisky complex.*

УДК 553.342.064.3:550.8 (571.15)

© Н.П.Бедарев, А.И.Гусев, 1998

## ГЕОЛОГИЯ И ЗОЛОТОНОСНОСТЬ ТОПОЛЬНИНСКОГО РУДНОГО ПОЛЯ ГОРНОГО АЛТАЯ

Н.П.БЕДАРЕВ, А.И.ГУСЕВ (Горно-Алтайская ПСЭ)

В Топольнинском рудном поле выделены две рудно-магматические системы, различающиеся составом проявленных в них магматитов и характером продуктивной минерализации, наложенной на скарны. Рудные тела формировались в четыре стадии гидротермального цикла. Золото концентрировалось в конце четвертой стадии. Значительные масштабы рудной минерализации определяют промышленную перспективность месторождений Топольнинского рудного поля.

Топольнинское рудное поле локализуется в пределах Ануйско-Чуйской структурно-формационной зоны. Контролируется оно сопряженными системами разломов СВ и СЗ ориентировок. Первая из них отвечает крупной зоне вязкого Сарасино-Инского разлома, отмечаемого в геофизических полях и траассируемого дайковыми сериями. Ширина этой зоны несколько десятков километров, протяженность более 500 км. В местах пересечения этой структуры разломами СЗ и субмеридиональной ориентировкой локализуются разновозрастные интрузивные образования и связанные с ними золоторудные объекты (с юго-запада на северо-восток: Башелакский рудный узел, Топольнинское, Баранчинское, Лысухинское рудные поля). Топольнинское рудное поле в пределах описываемой Сарасино-Инской зоны приурочено к поперечной Караминской зоне разлома СЗ ориентиров-

ки, контролирующей положение Топольнинской и Мало-Топольнинской интрузий. В контактах указанных массивов (размером  $4,5 \times 2$  и  $2,5 \times 1,5$  км соответственно) сформированы скарновые образования с разнообразной наложенной продуктивной минерализацией (рис. 1).

Внедрение вышеупомянутых интрузий произошло в весьма благоприятные для скарнирования карбонатно-терригенные и карбонатные образования полатинской ( $S_1$  pl) и камышенской ( $D_1$  km) свит (см. рис. 1). Разрез более древней полатинской свиты имеет двучленное строение. Нижняя часть сложена органогенными массивными пелитоморфными известняками, реже — органогенно-обломочными слоистыми известняками с примесью глинистого материала. Мощность известняков достигает 150 м. Верхняя часть полатинской свиты существенно терригенная: алевроли-

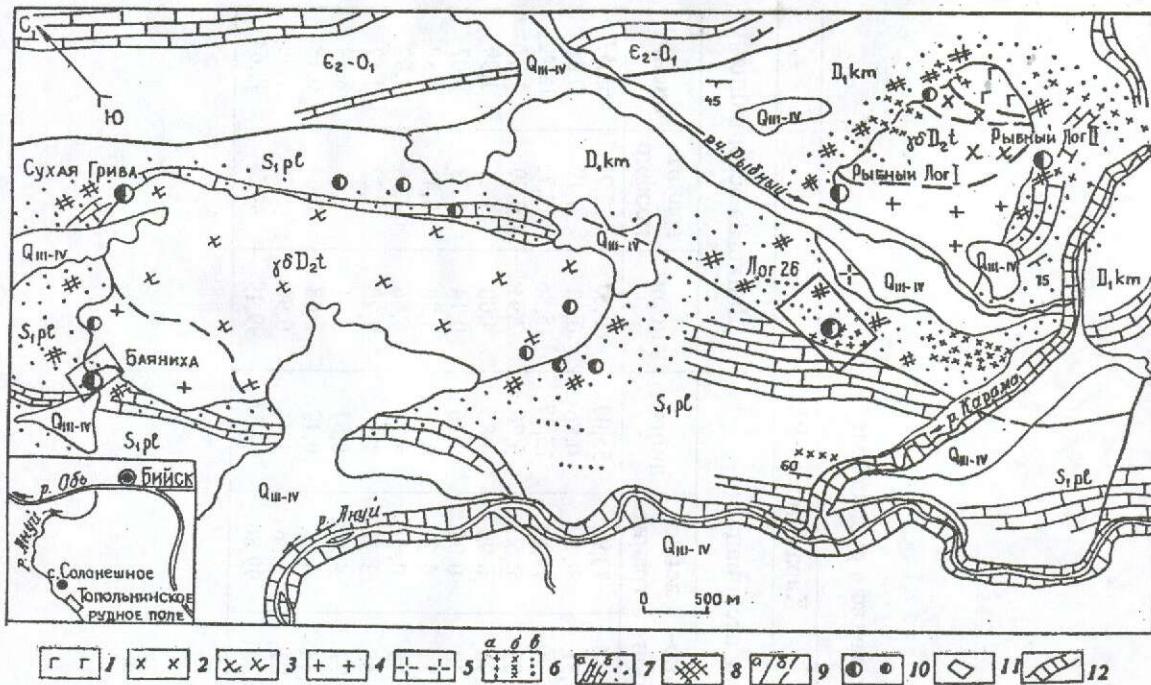


Рис. 1. Схема размещения карбонатных горизонтов и скарнированных пород в пределах Топольниковского рудного поля. Масштаб 1:50 000.

1 — габбро; 2 — диориты; 3 — гранодиориты; 4 — граниты; 5 — лейкограниты; 6 — дайки: а — микрогоанитов, б — гранит-порфиров, в — диабазов; 7 — откартированные породы: а — пачки известняков, б — поля роговиков; 8 — скарны и скарнированные породы; 9 — контакты: а — тектонические, б — фациальные; 10 — золоторудные месторождения и проявления; 11 — участки детальных работ; 12 — аллювиальные россыпи золота.

ты, аргиллиты и песчаники, в разной степени известковистые. Перекрывающая ее камышенская свита сложена преимущественно алевролитами, аргиллитами и песчаниками с линзовидными прослоями глинистых известняков. Местами в песчаниках отмечается примесь туфогенного материала.

Породы смяты в крупную Топольниковскую синклиналь СЗ ориентировки, ядерная часть которой интрузирована гранитоидами. В районе месторождения Лог 26 синклиналь осложнена разломом, а рудовмещающие породы вдоль него развернуты и имеют простижение в восточных румбах. Терригенные породы вблизи контактов с интрузиями ороговикованы с образованием спилозитов и десмозитов, а известняки превращены в мрамора. Ширина зон ороговикования в зависимости от положения кровли интрузивов варьирует от 0,5 до 2 км.

Небольшие по размерам интрузивы в рудном поле существенно различаются по

составу, что отражается и в создаваемых ими магнитных полях. В пределах рудного поля с учетом этого рассматриваются две рудно-магматические системы (РМС): Топольниковская и Караминская, химические составы типичных петрографических разностей пород которых приведены в табл. 1. Мало-Топольниковская интрузия (Караминская РМС), в отличие от Топольниковой, характеризуется очень высокими значениями магнитных характеристик, вероятно, вызванных наличием в ее составе габроидов и диоритов.

Топольниковская интрузия сложена преимущественно гранодиоритами, развитыми в центре массива, и подчиненными им гранитами, слагающими его периферию. Обе фазы гранитоидов представлены биотит-рого-обманковыми разностями, имеющими порфировое строение. В районе месторождений Баяника и Сухая Грива Топольниковский массив имеет пологое погружение (50—60° на север) и сопровождается серией даек, по

1. Химический состав интрузивных образований Топольниковского рудного поля

Компоненты	Топольниковская РМС				Караминская РМС				Дайковая ассоциация			
	Плутоническая ассоциация		Дайковая ассоциация		Плутоническая ассоциация		Дайковая ассоциация		Плутоническая ассоциация		Дайковая ассоциация	
	грано-диорит	гранит	гранит	диорит	габбро	диорит	диорит	лейко-гранит	диорит	диорит	диорит-порфир	сиенит
SiO <sub>2</sub>	64,70	71,07	71,17	55,03	72,69	51,83	55,13	65,84	73,08	55,03	60,53	58,57
TiO <sub>2</sub>	0,59	0,37	0,31	0,85	0,19	1,10	0,84	0,51	0,11	0,86	0,60	0,83
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	15,50	14,07	13,62	15,87	12,68	17,10	15,78	15,20	14,54	15,87	15,86	12,75
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,95	1,53	1,01	3,58	0,98	4,03	3,60	1,03	0,58	3,70	2,91	1,37
FeO	3,90	2,02	2,53	4,97	1,20	6,20	4,98	2,96	0,98	4,85	4,00	1,21
MnO	0,09	0,12	0,10	0,16	0,08	0,16	0,16	0,10	0,06	0,16	0,14	0,08
MgO	1,62	0,85	0,67	6,08	0,45	4,92	6,18	1,71	0,23	6,08	3,24	0,41
CaO	4,90	2,18	1,92	8,74	1,94	8,40	8,81	4,85	0,49	8,74	6,66	1,98
Na <sub>2</sub> O	3,50	3,04	3,13	1,90	3,12	3,30	1,90	3,65	3,97	1,90	2,25	3,22
K <sub>2</sub> O	2,70	2,77	3,71	0,81	4,71	0,75	0,85	2,77	4,20	0,81	2,01	4,75
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,11	0,07	0,06	0,11	0,03	0,18	0,03	0,18	0,06	0,12	0,03	0,04
П.п.п.	1,10	1,12	1,58	1,46	1,40	2,25	1,46	1,21	1,56	1,46	0,96	1,25
Сумма	99,66	99,21	99,81	99,56	99,47	100,22	99,72	100,01	99,86	99,57	99,58	99,64

Приимечание. Анализы выполнены в лаборатории ОИГГМ СО РАН (г. Новосибирск).

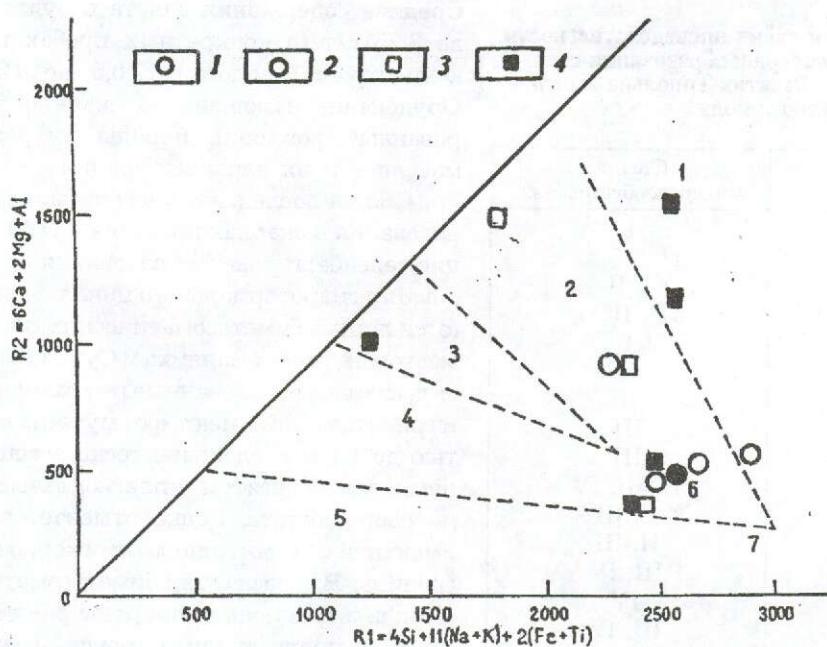


Рис. 2. Диаграмма  $R_1$ - $R_2$  (по Batchelor, Bowden, 1985) для гранитоидов Топольнинского рудного поля.

Гранитоиды ассоциаций: 1 — плутонической, 2 — дайковой Топольнинской РМС; 3 — плутонической, 4 — дайковой Караминской РМС. Поля гранитоидов по Р.Батчелору и П.Боудену: 1 — мантийного фракционирования, 2 — доплитной коллизии, 3 — постколлизионного воздымания, 4 — позднеорогенные, 5 — анорогенные, 6 — синколлизионные, 7 — посторогенные.

составу варьирующих от диорита до гранит-порфира. По химическому составу это известково-щелочные гранитоиды нормальной щелочности при некотором преобладании натрия над калием и обратными соотношениями этих элементов в отдельных дайковых породах с повышенным содержанием  $SiO_2$  (см. табл. 1).

Мало-Топольнинский массив имеет также зональное строение. Габброиды и диориты развиты в СВ части интрузива. Граниты и лейкограниты порфирового сложения локализованы в ЮЗ оконечности массива. В этой части кровля интрузивного тела полого погружается на север и запад под углами 40—50° и насыщена роем даек, среди которых диабазы, диориты, кварцевые диориты, гранодиориты, граниты, лейкограниты, сиениты и гранофиро-сферолитовые лейкограниты (умеренно щелочные). Весь комплекс даек имеет порфировое строение. Набор темноцветных минералов в породах меняется от роговой обманки к ассоциации биотита с роговой обманкой и к двуслюдяному и мусковитовому разностям в наиболее кремнекислых и умеренно щелоч-

ных дифференциатах. Такая тенденция смены минералов связана с тем, что на заключительных фазах образования плутонической и дайковой ассоциаций, вероятно, произошло смешение (глубинный гибридизм) магм различного состава. Характерно, что в кварцевых порфирах заключительной фазы Мало-Топольнинского массива гибридизм подтверждается быстрой сменой роговой обманки или биотита мусковитом в пределах одного обнаружения. Наблюдается эволюция химического состава магматитов от известково-щелочных разностей к умеренно щелочным и щелочным на заключительных фазах образования интрузивных массивов и даек. Судя по некоторым дайковым образованиям, глубинный гибридизм предположительно произошел в результате смешения известково-щелочной магмы нормальной щелочности и, возможно, латитовой повышенной щелочности. На диаграмме  $R_1$ - $R_2$  (рис. 2) наибольшее число фигуративных точек попадает в поле синколлизионных гранитоидов, часть — в поле мантийного фрак-

**2. Парагенетическая схема последовательности эндогенного минералообразования в скарноворудных объектах Топольнинского рудного поля**

Минералы	Стадии минералообразования
Геденбергит	I
Плагиоклаз	I
Диопсид	I, II
Гранат	I*, II**
Магнетит	I
Волластонит	II
Везувиан	II
Активолит	III
Тремолит	III
Эпидот	II, III, IV
Кварц	II, III
Альбит	II, III
Пирит	III, IV
Халькопирит	IV
Борнит	III, IV
Халькоzin	IV
Тетраэдрит	IV
Сфалерит	IV
Алтайт	IV
Тетрадимит	IV
Золото	IV

\* — гроссуляр, \*\* — андрадит

ционирования и единичные точки — в поля предплитной коллизии и постколлизионного воздымания. Возможно, что такой разброс на анализируемой диаграмме и вызван смешением магм различной щелочности с заимствованием корового материала и образованием гибридных пород.

В Топольнинском рудном поле скарны имеют биметасоматическую и инфильтрационную природу, последние преобладают. Мощности скарновых линз и залежей варьируют от 3 до 50 м, протяженность по простиранию — от 150 до 800 м, общая мощность поля скарнированных пород в западном экзоконтакте Мало-Топольнинского массива достигает 500—1000 м. Золоторудная минерализация в виде самородного золота установлена по всему разрезу скарнированных пород, наиболее концентрированное оруднение локализовано на месторождении Лог 26 в тектонических ловушках. На месторождении Баянхиха рудные тела длиной от 150 до 700 м и мощностью от 1 до 13 м залегают в максимально скарнированных пачках пород.

Средние содержания золота в рудах от 1,0 до 7,25 г/т (в конкретных пробах разброс концентраций золота от 0,5 до 120 г/т). Оруднение наложено на скарны, скарнированные роговики, породы интрузивных массивов и их дайковые фации.

Общая последовательность минералообразования в скарнах показана в табл. 2. Ранние геденбергитовые образования — первая стадия гидротермального цикла — встречаются лишь в биметасоматических скарнах на месторождениях Баянхиха и Сухая Грива. Это эндоскарны, образованные по гранодиоритам и гранитам. Они имеют форму линз мощностью до 1,1 м и сложены тесно ассоциирующими геденбергитом и плагиоклазом лабрадорового состава. Редко отмечается кварц, имеющий с этими минералами коррозионные границы. В экзоскарнах биметасоматической и инфильтрационной природы ранний парагенезис представлен пироксен-гранатовой ассоциацией, тяготеющей к карбонатным образованиям рудовмещающих пород. Это массивные линзы мощностью от 0,3 до 15 м, протяженностью в несколько сотен метров. Такой парагенезис является преобладающим в скарнах. Ранний гранат представлен гроссуляром, а клинопироксен — диопсидом. Местами в этой ассоциации отмечается вкрапленность и гнезда магнетита.

Вторая стадия гидротермального цикла представлена большим числом минералов, образовавшихся в результате метасоматических изменений ранней ассоциации. Как правило, они слагают прожилки, линзы и гнезда среди ранних скарновых парагенезисов. Здесь различается несколько ассоциаций. На участках гранат-пироксеновых скарнов появляются новообразования граната-II андрадитового ряда и диопсида-II желтого и розового цветов. Гранат-II, как правило, идиоморфен и имеет зональное строение с аномальными оптическими характеристиками. Размеры выделений такого граната от 0,5 до 2 см. Нередко он имеет коричневато-оранжевый цвет. Другая ассоциация пространственно смешена к области развития карбонатных пород и представлена волластонитом, реже везувианом. В стратиформных залежах инфильтрационной природы зональность скарновых тел может быть проявлена относительно одного или нескольких магматических флюидоподводящих каналов [2]. В Тополь-

нинском рудном поле на всех месторождениях реализован первый вариант. Проявлением такой зональности можно считать положение волластонита и везувиана в краевой фации скарновых зон по латерали, как это установлено нами ранее для месторождений Баяниха, Сухая Грива, Синюхинского и других [1].

*Третья стадия гидротермального цикла* включает две ассоциации: актинолит-тремолитовую и кварц-альбит-эпидотовую с пиритом. Они встречаются в виде прожилков и гнезд среди ранее отложенных скарновых агрегатов и постскарновых метасоматических образований, а также среди ороговикованных алюмосиликатных и карбонатных пород далеко за пределами скарнов. Продуктивная минерализация (*четвертая стадия гидротермального цикла*) формировалась после внедрения даек гранодиорит-порфиров и гранит-порфиров в Топольнинской РМС и даек сиенитов, гранофиро-сферолитовых лейкогранитов и умеренно щелочных лейкогранитов (преимущественно гибридных пород) в Караминской РМС. На эти дайки наложена альбит-кварц-эпидотовая ассоциация третьей стадии и минеральные агрегаты четвертой стадии. Преобладает в последней кварц III и IV генераций, несущий сульфидную минерализацию, которая представлена борнитом, халькопиритом, халькозином, ковеллином, тетраэдритом, тетрадимитом, алтайитом, сфалеритом и пиритом. Борнит наблюдается в виде ксеноморфных выделений, выполняющих пустоты в скарнах, часто в срастаниях с теннантитом и ковеллином. Нередко борнит с халькопиритом образуют структуры распада твердого раствора. По периферии борнит замещается каёмками халькозина с расплывчатыми, зазубренными границами между зернами минералов. Ковеллин присутствует в небольшом количестве в виде табличек, развивающихся вдоль спайности халькозина или образует в нем радиально-лучистые агрегаты. Изредка встречаются теннантит в виде выделений неправильной формы и коротких жилок и алтайит(?) в единичных мелких зернах и их агрегатах. Последний образует вкрапленность в борните и теннантите. Золото откладывалось в конце этой стадии. Размеры золотин колеблются от 0,05 до 0,6 мм. Форма их пластинчатая, редко — октаэдрическая. Иногда золото отмечается

в блеклой руде в виде единичных ксеноморфных зерен и тонких пластинок размером 0,006 мм.

В целом намечается три основные ассоциации золота с рудными минералами. В Топольнинской РМС самородное золото встречается в ассоциации с халькопиритом, борнитом и халькозином в тесном парагенезисе с алтайитом и тетрадимитом. Общее содержание сульфидов в рудах — от 5 до 17 %. В Караминской РМС золото откладывалось в двух ассоциациях: бессульфидной и малосульфидной. Первая проявлена на месторождении Лог 26, где золото распространено без сопутствующих рудных минералов и лишь изредка встречается совместно с тетрадимитом, содержание которого в рудах едва достигает 0,5 %. Малосульфидная ассоциация фиксируется на проявлениях Рыбный Лог 1 и Рыбный Лог 2, где золото ассоциирует со сфалеритом и тетраэдритом, реже с халькопиритом. Общее количество сульфидов в этой ассоциации не превышает 1—2 %.

Содержания элементов-примесей в рудных минералах приведены в табл. 3. Следует отметить, что в пирите I генерации Караминской РМС, в отличие от пирита I генерации Топольнинской РМС, наблюдаются заметно большие количества мышьяка, свинца, цинка, висмута, а также и золота. Последнее в самых высоких концентрациях зафиксировано в тетрадимите из руд обеих РМС. Из других минералов, содержащих золото в тонкодисперсной форме, следует отметить борнит.

Единичные определения соотношений изотопов серы в сульфидах описываемых РМС дают незначительные отклонения от метеоритного стандарта. Для месторождения Баяниха в пирите II генерации  $\delta^{34}\text{S}$  (‰) составляет +3,6, в борните — от +2,7 до +3,1. Пирит II генерации месторождения Лог 26 имеет более низкие содержания тяжелого изотопа серы и  $\delta^{34}\text{S}$  (‰) колеблется от -1,2 до -2,2. Такие характеристики соотношений изотопов серы позволяют предположить ее мантийный источник, характерный для неконтаминированных мантийных магм [3].

Помимо золота в рудных телах Топольнинской РМС промышленное значение имеют медь, серебро и висмут. В Карамин-

3. Содержания элементов-примесей в рудных минералах Топольниковского рудного поля (в г/т)

Минералы	Mn	Ni	Co	Cu	Pb	Zn	Ag	Bi	Cd	In	Sn	Sb	V	Cr	As	Ba	Mo	W	Be	Zr	Ga	Ge	B	Au		
Топольниковская РМС																										
Халькопирит	80	0,15	2	—	0,5	80	50	0,5	—	—	0,3	—	—	—	—	—	1,5	0,5	—	—	0,3	—	0,1	—		
	200	4	80	—	2	20	20	6	—	—	0,2	—	—	—	—	—	50	0,2	0,5	—	—	0,6	0,4	20	5	
Борнит	200	5	3	—	100	20	100	—	—	—	1,5	80	1	1,5	—	—	2	—	0,1	—	0,5	—	0,5	—	150	80
Пирит-I	150	4	3	—	15	20	100	—	—	—	0,8	2	1	1,5	—	—	15	1	0,5	—	—	0,6	—	—	10	30
Магнетит	700	4	5	40	10	100	10	10	0,5	0,1	3	5	10	8	10	10	5	3	0,3	—	10	2	1	3	0,3	
Тетрадимит	100	10	15	200	15	100	0,5	5	—	—	0,8	0,5	10	15	3	10	—	—	0,1	5	0,5	0,1	—	—	0,3	
Пирит	40	1	2	100	600	10	100	—	—	—	0,1	0,2	1	3	20	10	8	10	—	5	0,2	—	—	—	2500	
	500	3	4	20	5	70	15	8	0,1	0,2	1	3	20	10	8	10	3	1	0,2	5	1	1	2	0,5		
Караминская РМС																										
Пирит-I	1000	10	15	500	300	200	50	—	—	2	10	20	5	150	5	50	3	0,5	15	2	3	5	20	—	—	
	600	1,5	2	—	500	350	30	20	15	0,2	0,3	5	30	10	80	15	15	1	0,3	15	10	15	3	2	—	
	800	3	10	3	150	800	10	30	10	2	1,5	3	10	15	60	10	10	15	0,5	50	5	3	10	100	—	
Сфалерит	1000	0,2	10	1	0,8	—	6	6	60	1	0,5	—	1	1	—	—	0,15	8	—	—	20	0,3	1,5	0,5	—	
Тетрадимит	1000	0,5	15	5	10	—	50	15	100	0,5	0,5	1	2	3	2	—	0,3	10	—	70	—	—	30	0,5	2	
	60	2	3	150	800	100	500	—	—	—	—	—	—	10	—	—	10	—	—	—	—	—	—	—	1800	

П р и м е ч а н и е . Анализы выполнены количественным спектральным методом в лаборатории ОИГиМ СО РАН (г. Новосибирск).

ской РМС на участке Рыбный Лог 1 кроме золота зафиксированы высокие содержания цинка.

В Топольниковом рудном поле кроме скарнов встречаются кварцевые жилы и зоны березитизации, содержащие золото. Вблизи месторождения Баянхиха среди гранитов Топольниковской интрузии выявлена субмеридиональная кварцевая жила мощностью до 1,3 м и протяженностью более 50 м с редкой вкрапленностью пирита, галенита и сфалерита. Содержание золота в одной из проб составляет 50 г/т. В зальбандах жилы вмещающие гранитоиды березитизированы, мощность зоны березитизации более 10 м.

Зоны окварцевания, сопровождающиеся березитами, отмечены на проявлении Рыбный Лог 1 и в правом борту р.Карама. На западном фланге участка Рыбный Лог 1 среди песчаников проходят три субпараллельные зоны березитизации мощностью 10—12 м, по простирианию они прослежены на 100—120 м. Песчаники окварцованны и серicitизированы, содержат тонкую вкрапленность пирита, реже арсенопирита. В одной из таких зон обособлена жила кварца мощностью 0,5—0,8 м, также содержащая вкрапленность пирита, реже галенита и арсенопирита. Содержание золота в кварце 1,5 г/т, в березите — 0,5—0,8 г/т.

В правом борту р.Карамы в сложной дайке кварцевого диорита — гранит-порфира проходит зона окварцевания мощностью 1,3 м, сопровождающаяся березитизированными породами. Кварцевые прожилки мощностью 2—5 см образуют линейный штокверк. В кварце отмечается тонкая вкрапленность пирита, реже халькопирита и галенита. Березитизированные гранит-порфиры содержат вкрапленность пирита и халькопирита.

На месторождениях Лог 26 и Баянхиха выявлены мощные первичные минералогические и геохимические ореолы золота и попутных элементов-индикаторов золото-рудной минерализации. Минералогические ореолы золота, установленные при анализе шлихов, полученных из хвостов бороздовых проб, прослежены по простирианию более чем на 400 м при ширине 40—100 м и не оконтурены ни по простирианию, ни по мощности (рис. 3). Содержание золота в ореолах составляет от 1—100 зерен до 1000 и более зерен

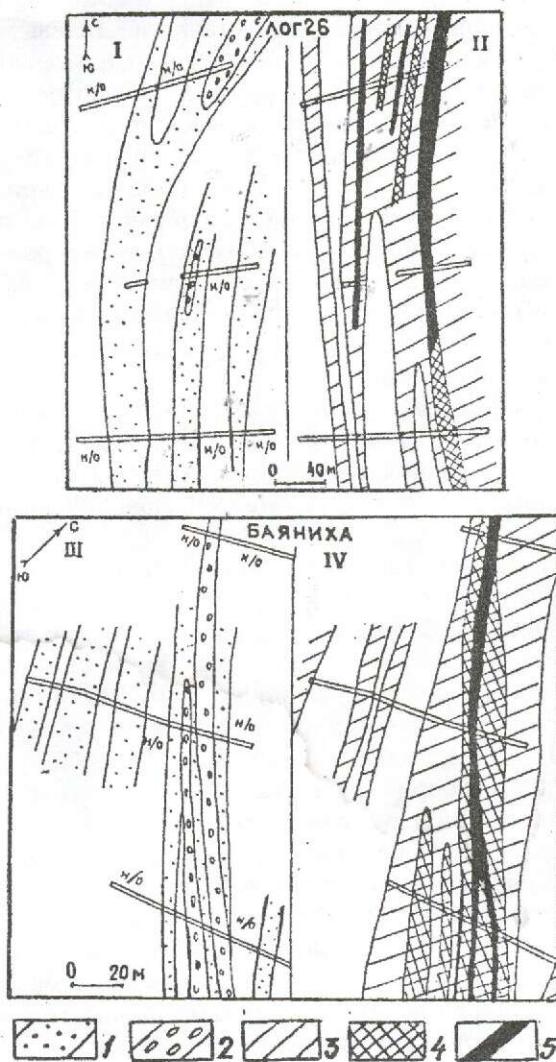


Рис. 3. Первичные минералогические (I, III) и геохимические (II, IV) ореолы золота месторождений Лог 26 и Баянхиха.

Первичные минералогические ореолы золота с содержанием: 1 — 1—20 знаков золота на шлих; 2 — 20—100 знаков; первичные геохимические ореолы золота с содержанием (в г/т): 3 — 0,01—0,09; 4 — 0,1—0,9; 5 — >1; 6 — интервалы, не опробованные минералогическим методом.

на шлих. Максимальные концентрации зафиксированы на участке Лог 26 в контурах рудного тела с содержанием золота до 40 г/т. В целом минералогические и геохимические ореолы золота пространственно совпадают. Минералогический анализ шлихов показал, что, в отличие от руд других проявлений Топольниковского рудного поля, где золото ассоциирует с минералами меди, висмута и других металлов, в рудах Лога 26 тяжелая

фракция шлихов представлена, главным образом, золотом (десятки, сотни и тысячи знаков), пиритом (до первых процентов) и единичными знаками халькопирита, шеелита и арсенопирита. Золото ярко-желтое, дендритовидной или изометричной, часто октаэдрической формы с сохранившимися гранями кристаллов. Преобладающие размеры золотин 0,05—0,1 мм, реже — 0,1—0,5 мм, однако встречены и самородки весом до 60—100 г при отработке россыпи р.Карама в приустьевой части Лога 26.

Пылевидное золото установлено также восточнее Лога 26 в березитизированных и лимонитизированных лейкогранитах западного эндоконтакта Мало-Топольнинского массива.

Набор геохимических элементов, участвующих в рудном процессе на участках Лог 26 и Баяниха, существенно различается. Так, если на месторождении Лог 26 высокими значениями коэффициента вариации (в %) характеризуются золото (667), молибден (439), мышьяк (391), висмут (290) и бор (179), то на участке Баяниха к названным элементам добавляется медно(376)-вольфрам(331)-олово(115)-сурьмяная(162) ассоциация. При этом на месторождении Лог 26 золото ни с одним из металлов не образует значимых положительных корреляционных связей, а тесная положительная корреляция наблюдается в двух группах элементов: мышьяк—свинец—хром и висмут—марганец. На участке Баяниха высокими (более 0,5) положительными значениями коэффициента корреляции характеризуется ассоциация металлов, включающая золото, медь, серебро, висмут, сурьму и олово.

Первичные геохимические ореолы золота при мощности 40—100 м также не оконтурены в восточном направлении как по простиранию, так и по мощности (см. рис. 3). Концентрации золота в ореолах варьируют от 0,005 г/т до 0,1—1 г/т и более. Интенсивность геохимического поля золота в пределах Лога 26 возрастает в северном и восточном направлениях, в этом же направлении увеличивается золотоносность рудных тел — до 7,2 г/т золота на мощность 13 м.

Мышьяк на участке Лог 26 формирует мощные (90—110 м и более) первичные

ореолы интенсивностью 0,001—0,07 %, в эпицентрах — до 0,1—0,5 %. Максимальные концентрации мышьяка локализованы, в противоположность золоту, в южной части участка и приурочены к скарнированным пиритизированным роговикам по песчаникам и мраморам. Содержание золота в этих интервалах — 0,005—0,9 г/т. В золоторудных интервалах содержания мышьяка составляют 0,001—0,01 %.

Висмут, марганец и другие элементы на участке Лог 26 не образуют ярко выраженных ореолов и характеризуются фоновыми концентрациями (в %): марганца, бария — 0,01—0,1; свинца, меди, цинка, ванадия, лития — 0,003—0,02; бора — до 0,05; кобальта, никеля, сурьмы — 0,001—0,008 ; хрома — 0,0008—0,01; олова — 0,0001—0,001; берилия, молибдена — 0,00015—0,0003; висмута, вольфрама — 0,00005—0,005; Серебро встречается в количестве 0,05—0,1 г/т. Всплески содержаний отдельных химических элементов зафиксированы преимущественно в южной части участка, где известны содержания марганца до 0,5—1, сурьмы до 0,01 и висмута до 0,005 %. Максимальными содержаниями перечисленных металлов отличаются участки сульфидизации пород и прожилкового окварцевания, минимальными — горизонты известняков камышенской свиты.

В структурном плане максимальная продуктивность ореолов совпадает с флексурным изгибом по простиранию рудоконтролирующей тектонической зоны, залеченной серией даек диабазов, микротекстит-порфиров и кварцевых порфиров. Подобные изгибы во вмещающих породах сопровождаются полосой мелкой S-образной трещиноватости, являющейся рудо-локализующей структурной ловушкой.

Приведенные в данной статье материалы позволяют сделать следующие выводы:

Топольнинское рудное поле объединяет две РМС, отличающиеся по составу магматических пород и рудопроявлений, что обусловлено особенностями глубинных процессов магмо- и флюидогенерации;

ведущий тип оруденения в рудном

поле — скарновый с вариациями составов от золото-скарновых к золото-медно-скарновым и скарново-полиметаллическим с золотом;

помимо скарнового оруденения в рудном поле отмечаются золото-сульфидно-кварцевые проявления, сопровождающиеся березитизацией рудовмещающих пород.

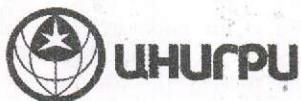
N.P.Bedarev, A.I. Gusev

#### GEOLOGY AND GOLD ORES OF THE TOPOLNINSKOE ORE FIELD, GORNY ALTAI

*Two ore-magmatic systems can be distinguished in the Topolninskoe ore field. These systems differ from each other in igneous rocks' composition and in the character of productive mineralization which is superimposed onto skarns. Orebodies developed in four stages of a hydrothermal cycle. Gold concentration occurred at the end of the fourth stage. Sizeable scale of ore mineralization makes the deposits of the Topolninskoye ore fields economically interesting.*

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гусев А.И. Перспективы Горного Алтая на волластонитовое сырье // Разв. и охр. недр. 1997. № 4. С. 12—15.
2. Batchelor R.A., Bowden P. Petrogenetic interpretation of granitoid rock series // Chemical Geology. 1985. Vol.48. P. 43—55.
3. Ohmoto H., Rye R.O. Isotopes of sulfur and carbon / In: Barnes H.L. (eds). Geochemistry of hydrothermal ore deposits. New York. 1979. P. 509—567.



ЦЕНТРАЛЬНЫЙ  
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ГЕОЛОГОРАЗВЕДОЧНЫЙ ИНСТИТУТ  
ЦВЕТНЫХ И БЛАГОРОДНЫХ МЕТАЛЛОВ

## САМОРОДНОЕ ЗОЛОТО РОССЫПНЫХ И КОРЕННЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ РОССИИ — АТЛАС

Атлас содержит комплексные характеристики самородного золота 800 россыпных и 77 коренных месторождений.

В нем демонстрируются особенности золота золото-кварцевых, золото-полисульфидно-кварцевых, золото-серебряных, золото-мышьяковисто-сульфидных, золото-антимонит-кварцевых, золото-скарновых месторождений; кор выветривания на золоторудных месторождениях; элювиальных, делювиальных, аллювиально-пролювиальных, аллювиальных и морских четвертичных и дочетвертичных россыпей, а также самородного золота осадочных толщ платформ. Рассмотрены основные признаки самородного золота и их индикаторные значения, минеральные ассоциации и парагенезисы золота, а также признаковые модели золота основных типов месторождений, включающие его типоморфные характеристики, их информационную значимость и региональные особенности. 160 фотографий атласа иллюстрируют наиболее распространенные парагенезисы золота, формы его выделений и структуры роста, эндогенные и экзогенные преобразования, отражающие условия рудоотложения и миграции золота в корах выветривания и в россыпях.

Комплекс характеристик самородного золота, приведенных в атласе, может быть использован при прогнозе коренной и россыпной золотоносности, оценке глубин формирования рудных тел и их эрозионного среза, выявлении источников питания россыпей и реконструкции условий накопления металла, а также для прогноза поведения золота при обогащении руд и песков, что подтверждается работами авторов в ряде районов России, других стран СНГ, а также Азии, Африки и Южной и Северной Америки.

Индикаторное значение признаков самородного золота и возможности их применения в научных и прикладных целях определяют назначение атласа.

Атлас представляет интерес для широкого круга специалистов в области металлогенеза, прогнозирования, поисков, разведки, отработки золоторудных месторождений и россыпей, а также для научных работников и ювелиров. Материалы атласа могут быть использованы для идентификации золота при криминалистических исследованиях.

Адрес: 113545, г.Москва, Варшавское шоссе, 129 "Б", ЦНИГРИ  
 Телефон: (095) 313-18-18, 315-43-01  
 Факс: (095) 313-18-18  
 E-mail: geolmos@tsnigri.msk.ru



ЦЕНТРАЛЬНЫЙ  
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ГЕОЛОГОРАЗВЕДОЧНЫЙ ИНСТИТУТ  
ЦВЕТНЫХ И БЛАГОРОДНЫХ МЕТАЛЛОВ

## КОМПЛЕКТ КАРТ ЭКЗОГЕННОЙ ЗОЛОТОНОСНОСТИ И ПЛАТИНОНОСНОСТИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Комплект карт экзогенной золотоносности и платиноносности РФ обобщает многолетние результаты исследований ЦНИГРИ и ряда других организаций; он состоит из четырех взаимосвязанных карт масштаба 1:2 500 000 – 1:5 000 000.

На основной карте м-ба 1:2 500 000 (16 листов) на современных формационных основах впервые в отечественной практике проведено металлогеническое районирование с одновременным выделением зон экзогенной и эндогенной золото- и платиноносности. Карта обеспечивает эффективное сочетание металлогенических, формационных и структурно-геоморфологических факторов при выделении и типизации золотороссынных зон. Для последних приведены обобщенные характеристики россыпей, отражающие комплексную информацию о генезисе, условиях залегания, структуре запасов, сопутствующих компонентах. На карту вынесены основные россыпные месторождения. Приведены типоморфные характеристики самородного золота и платиноидов для россыпей и их групп (более 300 объектов). Карта м-ба 1:2 500 000 обеспечивает широкие возможности для геолого-генетических, прогнозных и геолого-экономических построений в масштабах всей страны, отдельных провинций и субъектов РФ. На ее основе создана "Карта зон россыпной золотоносности РФ" м-ба 1:5 000 000 (4 листа), которая отражает роль субъектов РФ в запасах и добыче россыпного золота, расположение и взаимоотношения золотороссынных зон с различными коренными источниками. На третьей карте комплекта, "Карте перспектив экзогенной золотоносности РФ" м-ба 1:5 000 000 (4 листа), дано районирование территории России по прогнозным ресурсам россыпной золотоносности; приведены комплексные характеристики золотороссынных районов, выделены районы, перспективные на выявление месторождений золота в корах выветривания. По субъектам РФ впервые для страны приведены показатели освоения начального потенциала и начальных ресурсов коренной и россыпной золотоносности и их соотношений; карта также несет специализированную прогнозную нагрузку. Для использования и развития МСБ важное значение имеет "Карта геоэкологических условий освоения золотороссынных районов территории РФ" м-б 1:5 000 000 (4 листа), на которой для золотороссынных зон и районов дана оценка степени нарушенности природных комплексов техногенезом, выделены типы техногенных изменений среды, отражена потенциальная природная устойчивость территорий, а также прогноз развития экологической ситуации при освоении прогнозных ресурсов.

Комплект карт сопровождается объяснительной запиской, в которой отражены их назначение, принципы составления, содержания легенд, необходимые геолого-генетические и геоэкологические интерпретации, а также результаты анализа состояния МСБ россыпного золота и перспективы ее развития.

Комплект карт предназначен для широкого круга специалистов, занимающихся проблемами геологии и экономики россыпных месторождений благородных металлов. Особый интерес они могут представлять для региональных геологических организаций, администрации субъектов РФ, а также для предпринимателей и банковских структур.

Тиражирование и реализация комплекта осуществляется только по предварительным заявкам, в которые могут быть включены и отдельные карты комплекта, в т.ч. и по субъектам РФ.

Адрес: 113545, г.Москва, Варшавское шоссе 129«Б», ЦНИГРИ  
 Телефон: (095) 313-18-18, 315-27-56  
 Факс: (095) 313-18-18, 315-27-01  
 E-mail: geolmos@tsnigri.msk.ru



CENTRAL RESEARCH  
INSTITUTE OF GEOLOGICAL  
PROSPECTING FOR BASE  
AND PRECIOUS METALS

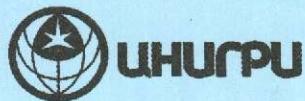
## A SET OF MAPS OF EXOGENIC GOLD AND PGE DEPOSITS IN THE RUSSIAN FEDERATION

A set of maps of exogenic gold and PGE deposits in the Russian Federation summarizes the results of many-years TsNIGRI's research in collaboration with a number of other organizations. It is composed of four interrelated maps on 1:2,500,000—1:5,000,000 scales.

The basic map (scale 1:2,500,000, 16 sheets) displays the results of a pioneer metallogenetic demarcation of zones with exogenic and endogenic gold and PGE potential in this country. Special-purpose metallogenetic derivations were based on up-to-date formation and ore-assemblage analysis. The map provides an efficient combination of metallogenetic, formation, ore-assemblage-related and structural-geomorphological factors for the identification and typification of placer gold-bearing zones. Generalized characterization of places innate to each zone is presented which involves diversified data on the genesis, occurrence conditions, structure of reserves and minor commodities (by-products). Major placer deposits are specially entered on the map. Typomorphic characteristics of native gold and PGE minerals are presented for individual placers and groups of placers (more than 300 entities). The map on the scale 1:2,500,000 provides great possibilities for geology-genetic, predictive and geo-economic derivations which may cover the country as a whole, its separate provinces and members of the Russian Federation. This map was used as a basis for the "Map of placer gold-bearing zones in the Russian Federation" (scale 1:5,000,000, 4 sheets) which displays the shares of individual members of the Russian Federation in placer gold reserves and production as well as the localization of and interrelations between placer gold-bearing zones with various primary sources. The third map involved in the set is the "Map of prospective exogenic gold-bearing areas in the Russian Federation" (scale 1:5,000,000, 4 sheets). It bears the results of demarcation of placer gold-bearing areas in Russia with respect to prognostic resources and provides for an overall characterization of placer gold-bearing districts. The areas promising for gold deposits in crusts of weathering are also outlined. For the first time in this country, geological and economic indices and their showings characterizing the degree of primary potential development, as well as primary and placer gold resources with their interrelations, are presented for the members of the Russian Federation. In addition, this map bears special elements of prognosis. Of crucial importance for MB use and development is the "Map of geoenvironmental conditions for the development of placer gold-bearing areas in the Russian Federation" (scale 1:5,000,000, 4 sheets). Placer gold-bearing zones and districts are characterized on this map with respect to the extent of technogenic environmental damage. Essential types of technogenic environmental effects, estimation of potential natural resistivity of land areas and forecasts of probable environmental sequels from the development of undiscovered potential resources are presented. The set of maps is provided with an explanatory note which discloses the specification of the maps, mapping principles, legend contents, necessary geology-genetic and geoenvironmental interpretations and the results of analysis of placer gold MB state and prospects for its development. The maps would be useful for specialists concerned with problems of geology and economics of precious metal placer deposits. They might be of special interest for regional geological agencies, administrations of members of the Russian Federation, businessmen and banks.

The maps will be available only to preliminary orders, both in a complete set or as individual maps, including the maps of members of the Russian Federation.

Address: TsNIGRI, Varshavskoe sh., 129 B, Moscow 113545, Russia  
 Phone: (095) 313-18-18 or 315-27-56  
 Fax: (095) 315-18-18 or 315-27-01  
 E-mail: [geolmos@tsnigri.msk.ru](mailto:geolmos@tsnigri.msk.ru)



ЦЕНТРАЛЬНЫЙ  
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ГЕОЛОГОРАЗВЕДОЧНЫЙ ИНСТИТУТ  
ЦВЕТНЫХ И БЛАГОРОДНЫХ МЕТАЛЛОВ

## МЕТОДИКА ИЗОТОПНО-ГЕОХИМИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА ЗОН ДЕЙСТВИЯ ОБЪЕКТОВ ГОРНОРУДНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Методика разработана на ряде горнообогатительных золотоперерабатывающих комбинатов, применяющих различные технологические схемы золотоизвлечения.

Основные положения методики изложены в виде методических рекомендаций и могут быть использованы при оценке влияния ГОКов на окружающую среду вне зависимости от природно-климатических и ландшафтных условий.

Основу методики составляет комплексирование данных по геохимии стабильных изотопов серы и углерода в компонентах окружающей среды, с результатами содержаний в них металлов 1, 2 и 3 групп токсичности, в том числе тяжелых.

Использование изотопно-геохимического мониторинга на практике позволяет:

- ранжировать геохимические аномалии на "природные" и "техногенные";
- устанавливать пути распространения техногенных потоков;
- идентифицировать источники загрязнения;
- оконтуривать аномалии в средах, депонирующих загрязнение;
- составлять геэкологические паспорта вновь осваиваемых горнорудной промышленностью районов;
- проводить оценку масштабов площадей техногенного загрязнения с выявлением зон техногенеза различной интенсивности;
- осуществлять краткосрочный (более 5 лет) прогноз развития экологической ситуации на урбанизированных территориях.

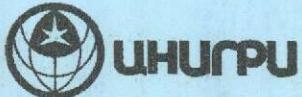
Методика может применяться для:

- оценки экологического состояния почв, поверхностных и подземных вод, донных отложений при сельскохозяйственном, селитебном, водохозяйственном рекреационном использовании территорий;

оценки эффективности природоохранных мероприятий — очистных сооружений, качества сельскохозяйственных угодий после рекультивации почв и пр.

Предлагается использование методики и проведение изотопно-геохимического мониторинга в зонах действия объектов горнорудной промышленности, в областях интенсивного земледелия, в зонах интенсивного селитебного водохозяйственного рекреационного использования территорий.

Адрес: 113545, г.Москва, Варшавское шоссе, 129 "Б", ЦНИГРИ  
Телефон: (095) 313-18-18, 113-18-11  
Факс: (095) 313-18-18  
E-mail: geolmos@tsnigri.msk.ru



ЦЕНТРАЛЬНЫЙ  
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ГЕОЛОГОРАЗВЕДОЧНЫЙ ИНСТИТУТ  
ЦВЕТНЫХ И БЛАГОРОДНЫХ МЕТАЛЛОВ

## ИЗОТОПНО-ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЗОЛОТОРУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

Изотопно-геохимический аналитический комплекс, включающий методы геохимии изотопов S, C, O, газовую и ионную хроматографию, нейтронно-активационный анализ, термобарогеохимию и позволяющий реконструировать условия формирования рудных месторождений,ложен в основу разработанной базы данных, содержащей порядка 40 тыс. элементо-определений по золоторудным месторождениям.

Проведенные исследования позволяют:  
обобщить и систематизировать данные по ведущим формационным типам месторождений;

использовать приемы первичной обработки результатов изотопно-геохимических данных для решения генетических вопросов и реконструкции физико-химических параметров рудогенеза;

дополнить существующие изотопно-геохимические модели рудогенеза по месторождениям золото-углеродистой, золото-серебряной, золото-полисульфидно-кварцевой формаций;

установить физико-химические и термодинамические параметры флюидных систем и особенности рудоотложения на контрастных геохимических барьерах;

дать комплексную оценку физико-химических параметров флюидных систем и установить граничные условия формирования средних и крупных месторождений относительно сверхкрупных (>1000 т);

уточнить изотопно-геохимические поисково-оценочные критерии и показать их применимость на различных стадиях геологоразведочного процесса.

Предлагается обеспечение изотопно-геохимического аналитического комплекса при проведении поисково-разведочных и оценочных работ в пределах рудных полей золота и серебра организациями, НИИ, ГОК и фирмами с различной формой собственности.

Адрес: 113545, г.Москва, Варшавское шоссе, 129 "Б", ЦНИГРИ  
Телефон: (095) 313-18-18, 113-18-11  
Факс: (095) 313-18-18  
E-mail: geolmos@tsnigri.msk.ru