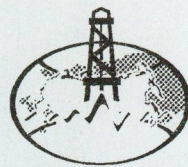


РУДЫ И МЕТАЛЛЫ



ЦНИГРИ МПР России

Главный редактор
И.Ф. Мигачёв



4/2002

ISSN 0869-5997

11

10

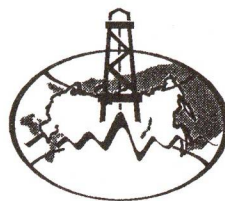
11

11

11

JK as ancient

РУДЫ И МЕТАЛЛЫ



НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

ВЫХОДИТ 6 РАЗ В ГОД

ОСНОВАН В 1992 ГОДУ

4/2002

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Главный редактор И.Ф. МИГАЧЕВ

Б.И. БЕНЕВОЛЬСКИЙ
Э.К. БУРЕНКОВ
В.И. ВАГАНОВ
С.С. ВАРТАНЯН
В.И. ВОРОБЬЕВ
П.А. ИГНАТОВ
М.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
Г.В. СЕДЕЛЬНИКОВА
В.И. СТАРОСТИН
И.А. ЧИЖОВА



УЧРЕДИТЕЛЬ

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

Издается при участии

Международной академии минеральных ресурсов,

Фонда им. академика В.И.Смирнова

Москва ЦНИГРИ 2002





МЕТАЛЛЫ

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

ВЫХОДИТ 6 РАЗ В ГОД

ОСНОВАН В 1962 ГОДУ

4/2002

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕКЦИЯ

Главный редактор Н.Ф. ИВАНОВА

С.М. БЕНЕВОЛЬСКИЙ

О.К. БУРЕНКО

В.М. БАЛАНОВ

О.С. БАТЯН

В.М. БОРОДЬЕВ

А.А. БИЛАНОВ

М.М. КОНСТАНТИНОВ

А.Н. КИРИЛОВ, зам. главного редактора

Н.К. КУРБАЛОВ

Т.А. МАЛИКОВЕВ

В.М. МАХАКОВ

Н.И. НАЗАРОВА, зам. главного редактора

В.В. ОБОТНОВ

В.М. ПИТЕРСОН

В.М. ПИТЕРСОН

Л.Б. РЫЖИХ

И.Г. САФОНОВ

В.В. СЕРГЕЕВ

С.Н. СТАРОВОЙТ

А.А. ТАЛАНОВ

Редакция: Н.И.Назарова, Г.В.Вавилова

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

Сдано в набор 15.07.2002 г.
Подписано в печать 02.09.2002 г.
Тираж 430 экз.

Формат 185×270 1/8
Бумага офсетная № 1
Печать офсетная

Адрес редакции: 113545 Москва, Варшавское шоссе, 129«Б», ЦНИГРИ

Телефон: 315-28-47

Типография ЦНИГРИ: Варшавское шоссе, 129«Б»

**Прикладная металлогения и
недропользование***Зайченко В.Ю.*

Учет объектов интеллектуальной собственности в сфере геологического изучения и использования недр

5

Подкуйко Ю.А., Ваганов В.И., Захарченко О.Д., Шиятый И.Н.

Щелочно-ультраосновные породы Приполярного Урала как возможный коренной источник алмазов

12

Матвеева Е.В., Филиппов В.П., Агибалов О.А., Емельянов С.А., Иванов Н.М., Яблокова С.В., Чернышов В.И.

Экзогенная золотоносность северо-востока Русской платформы: предпосылки освоения

16

**Методы и методики прогноза,
поисков, оценки и разведки
месторождений***Ахмедов Н.А., Исаходжаев Б.А., Зималина В.Я.*
Требования к стадийности геологоразведочных работ в Республике Узбекистан

27

Исаков М.У., Исанова Г.Р., Зималина В.Я.
Подтверждаемость запасов на золоторудных месторождениях Республики Узбекистан

31

**Строение рудных
месторождений***Калинин А.И., Константинов М.М., Стружков С.Ф.*

Геологическое строение золото-серебряного месторождения Ольча, Омогонский массив

41

Цой В.Д.

Особенности формирования и возраст кварц-карбонат-золото-серебряных жил Кураминской подзоны

47

Илупин И.П.

Высокохромистые хромиты из кимберлитов и ультрабазитов — сходства и различия

54

**Аппаратурно-технические
средства и технологии
геологоразведочных работ***Грачев А.А.*

О кажущейся зависимости между удельным электрическим сопротивлением и диэлектрической проницаемостью горных пород

59

**Applied Metallogeny and the
Subsurface Use***Zaichenko V.Yu.*

Inventory of intellectual property in the sphere of geologic study and use of the subsurface

Podkuiiko Yu.A., Vaganov V.I., Zakharchenko O.D., Shiyaty I.N.

Alcaline-ultrabasic rocks of the Polar Urals as a possible primary source of diamonds

Matveeva E.V., Filippov V.P., Agibalov O.A., Emelyanov S.A., Ivanov N.M., Yablokova S.V., Chernyshov V.I.

Exogenic gold potential in the north-eastern part of the Russian platform: a basis for development

**Methods and Methodology of
Prediction, Prospecting,
Evaluation and Exploration of
Mineral Deposits***Akhmedov N.A., Isakhojaev B.A., Zimalina V.Ya.*
The requirements to exploration stages in the Republic of Uzbekistan*Isakov M.U., Isanova G.R., Zimalina V.Ya.*
Confirmation of reserves on gold deposits of the Republic of Uzbekistan**Structure of Ore Deposits***Kalinin A.I., Konstantinov M.M., Struzhkov S.F.*
Geology of the Ol'cha gold-silver deposit, the Omolon massif*Tsoi V.D.*

Peculiarities of formation and age of quartz-carbonate-gold-silver lodes in the Kuramin subzone

Ilyupin I.P.

Chromium-rich chromite from kimberlite and ultrabasic — resemblance and distinction

**Equipment and Technologies for
Geological Prospecting***Grachev A.A.*

On apparent relationship of specific electric resistance and inductivity of rocks

Дискуссии

Кузовков Г.Н., Двоеглазов Д.А.

Об астенолитовой модели Среднего Урала и строении Шарташской золоторудной вихревой структуры

63

Долгушин С.С., Садур О.Г., Шадрин А.Н., Островский Л.Я.

Новая интерпретация строения Щучинской структуры Полярного Урала и перспективы ее алмазности

72

Поздравляем с юбилеем

А.А.Буйнова

80

А.Д.Харькина

81

О.Д.Захарченко

82

Discussions

Kuzovkov G.N., Dvoeglazov D.A.

On asthenolith model of the Middle Urals and geology of the Shartash vortex gold structure

Dolgushin S.S., Sadur O.G., Shadrin A.N., Ostrovsky L.Ya.

New geological interpretation of the Schyuchyinskaya structure (Polar Urals) and its diamond potential prospects

Congratulations

A.A.Buynov

A.D.Khar'kiv

O.D.Zakharchenko



УЧЕТ ОБЪЕКТОВ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ В СФЕРЕ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО ИЗУЧЕНИЯ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НЕДР

В.Ю.Зайченко (ВНИИгеосистем)

На основе действующей системы учета и использования результатов научно-технической деятельности в сфере геологического изучения и использования недр рассматриваются предложения по ее изменению и вводу в хозяйственный оборот объектов интеллектуальной собственности в условиях рыночной экономики.

Объекты интеллектуальной собственности представляют непреходящую ценность и наряду с материальными подлежат учету в структурах, причастных к их созданию. Причастность может выражаться как в непосредственном участии в создании этих объектов, так и в финансировании работ по их созданию. В обоих случаях эти структуры становятся правообладателями этих объектов, т.е. их собственниками и, следовательно, должны заботиться об их учете, сохранности и рациональном использовании.

В отличие от собственности, выраженной в материальной форме (здания, сооружения, оборудование и т.д.), интеллектуальная собственность (ИС) представляет собой право на результаты творческой деятельности, т.е. выражена в нематериальной форме, что затрудняет установление ее наличия, юридическое оформление, ведение учета, а тем более законное использование.

В сфере геологического изучения и использования недр процесс создания объектов интеллектуальной собственности и их учет имеет свою специфику, нуждающуюся в детальном рассмотрении. Классификации объектов интеллектуальной собственности в этой сфере посвящена работа [8], в которой приведен перечень объектов (ИС), создаваемых в процессе научной, научно-технической, производственной и искусствоведческой творческой деятельности. Права на эти объекты и являются интеллектуальной собственностью отдельных субъектов — юридических и физических лиц, принимавших участие в их создании.

В СССР в условиях плановой экономики интеллектуальная собственность не была закреплена законодательным путем как один из

видов собственности, поэтому вопросов о ее правовой охране не возникало. В России положение об охране интеллектуальной собственности впервые было провозглашено Конституцией Российской Федерации в 1993 г. (статья 44, пункт 1 [11]), что коренным образом изменило отношение к этому специфическому виду собственности. В зарубежных странах институт интеллектуальной собственности давно признан и располагает достаточно совершенной законодательной базой, регулирующей правовые и экономические отношения между создателями и потребителями. В России в развитие вышеуказанного конституционного положения уже принят ряд законов, регулирующих взаимоотношения субъектов гражданских прав в условиях рыночной экономики по отдельным видам объектов интеллектуальной собственности (ОИС), однако их перечень и содержание еще далеки от совершенства [3–7, 13]. Указанные законы содержат положения, определяющие порядок учета и правовой охраны интеллектуальной собственности, только по тем объектам, которые в них рассматриваются (объекты авторского права, изобретения, товарные знаки, программы для ЭВМ и базы данных и др.), что составляет далеко не полный перечень ОИС, имеющихся в реальной действительности.

В Российской Федерации продолжает действовать система учета результатов научно-исследовательских, технологических и опытно-конструкторских работ, созданная еще в период плановой экономики с отдельными изменениями, внесенными министерствами и ведомствами в виде подзаконных актов, которые не отражают специфику учета результатов творческой деятельности как объектов интел-

лектуальной собственности. Так, в Министерстве природных ресурсов Российской Федерации в настоящее время функционирует система создания, учета и использования результатов научно-технической деятельности, полученных за счет средств государственного бюджета, которая направлена на регистрацию выполняемых геологоразведочных, научно-исследовательских, технологических и опытно-конструкторских работ и учет получаемых результатов, но не на учет создаваемых объектов интеллектуальной собственности, определение их экономической ценности, а также правообладателей исключительных и неисключительных прав на эти объекты (рисунок). Указанная система достаточно хорошо обеспечена нормативно-правовой базой, которая регулирует ход выполнения работ за счет средств госбюджета, а также учет и использование их результатов (табл. 1).

Как видно из табл. 1, отдельные весьма важные результаты научно-технической деятельности учету вообще не подлежат или осуществляется только регистрация информационных материалов. Это обстоятельство связано с особенностями государственной системы регистрации и учета результатов научно-технической деятельности, которая далека от совершенства (табл. 2).

Многие из перечисленных в табл. 2 видов научно-технической продукции являются результатами творческой деятельности, т.е. объектами интеллектуальной собственности, но, как видно, они даже государственной регистрации и учету не подлежат. Исходя из действующей в МПР России системы создания, учета и использования научно-технической продукции (см. рисунок) на стадии создания можно выделить четыре этапа: заказ на НТПр, регистрация и учет начала работ, создание НТПр, сдача продукции и учет затрат на ее создание [2].

Заказ регламентируется Гражданским кодексом РФ и оформляется государственным контрактом с приложением программы, в которых указываются целевое назначение НТПр, формулируются требования и устанавливаются этапы разработки с указанием поэтапной и общей стоимости работ. Оговариваются также наличие и количество объемно-пространственной продукции в виде опытных образцов, макетов и т.д.

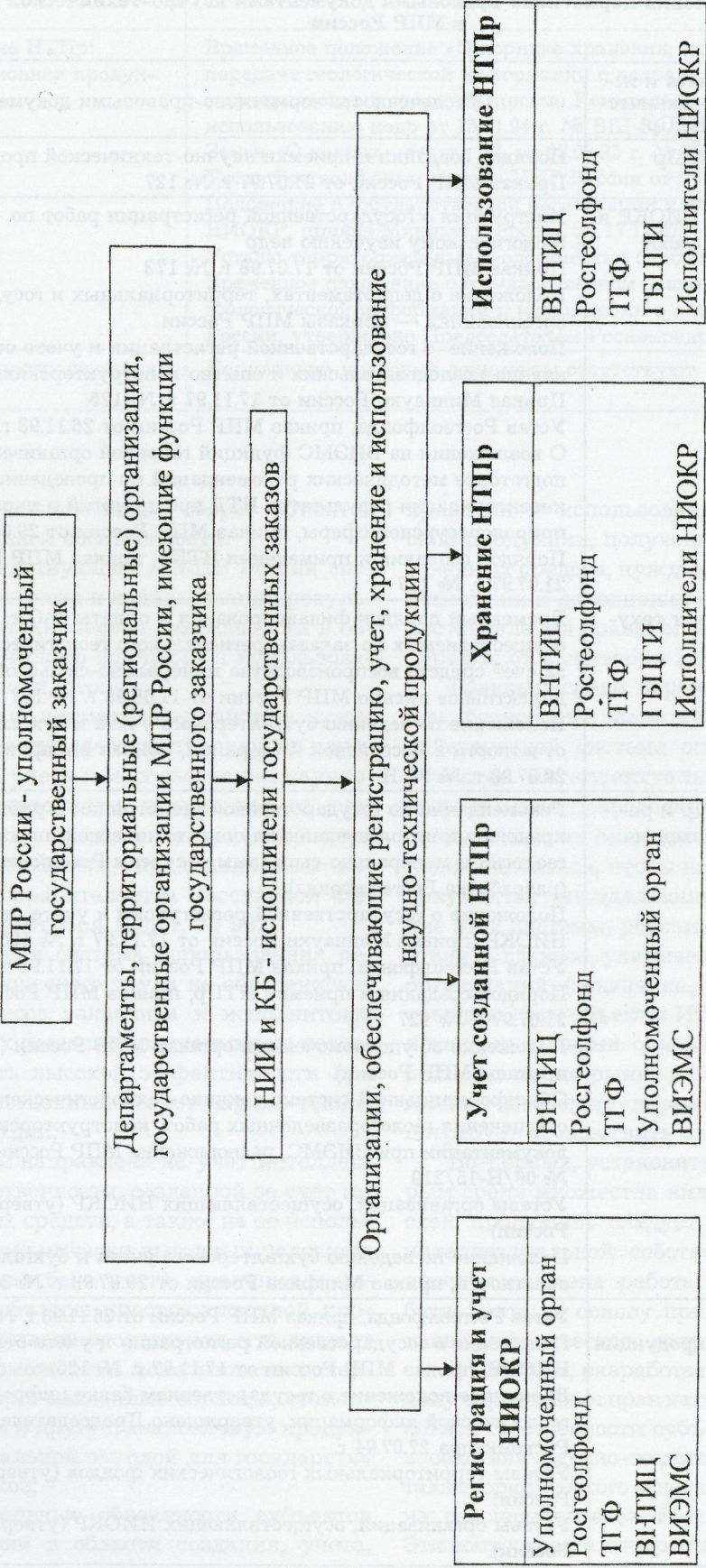
Регистрация и учет начала работ регламентируются нормативно-правовыми актами

как федерального уровня, так и отраслевого [1, 16].

Создание НТПр регламентируется рядом нормативных правовых актов, начиная с государственного контракта, «Положения о бухгалтерском учете» и кончая распоряжением Роскомгеологии РСФСР «О формировании информационных ресурсов НИОКР». На этапе создания НТПр поставщик ежемесячно учитывает выполненные работы и затраты, а доверенные организации генерального заказчика ведут ежеквартальный учет. Таким образом, на стадии создания НТПр фиксируются суммарные затраты нарастающим итогом. Положением о бухгалтерском учете предусмотрен также учет расходов на доведение объектов НТПр до состояния, пригодного для введения их в хозяйственный оборот. Однако ни один из действующих нормативных документов не требует определения рыночной стоимости НТПр, многие объекты которой являются интеллектуальной собственностью.

Для упорядочения действий при использовании результатов научно-технической деятельности правительство Российской Федерации приняло специальное постановление от 2 сентября 1999 г. № 982 «Об использовании результатов научно-технической деятельности» во исполнение Указа Президента Российской Федерации от 22 июля 1998 г. № 863 «О государственной политике по вовлечению в хозяйственный оборот результатов научно-технической деятельности и объектов интеллектуальной собственности в сфере науки и технологий» [15, 17]. В соответствии с постановлением в целях создания условий для сохранения интеллектуального потенциала страны и его эффективного использования при осуществлении государственной политики по вовлечению в хозяйственный оборот результатов научно-технической деятельности и объектов интеллектуальной собственности необходимо обеспечить: сбалансированность прав и законных интересов субъектов правоотношений, включая государство; государственное стимулирование процессов создания, правовой охраны и использования результатов научно-технической деятельности, повышение на этой основе конкурентоспособности продукции отечественных производителей.

В постановлении правительства Российской Федерации № 982 указаны и конкретные меры, направленные на достижение вышеназванных целей и, прежде всего, по учету и



Система создания, учета и использования результатов научно-технической деятельности МНР РФ (по состоянию на 01.10.2001 г.):

ВНТИЦ — Всероссийский научный и технический центр, ТГФ — территориальные геологические фонды, ГБЦГИ — Государственный банк цифровой геологической информации, ВИЭМС — Всероссийский институт экономики минерального сырья

1. Состояние обеспечения нормативно-правовыми документами научно-технической деятельности в МПР России

Стадии создания, учета и использования научно-технической продукции (НТПр)	Обеспеченность нормативно-правовыми документами
Заказ на создание НТПр	Порядок создания и приемки научно-технической продукции. Приказ МПР России от 21.07.97 г. № 127
Регистрация и учет НИОКР и геологоразведочных работ	Инструкция о государственной регистрации работ по геологическому изучению недр Приказ МПР России от 17.07.98 г. № 173 Положение о департаментах, территориальных и государственных организациях — приказы МПР России Положение о государственной регистрации и учете открытых научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ. Приказ Миннауки России от 17.11.97 г. № 125. Устав Росгеолфонда, приказ МПР России от 26.11.98 г. № 248 О возложении на ВИЭМС функций головной организации по подготовке методических рекомендаций по проведению инвентаризации результатов НТД предприятий и учреждений природоресурсной сферы, приказ МПР России от 29.09.99 г. № 187 Порядок создания и применения НТПр, приказ МПР России от 21.07.97 г. № 127
Создание НТПр и учет текущих затрат	Временный порядок финансирования и оплаты работ, осуществляемых по заказам регионального геологического центра за счет средств воспроизводства минерально-сырьевой базы, директивное письмо МПР России от 11.08.98 г. № 127 Положение по ведению бухгалтерского учета и бухгалтерской отчетности в Российской Федерации, приказ Минфина России от 29.07.98 г. № 34-Н
Учет созданной НТПр и результатов геологоразведочных работ	Рекомендации по государственной регистрации и учету НИОКР, хранению и использованию научно-технической информации по геологии и минерально-сырьевым ресурсам Российской Федерации (разработка Росгеолфонда) Положение о государственной регистрации и учете открытых НИОКР (приказ Миннауки России от 17.11.97 г. № 125 Устав Росгеолфонда, приказ МПР России от 17.11.98 г. № 248 Порядок создания и приемки НТПр, приказ МПР России от 21.07.97 г. № 127 Положение об уполномоченных органах МПР России (отдельные приказы МПР России) Об информационной системе технико-технологического обеспечения геологоразведочных работ, конструкторской документации при ВИЭМС, распоряжение МПР России от 21.07.97 г. № 06/Н-15/210 Уставы организаций, осуществляющих НИОКР (утверждены МПР России) Положение по ведению бухгалтерского учета и бухгалтерской отчетности, приказ Минфина России от 29.07.98 г. № 34-Н
Хранение НТПр: а) информационная продукция	Устав Росгеолфонда, приказ МПР России от 26.11.98 г. № 248 Положение о государственной регистрации и учете открытых НИОКР, приказ МПР России от 17.11.97 г. № 125 Временное положение о государственном банке цифровой геологической информации, утверждено Председателем Роскомнедра 27.07.94 г. Уставы территориальных геологических фондов (утверждены МПР России) Уставы организаций, осуществляющих НИОКР (утверждены МПР России)

б) объемно-пространственная продукция	Нормативно-правовые документы отсутствуют
Использование НТПр: а) информационная продукция	Временное положение «О порядке хранения, использования и передаче геологической информации о недрах, полученной за счет государственных средств» (письмо Комитета по геологии и использованию недр от 15.11.94 г. № ВЩ-61/2952) Закон «О недрах», статья 27, от 03.03.95 г. № 27-93 Устав Росгеолфонда, приказ МПР России от 26.11.98 г. № 248 Положение о государственной регистрации и учете открытых НИОКР, приказ Миннауки России от 17.11.97 г. № 125 Уставы территориальных геологических фондов Временное положение о государственном банке цифровой геологической информации и информации о недропользовании в России, утверждено Председателем Роскомнедра 27.07.94 г.
б) объемно-пространственная продукция	Нормативно-правовые документы отсутствуют

введению в хозяйственный оборот объектов интеллектуальной собственности.

Анализ действующей в МПР России системы создания учета и использования результатов научно-технической деятельности в области геологического изучения и использования недр показал, что:

имеющиеся нормативно-правовые документы МПР России, регламентирующие порядок создания, учета и использования научно-технической продукции, полученной за счет государственных средств, не в полной мере отвечают требованиям, предъявляемым постановлением правительства Российской Федерации от 2 сентября 1999 г. № 982;

действующая система использования результатов творческого труда не обеспечивает баланс интересов заказчика и исполнителя, что в условиях рыночной экономики не позволяет достигать высокой эффективности при вводе в хозяйственный оборот научно-технической продукции;

система не направлена на учет интеллектуальной собственности, созданной за счет государственных средств, а также на ее использование на экономически выгодных условиях;

нормативная база учета, хранения и использования объемно-пространственной продукции практически отсутствует, что лишает заказчика возможности использовать полезные модели, промышленные образцы, эталонные установки и другую аналогичную продукцию с максимальной выгодой для государства и разработчиков;

функциональные обязанности субъектов правоотношений в области создания, учета,

хранения и использования научно-технической продукции, полученной за счет государственных средств, нуждаются в существенном изменении и дополнении с учетом требований постановления правительства Российской Федерации от 2 сентября 1999 г. № 982.

Главным среди перечисленных недостатков, безусловно, надо считать отсутствие в действующей системе определения и учета объектов интеллектуальной собственности, установления правообладателей этих ценностей, а также их экономической оценки. Необходимо добиться, чтобы нормативно-правовые документы, определяющие функционирование этой системы, регламентировали эти действия и, главное, указывали, на балансе каких организаций (заказчика, создателя или посредника) эти объекты ИС должны числиться и какими правами они наделены при их использовании на рынке работ и услуг. Предлагаемое изменение нормативных документов потребует осуществить следующее.

Во-первых, установить признаки, по которым среди множества видов научно-технической продукции следует выделять объекты интеллектуальной собственности. Этому вопросу посвящена работа [8], которая может быть взята за основу при разработке нормативно-методического документа.

Во-вторых, разработать и утвердить методике определения прав на объекты интеллектуальной собственности субъектов, участвующих в создании научно-технической продукции, а также юридического основания для этого исходя из законодательства Российской Федерации. Эти вопросы детально рассмотрены в работе [9].

2. Особенности государственной регистрации и учета результатов научно-технической деятельности

Виды и формы НТПр	Порядок государственной регистрации и учета
Информационная продукция: а) монографии, справочники, инструкции, положения, руководства, обзоры, учебники и т.д.	Государственной регистрации и учету не подлежат (п. 2.4. инструкции [1])
б) ГОСТы, ОСТы, конструкторская и техническая документация, регламенты программы для ЭВМ, системы обработки геологической информации на ЭВМ	Подлежат регистрации и учету только во ВНИИЦ (п. 2.3. инструкции [1])
в) результаты открытых научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ	Подлежат государственной регистрации в Росгеолфонде, ТГФ и специальных геолфондах [1]
Объемно-пространственная продукция: макеты, модели, промышленные образцы аппаратуры и оборудования, параметрические и эталонные скважины, коллекции руд и минералов, эталонные образцы газов и растворов, испытательные стенды и т.д.	Государственная регистрация и учет не регламентированы. Факт создания указывается в акте или протоколе приемки продукции

В-третьих, разработать и утвердить методику экономической оценки объектов интеллектуальной собственности в условиях рыночной экономики исходя из специфики недропользования в России. В работе [10] эти вопросы детально рассмотрены и даны рекомендации по оценке объектов интеллектуальной собственности в сфере геологического изучения и использования недр на основе их социально-экономической, политической и геополитической значимости.

В-четвертых, разработать и утвердить порядок бухгалтерского учета объектов интеллектуальной собственности в сфере геологического изучения и использования недр по документу [14]. Согласно этому документу, объекты интеллектуальной собственности учитываются в разделе «нематериальные активы». К нематериальным активам могут быть отнесены объекты интеллектуальной деятельности, если они удовлетворяют следующим условиям: созданы в процессе творческого труда; не относятся к объектам вещного права; служат более одного года; обособлены и готовы к применению; могут дать реальную экономическую выгоду предприятию; имеют документальное подтверждение существования. Более детально нематериальные активы интеллектуальной деятельности рассмотрены в одноименной работе [12].

Решение вышеперечисленных вопросов позволит создать нормативно-правовую базу

для учета и использования объектов интеллектуальной собственности в сфере геологического изучения и использования недр в условиях рыночной экономики, а следовательно, и внести в действующую систему регистрации, учета и использования результатов творческого труда необходимые изменения. Принципиальной задачей для новой системы будет определение организации (организаций), обладающей правом ввода объектов ИС в хозяйственный оборот.

Согласно постановлению [15], распоряжение от имени Российской Федерации правами на результаты научно-технической деятельности, полученные за счет средств федерального бюджета, осуществляют органы исполнительной власти, к деятельности которых относятся эти результаты, в порядке, определяемом правительством. К ним относятся уполномоченные федеральные органы исполнительной власти (в нашем случае — МПР России). На наш взгляд, уполномоченные органы должны разработать рекомендации о порядке учета и введения в хозяйственный оборот объектов ИС, созданных в подконтрольной сфере, и представить в правительство. Поскольку они не являются хозяйствующими субъектами и не имеют права осуществлять коммерческую деятельность, в рекомендациях необходимо определить организации, обладающие правом учета и ввода в хозяйственный оборот объектов интеллектуальной собственности, созданных за

счет государственных средств. Могут быть два варианта решения данной проблемы: передача прав учета, владения и распоряжения объектами ИС непосредственно организации-создателю объектов или посреднику, имеющему право хозяйственной деятельности.

Первый вариант предпочтителен, так как позволяет наиболее оперативно и экономично вводить в хозяйственный оборот созданную научно-техническую продукцию. Оперативно потому, что разработчик, поставивший на бухгалтерский учет объекты ИС, будет стремиться быстрее их реализовать, получить доход и списать с баланса, а также получить экономическую выгоду, поощрить разработчиков и направить часть средств на развитие собственного производства. Посредник также будет заинтересован в быстрейшем вводе имеющихся у него на балансе объектов интеллектуальной собственности и в получении дохода от реализации, но ему будет значительно труднее организовать рекламу и представительство научно-технической продукции на рынке работ и услуг. Получаемый доход придется делить между разработчиком, государством и собственным предприятием для покрытия издержек при реализации продукции. В итоге государство получит значительно меньший доход, чем в первом варианте. Кроме того, посреднику необходимо будет организовать структуры по приемке и хранению научно-технической продукции, что потребует дополнительных расходов в то время, когда в организации-разработчике подобные структуры уже функционируют.

Опыт использования в Германии и Японии научно-технических результатов, полученных за счет государственных средств, свидетельствует о том, что этот процесс осуществляется на взаимно выгодных условиях между государством и разработчиками, которые стимулируют последних активно действовать на рынке, а доходы делить в заранее установленные государством пропорциях. Думается, что подобные условия для создателей НТПр должны быть и в России. Для этого необходимо прежде всего разработать и утвердить положение о порядке учета и использования объектов интеллектуальной собственности в сфере геологического изучения недр и на его базе выработать ряд нормативно-правовых и методических документов, позволяющих обеспечить функционирование новой системы учета и использования нематериальных цен-

ностей, которые ранее ограничивались только правами на природные объекты (недра, земельные участки, вода и т.д.).

Таким образом, учет объектов интеллектуальной собственности в условиях рыночной экономики является важнейшим звеном, открывающим путь к использованию этого своеобразного вида собственности с большой выгодой для государства и создателей НТПр, а также для научно-технического прогресса.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Инструкция о государственной регистрации работ по геологическому изучению недр. Утверждена приказом МПР России от 17.07.98 г. № 173.
2. Имущественные и авторские права на научно-техническую продукцию. Методические рекомендации. Второе издание. – М.: Геоинформмарк, 1999.
3. Закон РФ «О правовой охране и смежных правах» от 9 июля 1993 г. № 5352-1.
4. Закон РФ «О правовой охране программ для электронных вычислительных машин и баз данных» от 23 сентября 1992 г. № 3524-1.
5. Закон РФ «Об информации, информатизации и защите информации» от 20 февраля 1995 г. № 24-ФЗ.
6. Закон РФ «О недрах» от 3 марта 1995 г. № 27-93.
7. Закон РФ «О товарных знаках обслуживания и наименования мест происхождения товара» от 23 августа 1992 г. № 3520-1.
8. Зайченко В.Ю. Классификация объектов интеллектуальной собственности в сфере недропользования и их правовая охрана // Руды и металлы. 2001. № 2. С. 7–18.
9. Зайченко В.Ю. Юридическое оформление интеллектуальной собственности в сфере геологического изучения недр // Руды и металлы. 2001. № 4. С. 5–11.
10. Зайченко В.Ю. Оценка объектов интеллектуальной собственности в сфере геологического изучения недр // Руды и металлы. 2002. № 1. С. 5–15.
11. Конституция Российской Федерации // Коммерсант. М., 1994.
12. Нематериальные активы интеллектуальной деятельности. Методические рекомендации. – М.: Геоинформмарк, 1999.
13. Патентный закон РФ от 23 сентября 1992 г. № 3517-1.
14. Положение по ведению бухгалтерского учета и бухгалтерской отчетности в Российской Федерации. Утверждено приказом Минфина России от 29 июля 1998 г. № 34-Н. Бюллетень нормативных актов ФОИВ № 23, 14 сентября 1998 г.

15. Постановление Правительства Российской Федерации от 2 сентября 1999 г. № 982 «Об использовании результатов научно-технической деятельности».
16. Приказ Миннауки России от 17 ноября 1997 г. № 125 «Положение о государственной регистрации и учете открытых научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ».
17. Указ Президента Российской Федерации от 22 июля 1998 г. № 863 «О государственной политике по вовлечению в хозяйственный оборот результатов научно-технической деятельности и объектов интеллектуальной собственности в сфере науки и технологий». Собрание законодательства РФ, № 30, 1998.

УДК 553.81(234.851)

© Коллектив авторов, 2002

ЩЕЛОЧНО-УЛЬТРАОСНОВНЫЕ ПОРОДЫ ПРИПОЛЯРНОГО УРАЛА КАК ВОЗМОЖНЫЙ КОРЕННОЙ ИСТОЧНИК АЛМАЗОВ

Ю.А.Подкуйко (ГУП «Сосьвапромгеология»), В.И.Ваганов, О.Д.Захарченко (ЦНИГРИ МПР России), И.Н.Шиятый (КПР при администрации ХМАО)

На участке Сертынья в пределах эвгеосинклинальной зоны Приполярного Урала выявлен ряд трубообразных тел туфобрекчий базальтов и серпентинитов. В элювии одного тела обнаружено 14 зерен алмазов, которые образовались при дроблении как минимум пяти индивидуальных кристаллов. Судя по морфологическим особенностям, алмазы имеют кимберлитовый и (или) лампроитовый генезис. Получено однозначное свидетельство потенциальной алмазоносности пород Приполярного Урала.

Кимберлиты Приполярного Урала, впервые описанные Л.И.Лукияновой как Хартесский кимберлитовый комплекс, — первая и все еще слабо изученная находка кимберлитового магматизма на Урале. Кимберлиты приурочены к Ляпинскому антиклинорию, сложенному раннепротерозойскими гнейсами, биотитовыми сланцами с прослоями амфиболитов и мраморов. Эти кристаллические породы представляют собой дорифейский комплекс основания внешней зоны Урала. В структурном плане Ляпинский антиклинорий располагается в восточной части архей-раннепротерозойской Баренцевоморской платформы, которая многими исследователями рассматривается как наиболее погруженная и переработанная рифейскими авлакогенами северо-восточная часть Русской платформы.

Хартесский кимберлитовый комплекс неоднороден по составу и сложен тремя различными группами пород: кимберлиты и связанные с ними метаморфогенные породы; высококальциевые щелочно-ультраосновные лампрофиры; туфобрекчии толеитовых базальтов. Собственно кимберлиты встречаются только в верховьях р. Хартес, а лампрофиры и толеитовые ба-

зальты, первоначально рассматривавшиеся как пикриты и кимберлиты, нами диагностированы на участке Сертынья.

Кимберлиты р. Хартес в различной степени метаморфизованы и местами превращены в тальк-амфиболовые и хлорит-амфиболовые плейчатые сланцы, которые все же удается относить к кимберлитам по реликтам порфировой структуры и крайне высоким содержаниям MgO, Ni, Co и особенно Cr.

В геологическом отношении участок Хартес приурочен к блоку метаморфических пород архейско-раннепротерозойского фундамента, представляющего собой часть Тазовско-Баренцевской платформы, существовавшей до начала среднего рифея. Данную структуру, которую по всем критериям можно считать кристаллическим массивом, образуют верхнепротерозойские осадочные и осадочно-вулканогенные образования хобеинской (PR3hb) и маньинской (PR3mn) свит. На последние налагают отложения саранхапнерской (O1sn), хомасьинской (O1-2hm), хыдейской (O1-2hd) и щугорской (O2-3scd) свит ордовикского возраста. Вся территория участка перекрыта четвертичными осадочными отложениями различной мощ-

ности. Из магматических образований на площади участка установлены метадиабазы и кимберлиты. Метадиабазы относятся к образованиям палеозойского нерасчлененного дайкового комплекса.

Кимберлиты образуют ряд коренных выходов и элювиальных развалов, фиксируемых по берегам рек Левый Хартес и Керасынгъя, а также на водоразделе рек Педы-Шор и Педы-Л водного бассейна рек Торговая и Щугор. Видимая мощность тел составляет 60 м и более. Наиболее крупное тело по геофизическим данным вытянуто в меридиональном направлении до 2 км, в широтном — до 0,7 км.

Основой геологического строения участка Сертынья (примерно 15 км восточнее Хартесского участка) являются образования польвинской свиты ордовикского возраста, прорванные ультраосновными породами. Центральную часть участка формируют породы гарцбургит-перидотитового комплекса, относимого некоторыми авторами к салатимскому комплексу (σ O_3-S_1). Данные образования в качестве одного из элементов подчеркивают зону Главного Уральского глубинного разлома. Породы комплекса представлены массивными гарцбургитами и апогарцбургитовыми серпентинитами. На фоне серпентинитов специфическими понижениями в рельефе маркируются округлые тела туфобрекчий. Трубочатое тело, по которому пройдены шурф 35 и канавы 105–108, в рельефе выражается кратерообразной воронкой глубиной до 4 м и диаметром около 50 м. Строение тел обычно сложное: центральная часть выполнена туфовидно-обломочной породой. Обломочная составляющая туфобрекчий представлена остроугольными буровато-серыми обломками базальтов (?) и серпентинитов размером до 1 см, составляющими до 70% объема породы. Они часто интенсивно деформированы (вплоть до расланцевания). В коре выветривания туфобрекчий развиты апатит, моноклинный пироксен, оливин, ильменит, магнетит, золото, хромшпинелиды, графит, самородная медь, муассанит.

Здесь же, вблизи воронкообразных котловин, установлено наличие натриевых низкотитанистых толеитовых базальтов, обедненных легкими редкоземельными элементами (И.Л.Махоткин, Ю.А.Подкуйко, 1998). Наблюдаемые на участке моломощные (до 1 м) дайки лампрофиров незначительной протяженности имеют четкие границы. Вдоль контактов с дайками отмечаются зоны термической пере-

работки гарцбургитов мощностью до 20 см, сопровождаемые расланцеванием и серпентинизацией. Это крепкие, вязкие образования темно-серого цвета с кавернозной поверхностью. Структура пород порфириобластовая, текстура нечеткая, комковато-лавовая. Состав, %: слюда (флогопит?), тальк 40–70, пироксен 7–37, мелилит 7–9, гранат 3–30, сфен 10. Порфириобласты размером 0,1–1 мм составляют до 35% объема породы и сложены пироксеном, мелилитом, сфеном. Матрица состоит из более мелких зерен тех же минералов и мелкочешуйчатого слюдистого минерала.

Лампрофиры и базальты участка Сертынья резко отличаются по химическому и минеральному составу от кимберлитов участка Хартес. Тем не менее, распределение некогерентных элементов (РЗЭ) и высокочarged элементов (Ti, Nb, Ta, Zr, Hf, Th) во всех указанных породах имеет одну общую региональную особенность, которая заключается в очень низком содержании большинства редких элементов по сравнению с типичными кимберлитами и лампрофирами (И.Л.Махоткин, Ю.А.Подкуйко, 1998).

В одной пробе (МСК-2) предположительно элювия такой трубки извлечено 14 зерен алмазов, среди которых — один нарушенный кристалл и 13 осколков. Нарушенный кристалл представлен расколотым октаэдром (отсутствует около половины его) размером 1,65 0,93 0,90 мм, бесцветным, полупрозрачным без видимых включений (рис. 1, а). В октаэдре имеется небольшой клиновидный двойниковый росток более мелкого индивида (см. рис. 1, б) с хорошо выраженным двойниковым швом. Грани (III) имеют дитригональную форму и практически сплошь покрыты слаборельефными треугольниками травления, среди которых иногда отмечаются более рельефные (см. рис. 1, в). В прибрежных участках наблюдаются узкие поверхности (110) с желобчатой скульптурой.

Сколы носят комбинированный характер, т.е. присутствуют как протоматматические, так и механические сколы на поверхности. На данном кристалле поверхности протоматматических сколов более широко развиты, чем механических. Они несут признаки окислительного растворения в виде фигур травления, скульптур, характерных для кривогранных поверхностей (в данном случае блоковая, каплевидная, шестоватая), и округлые, сглаженные края. На одной из поверхностей протомат-

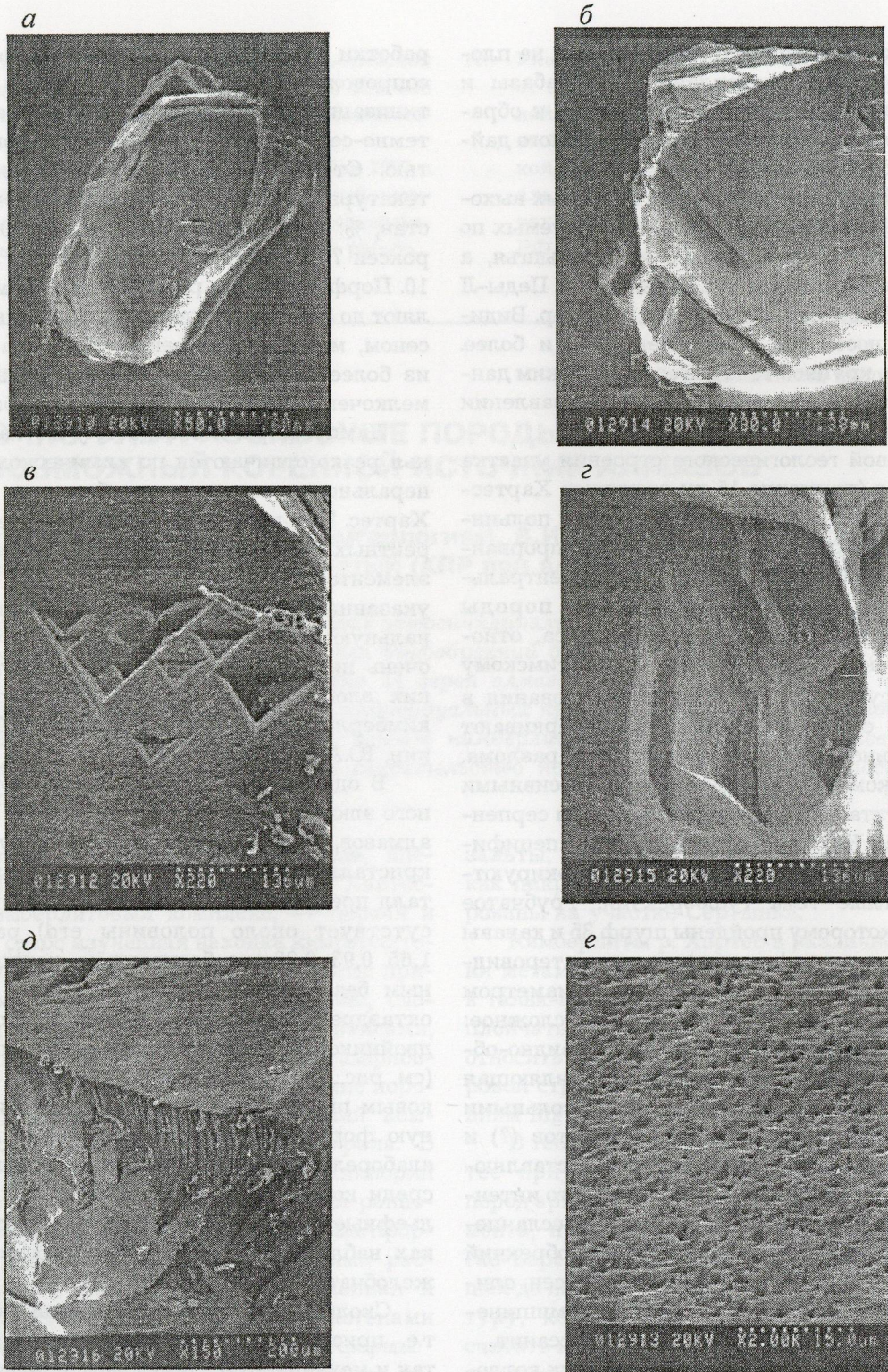


Рис. 1. Расколотый октаэдр с дитригональной формой граней:

a — общий вид; *б* — двойниковый клиновидный вrostок более мелкого индивида в октаэдре; *в* — рельефные треугольники травления на поверхности граней (III); *г* — четырехугольные углубления на поверхности протоматматического скола, ориентированного субпараллельно плоскости (100); *д* — механический скол со ступенчатым и раковистым (с веерообразной штриховкой) изломом; *е* — матированная поверхность, представленная сплошным узором из мельчайших каверн травления

матического скола, ориентированного субпараллельно плоскости (100), отмечаются фигуры травления четырехугольной формы (см. рис. 1, з). Небольшой участок механического скола имеет ступенчатый, реже раковистый с веерообразной штриховкой излом и острые края (см. рис. 1, д). Вся поверхность алмаза, кроме механического скола, матирована. При большом увеличении видно, что матировка обусловлена наличием на поверхности кристалла сплошного узора из мельчайших каверн травления (см. рис. 1, е).

В ультрафиолетовых лучах алмаз обладает слабой неопределенной люминесценцией. По морфологическим особенностям вышеописанный кристалл алмаза относится к алмазам кимберлитового (лампроитового) генезиса. Признаков использования его в буровой коронке не установлено.

Остальные алмазы представлены осколками, со всех сторон ограниченными поверхностями сколов, так что первоначальный их габитус определить невозможно (рис. 2, а). Только на трех из 13 алмазов наблюдаются реликты первоначальной поверхности (см. рис. 2, б).

Размеры сколов варьируют от 0,25×0,25 до 0,5×0,5 мм. Все сколы носят механический ха-

рактер с гладким, ступенчатым, сложноступенчатым, реже раковистым изломом с острыми краями. Скорее всего, такие свежие механические сколы имеют техногенную природу, т.е. алмазы были раздроблены в процессе обогащения.

В ультрафиолетовых лучах среди осколков различаются светящиеся ярким оранжевым, ярким желтым, средней интенсивности синим, бледным синим (по одному осколку) и слабым неопределенным (девять осколков) цветом. Можно достаточно уверенно предположить, что данные осколки образовались при дроблении как минимум пяти индивидуальных кристаллов.

Таким образом, впервые получено однозначное свидетельство потенциальной алмазоносности пород Приполярного Урала. Удивительно, что находка алмазов сделана не в пределах Хартесского комплекса, а на участке Сертынья, т.е. фактически в эвгеосинклинальной зоне, что противоречит известным тектоническим критериям алмазоносности. Очевидно, что для дальнейшего решения проблемы требуются контрольное опробование и детальное изучение вещества пород, слагающих предполагаемые трубки.

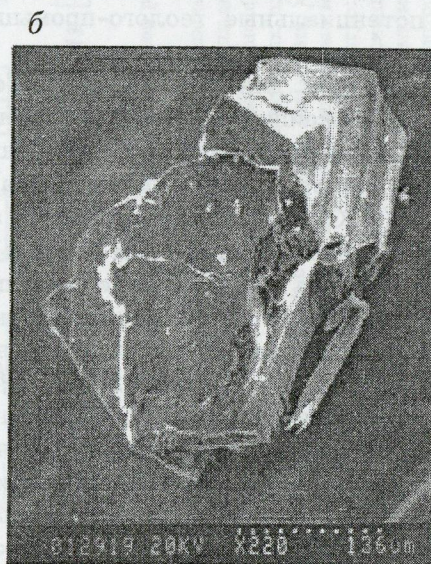


Рис. 2. Осколки алмаза:

а — ограниченные поверхностями механических сколов; б — с реликтом первоначальной поверхности кристалла, имеющего дитригональную штриховку

УДК 553.411.068 (470)

© Коллектив авторов, 2002

ЭКЗОГЕННАЯ ЗОЛОТОНОСНОСТЬ СЕВЕРО-ВОСТОКА РУССКОЙ ПЛАТФОРМЫ: ПРЕДПОСЫЛКИ ОСВОЕНИЯ

Е.В.Матвеева, В.П.Филиппов, О.А.Агибалов, С.А.Емельянов, Н.М.Иванов, С.В.Яблокова (ЦНИГРИ МПР России), В.И.Чернышов (ДПР Вологодской области)

Рассмотрены основные источники питания и потенциальные геолого-промышленные типы россыпей золота в пределах трех золотоносных зон, выделенных по особенностям морфоструктурного и геолого-геоморфологического строения. Приведены данные по россыпной золотоносности объектов песчано-гравийного сырья, положенные в основу оценки экономической целесообразности попутного получения золота при их освоении. Показаны основные типоморфные особенности самородного золота, присущие каждой из зон и отражающие его полигенетическую природу.

Экзогенная золотоносность изучаемой территории относится к обширному золотоносному ареалу, охватывающему крупные орографические системы Русской равнины: Валдайскую, Смоленско-Московскую и Верхнекамскую возвышенности, Галичскую гряду и Северные Увалы.

В рамках разработки проблемы по изучению металлогенности Русской платформы, проводимой ЦНИГРИ [2, 10–12], авторами выделены потенциальные геолого-промышленные типы россыпей золота, некоторые из которых перспективны для промышленного освоения уже в ближайшее время. К перспективным типам золотороссыпных месторождений относятся месторождения песчано-гравийного сырья (ПГС) флювиогляциального и аллювиального генезиса с попутным золотом и собственно золотые аллювиальные россыпи долин низких порядков на ограниченных площадях.

Основными источниками питания россыпей, как полагают авторы [2, 10, 11], служат промежуточные коллекторы различных фациальных типов дочетвертичного (точнее, доледникового) литолого-стратиграфического комплекса, которые формировались на протяжении позднепалеозойского и мезозойского этапов развития платформы. В формировании осадочного комплекса платформенного чехла участвовал материал Балтийского щита, Уральского поднятия и Тиманского кряжа — областей, известных своей золоторудной специализацией.

По особенностям геолого-геоморфологичес-

кого строения и характеру развития россыпной золотоносности в пределах рассматриваемой территории выделяются три золотороссыпные зоны: Северо-Западная, Центральная и Восточная (рис. 1).

Северо-Западная зона пространственно отвечает Онежско-Вагской глыбово-блоковой морфоструктуре I порядка, занимающей восточную периферию Валдайской возвышенности. Морфоструктура характеризуется дифференцированным блоковым строением и состоит из серии разноориентированных приподнятых площадных морфоструктур II–IV порядков, разделенных относительно опущенными линейно-площадными. Подстилающий четвертичную толщу осадочный комплекс представлен верхнедевонскими, каменноугольными и на незначительной площади нижнетриасовыми отложениями. Территория района перекрыта покровом отложений основных эпох оледенений, мощность которого в отдельных местах достигает 130 м.

Верхнедевонские отложения франского яруса развиты на небольшой площади только в районе Прионежья. Они сложены пестро- и красноцветными континентальными породами глинисто-песчаного состава. В тяжелой фракции песков отдельных горизонтов (в частности воронежского) отмечаются значительные содержания рудных минералов (до 85%). В целом для верхнедевонских отложений Русской платформы, формирующихся в областях влияния внутripлатформенных поднятий (Воронежский массив, Тиманский кряж, Ки-

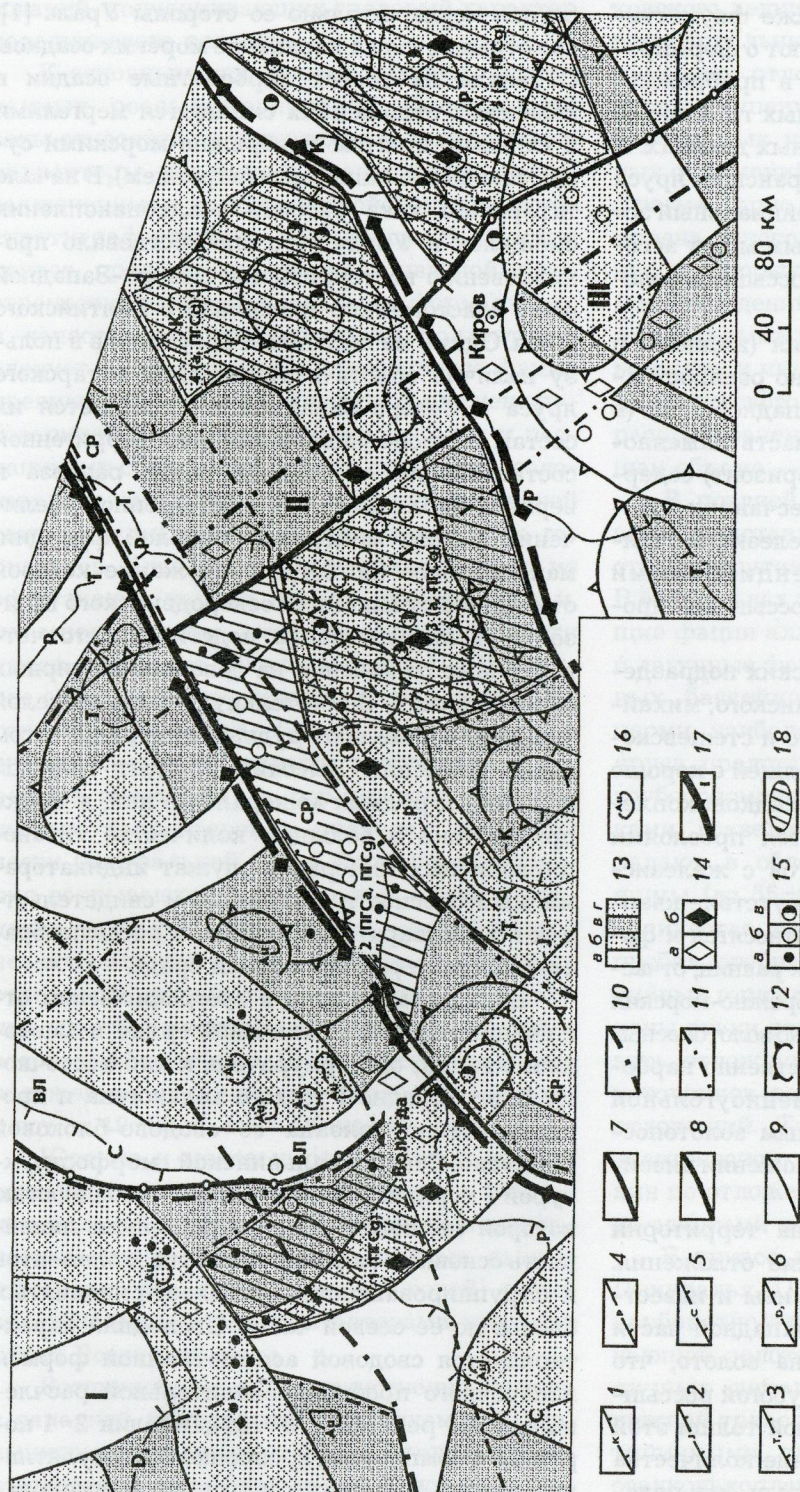


Рис. 1. Схема размещения потенциальных геолого-промышленных типов россыпных месторождений золота в северо-восточной части Русской платформы:

границы литолого-стратиграфических комплексов, вмещающих золотоносные коллекторы: 1 — меловой, 2 — юрский, 3 — нижнетриасовый, 4 — пермский, 5 — каменноугольный, 6 — верхнедевонский; границы: 7 — региональных площадных морфоструктур I порядка, ограничивающие блоки с различными структурно-вещными комплексами (1 — Онежско-Ватская, 2 — Галиско-Северозавалинская, 3 — Вятско-Камская), 8 — площадных морфоструктур II–III порядков, ограничивающие блоки с различной морфоструктурной характеристикой, 9 — локальных площадных морфоструктур; 10 — региональные линейные морфоструктуры I–II порядков, отражающие крупные разрывные нарушения кристаллического основания, в том числе связанные с авлакогенами: Воже-Лачский — ВЛ, Среднерусский — СР; 11 — линейные морфоструктуры III–IV порядков, отражающие дисъюнктивные и пикативные нарушения осадочного чехла платформ; 12 — кольцевые морфоструктуры различного порядка; 13 — высотные отметки и режим развития морфоструктур: а — 50–150 м, умеренные и интенсивные поднятия; б — более 150–200 м, слабые поднятия; в — 200–250 м, умеренные поднятия; г — до 30 знаков, б — 5–50 м/м, в — более 50 (до 700) м/м; 14 — месторождения ППС: а — не опробованные, б — с установленным золотом; 15 — точки с содержаниями золота в шлихах: а — до 30 знаков, б — 5–50 м/м, в — более 50 (до 700) м/м; 16 — шиховые ореолы золота; 17 — границы золотороссыпных зон: 1 — Северо-Западной, 2 — Центральной, 3 — Восточной; 18 — золотороссыпные районы, перспективные преимущественно на: а — аллювиальные россыпи долин низких порядков, ППС — попутное золото в месторождениях песчано-гравийного сырья в долинах высоких порядков; ППС — попутное золото в месторождениях песчано-гравийного сырья водно-ледникового генезиса (1 — Кирилло-Белозерский, 2 — Сухонский, 3 — Никольский, 4 — Кобринский, 5 — Верхнекамский)

льезерский вал), характерно повышенное содержание тяжелой фракции с высокой концентрацией титаноциркониевых минералов, обычно в ассоциации с золотом. Особенности литологического состава, а также фаунистический комплекс свидетельствуют о формировании рассматриваемых толщ в прибрежно-дельтовых условиях, а отдельных горизонтов — в мелководных озерах и речных долинах. В целом фациальный комплекс франского яруса следует рассматривать как потенциальный золотоносный коллектор, с которым могут ассоциировать перспективные на россыпное золото участки.

Каменноугольные отложения (нижнего и среднего отделов) незначительно распространены на территории Северо-Западной зоны (в западной ее части). Нижняя часть каменноугольного разреза (тульский горизонт) содержит бокситоносные породы и песчаники с железистым цементом (а также железистые стяжения), служащие потенциальными источниками питания золотороссыпных проявлений.

Отложения стратиграфических подразделений визейского яруса (алексинского, михайловского, веневского, тарусского и стешевского горизонтов) представлены толщей с хорошо выраженной цикличностью осадконакопления. Слои песков перемежаются прослоями глин, песчаников, конгломератов с железистым цементом; характерно присутствие кварцевых песков. Эти отложения относятся к фациям прибрежных аллювиальных равнин; отчасти они сформировались в прибрежно-морских условиях и являются потенциально золотоносными коллекторами. Из всей существенно карбонатной ниже- и среднекаменноугольной толщи к наиболее продуктивным золотоносным коллекторам относятся отложения визейского яруса.

Широко распространены на территории Северо-Западной зоны пермские отложения. Нижнепермские породы (доломиты и известняки) развиты ограниченно в западной части зоны. Они малопродуктивны на золото, что отражается в развитии крайне убогой россыпной золотоносности четвертичной толщи этой территории. Заметное увеличение количества терригенного материала, с которым, как полагают авторы, связано кластогенное золото, отмечается в отложениях уфимского яруса верхнего отдела перми, представленного алевролитами, глинами, красноцветными песчани-

ками с прослоями гипса и доломитов. В казанский век в Приуралье, к территории которого отчасти принадлежит восточная часть Северо-Западной зоны, терригенный материал поступал исключительно со стороны Урала [1], что отражается на характере морских осадков. С запада на восток карбонатные осадки в казанских отложениях сменяются мергелями и глинами, а затем прибрежно-морскими существенно песчанистыми (с гравием). В начале татарского века бассейн осадконакопления смещался к Уралу, что способствовало проникновению на территорию Северо-Западной зоны кластогенного материала с Балтийского щита. Одним из косвенных аргументов в пользу наличия золота в отложениях татарского яруса в Северо-Западной зоне является их состав. На фоне увеличения доли терригенной составляющей от нижней части разреза к верхней наблюдается соответствующее увеличение выхода минералов тяжелой фракции, максимальное (до 2,4%) содержание которой отмечено в отложениях северодвинского горизонта, непосредственно подстилающего четвертичные отложения на довольно обширных пространствах. Значительную долю тяжелой фракции составляют рудные минералы, в том числе ильменит. Высокий процент тяжелой фракции и рудных минералов в ней, а также присутствие в большом количестве титаноциркониевых минералов служат индикаторами золотоносности отложений и свидетельствуют о многократной сепарации россыпеобразующих минералов в водной среде.

Центральная зона в орографическом отношении отвечает Галичской гряде и Северным Увалам; она приурочена к юго-восточному борту Средне-Русского авлакогена и пространственно связана со сводово-блоковой Галичско-Североувальнинской морфоструктурой I порядка, отличительной особенностью которой является четко выраженная линейность основных морфоструктурных элементов и «сгруппированность» наиболее приподнятых блоков по ее осевой части. Последняя характеризуется сводовой асимметричной формой поперечного профиля, значительной расчлененностью рельефа (70–100 м) долин 2–4 порядков с комплексом эрозионно-аккумулятивных террас нескольких уровней и формированием зрелого аллювия нормальной мощности 7–15 м. Подстилают четвертичные отложения осадочная толща мезозойского комплекса (нижний триас, юра, мел) и в незначительном

объеме породы пермского возраста. Ледниковый комплекс состоит из отложений фронтальной части московского оледенения с широким развитием краевых ледниковых образований, подчеркивающих грядовый характер доледникового рельефа.

К основным источникам питания четвертичных россыпей проявлений Центральной зоны относятся промежуточные золотоносные коллекторы различных фациальных типов, заключенные в толще мезозойского литолого-стратиграфического комплекса. В нижнем триасе, представленном красноцветной и пестроцветной континентальными формациями, в качестве золотосодержащих коллекторов следует рассматривать аллювиальные фации древних долин. Древний аллювий сложен грубозернистыми косослоистыми песками и песчаниками с примесью гравия, гальки и прослоями конгломератов в отложениях вохминской свиты, шилихинского и краснобаковского горизонтов. Кластогенный материал состоит из эффузивных частиц, кварца, кремня, яшм, и, по мнению ряда исследователей, отчасти имеет уральское происхождение [1]. Последнее обстоятельство указывает на участие материала Уральской области питания (где в триасе уже были вскрыты золоторудные коренные источники) в формировании золотоносных коллекторов в пределах восточной части Центральной зоны. Указанные отложения вскрываются в эрозионных окнах в пределах наиболее приподнятых морфоблоков с незначительной мощностью перекрывающих отложений ледникового комплекса. Содержания золота в русловом аллювии современных водотоков бассейна р. Пыщуг, перемывающих отложения шилихинского горизонта, составляют от 10–50 до 100–200 мг/м³.

Юрские и меловые отложения в северо-восточной части Русской платформы, как и в центральной, обладают значительным золотоносным потенциалом. Более полные данные (по сравнению с Центральной зоной) по их золотоносности получены авторами при изучении Восточной зоны.

Восточная зона пространственно связана с западной периферией Верхнекамской возвышенности и отвечает Камо-Вятской глыбово-сводовой морфоструктуре I порядка, характерной особенностью которой является четкая дифференциация морфоструктур III–IV порядков, выражающаяся в относительно беспорядочном (в отличие от строения Онеж-

ско-Вагской и Галичско-Северозувальнинской морфоструктур) чередовании приподнятых и опущенных морфоблоков. Северная часть зоны отвечает перигляциальной области московского ледника с широким развитием флювиогляциальных и аллювиально-флювиогляциальных отложений; для южной — характерно ступенчатое строение водоразделов, перекрытых чехлом элювиально-делювиальных отложений (на северной периферии лишь фрагментарно сохранилась сильно перемытая морена донского оледенения). Крупные долины, в которых сосредоточена большая часть месторождений ПГС, в районе выполнены аллювиальными и озерно-аллювиальными отложениями и имеют террасовидное строение. Из доледникового комплекса наиболее широко распространены пермские отложения, в меньшем объеме — юрские, меловые и неогеновые.

В поздней перми территория Восточной зоны представляла собой область с преимущественно континентальным осадконакоплением. В ее пределах формировались золотосодержащие фации аллювиальных равнин, дельтовые и лагунные фации прибрежных зон мелководных бассейнов. Русловые фации верхней перми, наиболее характерные для татарского яруса, представлены в основном отложениями грубообломочного состава (песками, песчаниками, гравелитами, конгломератами). Преобладают в обломочном материале кремни и яшмы (до 55–65%), отмечается значительное количество кварца и кварцита (10–15%). В пробах, отобранных авторами из песчано-гравийных горизонтов татарского яруса, установлены знаки золота, что позволяет рассматривать отложения яруса в качестве одного из источников россыпного золота четвертичных отложений. Тесная пространственная связь золотоносного аллювия с корами выветривания по отложениям татарского яруса выявлена авторами в бассейне р. Чепца.

В триасе на основной части территории Приуралья [1] формировались пестроцветные карбонатно-терригенные отложения, включающие золотосодержащие коллекторы различных литолого-фациальных типов. Так, нижний триас характеризуется отложениями, типичными для условий континентального осадконакопления. Выполняющие палеоруслу песчаники, часто переходящие в пески, составляют нижнюю часть горизонтов и образуют линзовидные пачки мощностью от 3 до 25 м. В основании песчаных пластов часто прослежи-

ваются фиолетовые и коричневато-серые конгломераты. По данным полевых работ М.Г.Казанского с соавторами (1979), содержание золота в нижнетриасовых отложениях (ветлужская серия) от знаков до 33 мг/м^3 . К отложениям ветлужской серии пространственно тяготеют россыпепроявления Никольской золотороссыпной площади Восточной зоны.

Отложения юрской системы наиболее широко развиты на севере Восточной зоны в бассейнах верхних течений рек Вятка, Кама, верхнего и среднего течения р. Кобра и представлены отложениями среднего (байосский, батский и келловейский ярусы) и верхнего (оксфордский, кимериджский и волжский ярусы) отделов.

Среднеюрская толща сложена континентальными образованиями, в которых преобладают кварцевые мелкозернистые пески, часто разнозернистые с гравием и галькой. Для базального песчано-гравийно-галечного горизонта данной толщи, по данным полевых исследований К.А.Высоцкого (1992), характерно повышенное содержание россыпного золота — до 200 мг/м^3 .

Среди отложений среднего отдела как источник питания заслуживает внимания так называемая «рудная толща», формирование которой происходило в озерно-болотных условиях с образованием конкреций и линзовидных прослоев сидерита. В тяжелой фракции этих отложений преобладают непрозрачные минералы (магнетит-ильменит) от 30 до 55%, среди прозрачных доминируют рутил (до 10%) и циркон (до 8%). В целом для пород характерно повышенное содержание Ti 1,0 %, Zr 0,02–0,1%, а также золота, по данным различных авторов, от знаков до 23 г/т.

Верхнеюрские отложения прибрежно-

морской формации трансгрессивно залегают на среднеюрских образованиях. В базальной части разреза, как правило, прослеживается прослой гравийно-галечного материала мощностью до 1,5 м. В верхней части прослоя наблюдаются линзы песка и темно-серой алевроитовой глины, содержащие конкреции лимонита, включения пирита и фосфоритов; в глинах встречаются гнезда глауконитового песка. Содержания золота составляют первые десятки миллиграммов на 1 м^3 .

Меловые отложения, как и юрские, широко распространены в Восточной зоне. К золотосодержащим относятся фосфоритоносные фации мелководных морских бассейнов раннемеловой эпохи. Отложения нижнего отдела представлены песками, реже песчаниками, содержащими глауконит, а также гальку и желваки фосфоритов. Обычно желваки и галька фосфорита приурочены к основанию разреза, а их содержание достигает 40–45% всей массы пласта. В Восточной зоне в меловых отложениях, наряду с желваками, отмечаются окатанные гальки темно-серого фосфорита, участками сцементированного глинисто-фосфатным цементом в крепкий конгломерат.

В пробах, отобранных авторами из фосфоритовых руд Верхнекамского месторождения (раннемелового возраста), по данным атомно-абсорбционного анализа установлено золото. Анализ распределения золота (табл. 1) в разном по вещественному составу материале проб позволяет предположить, что оно в основном связано с сульфидами, присутствующими в значительных количествах в фосфоритовых рудах. По данным А.И.Романчука [5], содержание золота из руд того же месторождения составляет до 0,2 г/т. По результатам полевых исследований А.П.Ясырева (1970), известны на-

1. Результаты опробования промпродуктов и вмещающих отложений Верхнекамского фосфоритового месторождения

Характеристика материала	Содержание золота, г/т
Складированные хвосты фосфоритовых руд: исходный материал	0,015
его шлиховой концентрат	0,084
Фосфоритовая мука	0,005
Шлиховой концентрат фосфоритовой муки	0,85
Стяжения сульфидов из фосфоритсодержащей толщи	1,73
Мергель темно-серый с фауной пелеципод (?) и сульфидами из фосфоритсодержащей толщи	0,028

ходки золота с содержанием 0,2–0,3 г/т в фосфоритовых рудах Егорьевского месторождения (Московская область). Из руд последнего авторами [4] выделены частицы самородного золота размером от 0,05 до 0,22 мм и пробой 900–920.

Обработка результатов спектрального полуколичественного анализа позволила выявить тенденцию распределения ряда химических элементов в шлиховых пробах, отобранных из четвертичного комплекса рыхлых отложений, геохимическая характеристика которых косвенно отражает металлогеническую специализацию основных областей питания — Балтийского щита и Уральской орогенной области.

Всего был отобран 161 образец из аллювиальных отложений (фаии прируслового аллювия) и месторождений ПГС (флювиогляциальные отложения и террасовый аллювий долин высоких порядков). Из них 74 образца — из отложений Восточной зоны, 61 — Центральной, 26 — Северо-Западной. Несмотря на относительно небольшое количество образцов, характеризующих рассматриваемые участки, можно говорить о тенденции распределения средних содержаний ряда химических элементов. Так, наибольшая частота встречаемости средних содержаний Ag, Cr, Mn, Ni, Ti, Zn, Be, Bi, Cd, Ga, Sr, Ba отмечается в Восточной зоне, наиболее тесно пространственно связанной с Уральской областью питания. Средние содержания этих элементов постепенно снижаются в направлении с востока на запад (по мере ослабления влияния Уральской области

питания). Некоторые элементы (такие, как Ag, Bi, Cd, Sr, Ba) в Северо-Западной зоне практически отсутствуют. В то же время Центральная зона отличается повышенными содержаниями (по сравнению с Восточной) Y, Nb, V, т.е. отчетливо заметна редкоземельная специализация, характерная для Балтийского щита.

Неоднородность строения и вещественного состава, обусловленная как разными геолого-геоморфологическими условиями формирования выделенных золотороссыпных зон, так и отличной металлогенической спецификой областей питания, отражена в особенностях самородного золота россыпепроявлений.

Для самородного золота Северо-Западной зоны наиболее характерна пластинчатая (нередко толстопластинчатая) форма; преобладают (около 75%) слабоокатанные и полуокатанные частицы. Золото преимущественно высокопробное — 960–980, в нем присутствуют Hg (1%), Cu (0,1%), Pd (0,07%) и Bi (0,0007%) (табл. 2).

Золото Центральной зоны по комплексу признаков отличается от золота других зон. По морфологическим особенностям (в том числе по степени окатанности) выделяются две его разновидности. Первую составляют пластинчатые и чешуйчатые окатанные разности, среди которых часто встречаются овальные частицы с утолщениями в виде валика по их периферии, так называемое тороидальное золото [9, 13]; постоянно присутствуют (впрочем, как и в проявлениях Северо-Западной зоны) окатанные округлые, каплевидные (иногда со слабо выраженными гранями) изометричные

2. Содержания элементов-примесей в золоте северо-восточной части Русской платформы и Приполярного Урала, %

Элементы-примеси	Северо-восток Русской платформы*		Приполярный Урал**
	Северо-Западная зона	Восточная (Центральная) зона	
Cu	0,1	До 0,27	0,145
As	—***	До 0,18	0,004
Sb	—	—	0,002
Bi	0,0007	До 0,59	0,0008
Pd	0,07	—	0,024
Pt	—	До 0,23	0,0065
Te	—	До 0,19	0,003
Hg	1,0	До 2,7	—

* По данным локального микрорентгеноспектрального анализа.

** По данным спектрального анализа.

*** Ниже чувствительности метода.

кристаллы. Проба золота высокая 950–985. Золото второй разновидности практически лишено признаков окатанности и сохраняет первичный «рудный» облик. Оно представлено угловатыми и комковидными или идиоморфными выделениями, сростками лентовидных и нитевидных кристаллов, иногда дендритоидами с короткими ветвями первого порядка и угловатыми интерстициальными выделениями. Золото отличается более светлым серебристым, иногда светло-желтым цветом; проба его варьирует от 720 до 840.

Для золота Восточной зоны характерно преобладание хорошо окатанных пластинчатых часто тонкочешуйчатых золотин, нередко встречаются тороидальные частицы. На золоте отмечаются следы многократных механических деформаций (перегибы, смятия), в результате которых тонкочешуйчатые разности приобретают «ложную» (в отличие от первичной) изометричную форму. Преобладающая проба варьирует от 910 до 998. В то же время отмечаются разности с пробой 650–820 [7], что, возможно, связано с «подпиткой» россыпей проявлений из коренных источников, предполагаемых по наличию в шлиховых пробах ассоциации золота с комплексом рудогенных минералов [8]. Золото Восточной зоны отличается более широким спектром элементов-примесей по сравнению с золотом Северо-Западной зоны. При этом их состав близок к рудогенной ассоциации самородного золота Урала (см. табл. 2).

Сопоставление признаков золота разных зон показало, что, наряду с общими, отмечаются признаки, подчеркивающие индивидуальность золота каждой конкретной зоны. Так, частота встречаемости одних и тех же морфологических разновидностей существенно варьирует в каждой зоне. Еще более четко эти различия проявляются в степени гипергенных преобразований, отраженных, помимо разной степени окатанности, в составе поверхностных слоев золота (электронная оже-спектроскопия). Для золота Восточной зоны, например, выявлены признаки многократного переотложения и наибольшего окисления поверхностных слоев, обогащенных кислородом, серой и спорадически хлором. Меньшая степень изменения поверхности наблюдается в золоте Северо-Западной зоны, где кислород и сера присутствуют на поверхности лишь отдельных золотин. В «рудном» золоте Центральной зоны с незначительной гипергенной переработкой,

практически не затронувшей коррозией поверхность золотин, на поверхности сохраняется серебро.

Кроме «свободного» экзогенного золота, содержащегося в отложениях различных литолого-стратиграфических подразделений, в пределах выделенных зон установлены или предполагаются проявления рудного золота. В бассейне нижнего течения р. Вятка (Восточная зона), по данным М.Л. Руднева [8], отмечаются шлиховые потоки золота в ассоциации с минералами, типичными для эндогенного оруденения, представленными висмутином, киноварью, халькопиритом, сфалеритом. Шлиховые потоки тесно пространственно связаны с зонами медного и свинцово-цинкового оруденения с попутным золотом до 1 г/т. В аллювии ряда водотоков (Каменка, Кумбисер, Большой Лох и др.) Центральной зоны авторами установлены золото рудного облика.

Золотороссыпные зоны в силу различия геолого-структурной позиции отличались приоритетным развитием конкретных типовых обстановок россыпеобразования и, как следствие, преобладанием в пределах выделенных зон определенных типов золотороссыпных проявлений.

Первая типовая обстановка характерна для россыпеобразования в пределах наиболее приподнятых (с высотным положением 220–300 м и более) морфоблоков с восходящим режимом развития. Рельеф сильно расчленен, долины 2–4 порядков глубоко (до 70–80 м) врезаны. Золотоносные коллекторы представлены фаціальными типами преимущественно мезозойских отложений терригенной серии. Данная обстановка благоприятна для формирования собственно аллювиальных россыпей (в долинах 2–4 порядков), которые развиты в Центральной и Восточной зонах.

Вторая типовая обстановка характерна для россыпеобразования в условиях умеренно приподнятых морфоструктур (с высотным положением 150–250 м) и различной степенью расчленения рельефа. Четвертичный покров характеризуется фаціальным разнообразием ледникового комплекса отложений с широким распространением краевых ледниковых образований. Золотоносные коллекторы локализованы в отложениях широкого возрастного диапазона — от франского яруса верхнего девона до триаса. К основному потенциальному геолого-промышленному золотороссыпному типу относятся золотосодержащие месторождения

ПГС, связанные с флювиогляциальными отложениями, а также с русловым аллювием нижних отрезков долин 4–5 порядков. Рассмотренная обстановка наиболее типична для Северо-Западной зоны, где получила широкое развитие (в частности, в бассейнах рек Шексна, Молога, Кубена, на правом берегу р. Сухона).

Третья типовая обстановка россыпеобразования развита в пределах линейно-площадных относительно опущенных морфоструктур, к которым приурочены долины рек высоких порядков (Сухона, Кама, Вятка и др.). К отдельным отрезкам этих долин, где формируются толщи перстративного и констративного аллювия, нередко приурочены золотосодержащие месторождения ПГС. Аллювиальная толща обогащалась золотом в основном за счет перемыва инстративной фации, а также привноса его боковыми притоками. Значительная доля золота поступила за счет перемыва большого объема отложений ледникового комплекса. Подстилающий комплекс здесь пред-

Федерации установлено, что практически все месторождения ПГС содержат россыпное золото. Содержания его колеблются от 5 до 300 мг/м³ при средних содержаниях на большей части месторождений 20–30 мг/м³. Близкие содержания получены авторами и при опробовании значительного числа месторождений ПГС в пределах рассматриваемой территории, металлогенический потенциал попутного золота которой составляет не менее 50 т. Значительный интерес для попутного получения золота при переработке песчано-гравийного сырья представляют Абакановское и Коврижинское месторождения ПГС (Кирилло-Белозерская перспективная золотороссыпная площадь в пределах Северо-Западной зоны). Авторами были опробованы исходные отложения, а также продукты промышленной переработки песчано-гравийного сырья Абакановского и Кирилловского ГОКов: постели корытных моек классификаторов, пески-отсевы, участки карт намыва возле сливных труб (табл. 3).

3. Содержание золота в песчано-гравийном сырье и продуктах его переработки

Опробованный материал	Содержания Au в месторождениях ПГС, мг/м ³	
	Абакановское	Коврижинское
Исходные отложения	До 10	До 10
Пески-отсевы карт намыва	До 80	До 70
Постели корытных моек	1500	3200
Зумпф	5000	Пробы не отбирались

ставлен отложениями пермского, в меньшей мере триасового возрастов. С золотосодержащими месторождениями ПГС долин высоких порядков связаны значительные ресурсы россыпного золота Восточной и Северо-Западной зон.

Наиболее перспективными, как представляется авторам, потенциальными объектами для промышленного получения золота в ближайшие годы, являются золотосодержащие месторождения ПГС, где золото рассматривается как попутное. Территория северо-восточной части Русской платформы обладает значительным (не менее 2 млрд. м³ по категории Р₃) потенциалом золотосодержащего песчано-гравийного сырья в месторождениях ледникового и аллювиального генезиса. По результатам проведенных авторами работ [10] на территории более 10 субъектов Российской

По данным шлихового опробования размеры золота редко превышают 0,5–0,7 мм, в шлихе, полученном из зумпфа Абакановского ГОКа, нередко золотины размером более 1 мм (наиболее крупная — 3,5 мм и массой около 6 мг).

К настоящему времени разработаны технологические схемы для попутного извлечения золота при переработке песчано-гравийного сырья. В частности, АОЗТ «Конверс-золото» совместно с ВИМСом разработан, изготовлен и прошел промышленные испытания шлюз с вибровыдвижной панелью, который «врезается» непосредственно в технологическую цепочку сортировочных фабрик ГОКов [14]. Техничко-экономические расчеты и проект установки промышленной обогатительной линии на Вяземском ГОКе производительностью 350 тыс. м³ в год по пескам-отсевам показывают, что попутное извлечение

золота в процессе текущего производства может быть рентабельно на предприятиях, перерабатывающих горную массу по «мокрой» технологической схеме, производительностью не менее 200 тыс. м³ песчаной составляющей в год при содержании в ней свободного золота 30–50 мг/м³, что близко к содержаниям золота в песках-отсевах Абакановского и Кирилловского ГОКов.

По другой схеме [5,6] предполагается извлечение золота в результате переработки песков-отсевов хвостохранилищ, где накапливаются хвосты промышленной переработки песчано-гравийного сырья, не востребованные как товарный продукт. Данная технологическая схема обеспечивает более глубокую переработку ПГС для получения, кроме гравия и песка крупных фракций (–3+1) мм, высококачественной продукции — золотосодержащего концентрата с содержанием Au более 50 г/т и песков «узких» классов (минеральный порошок для асфальтобетонных смесей, пески для изготовления силикатного кирпича, автоклавных бетонов и др.). В частности, на Кирилловском ГОКе материал фракции –1 мм накапливается в картах намыва, где формируется золотосодержащая техногенная россыпь с содержанием золота до 70 мг/м³ (см. табл. 3). Среднее содержание песковой фракции –1 мм в месторождениях ПГС, связанных с флювиогляциальными отложениями, составляет обычно около 50% [3]. Проектная мощность переработки Кирилловского ГОКа около 500 тыс. м³ песчано-гравийного сырья в год. Таким образом, в картах намыва за 35 лет работы ГОКа могло накопиться не менее 10 млн. м³ песковой фракции –1 мм. Ожидаемое среднее содержание золота в техногенной россыпи карты намыва можно принять, как показано выше, не менее 30 мг/м³. Потенциальный ресурс техногенной россыпи Кирилловского ГОКа составляет 300–500 кг золота при ожидаемом среднем содержании 30–50 мг/м³. Значительно большей проектной мощностью переработки обладает Абакановский ГОК — около 900 тыс. м³ песчано-гравийного сырья в год. При условии доведения производительности обоих ГОКов до проектной мощности (1,3 млн. м³) годовой объем золотосодержащих песков-отсевов составит около 700 тыс. м³, из которых ежегодно можно попутно получать не менее 30 кг золота. Кроме золота, из ценных компонентов, которые повышают рентабельность попутной добычи золота, отмечается платина.

Как указано выше, перспективные на собственно аллювиальные россыпи площади расположены в пределах Центральной и Восточной зон. Используя данные ГРР на аллювиальные россыпи в пределах Восточной зоны (М.Г.Казанский, 1979), авторы построили модель строения россыпей в поперечном разрезе (рис. 2), оптимально приближенную к реально ожидаемым россыпям.

В пределах Центральной зоны авторами как наиболее перспективные на аллювиальные россыпи выделены площади в бассейнах верховьев рек Юза, Кема, Юг. Одним из типов промежуточных коллекторов, несомненно, был аллювий плиоцен-раннеплейстоценовых (доледниковых) долин, часть из которых выявлена на рассматриваемых участках по данным буровых работ. Содержание золота в аллювии доледниковых долин на сопредельных территориях составляет первые десятки миллиграммов на 1 м³. Обогащение аллювия водотоков происходило также за счет перемыва золотосодержащих (как установлено авторами) различных фаций отложений ледникового комплекса. Золото в аллювии водотоков указанных бассейнов имеет содержания от единичных знаков до 250 мг/м³; количество проб со значениями до 5 мг/м³ составляет 50%, 10–15 мг/м³ — 25%, 20–250 мг/м³ — 25%. Параметры ожидаемых россыпей, которые могут представлять промышленный интерес, следующие: среднее содержание в пласте не менее 150 мг/м³, мощность пласта 1,5 м, ширина россыпи 60–100 м. Исходя из принятых параметров для выделенных перспективных долин установлена линейная продуктивность, которая колеблется в пределах 18–30 кг/км. С учетом приведенной продуктивности прогнозные ресурсы аллювиальных россыпей в Центральной зоне составляют около 9 т по категории Рз. Таким образом, бассейн верховьев рек Кема, Юза и Юг в пределах Центральной зоны можно рассматривать в качестве лицензионной площади для постановки поисково-оценочных работ на аллювиальные россыпи долин низких порядков.

Проведенные исследования позволили в пределах достаточно обширной части северо-востока Русской платформы выделить три золотороссыпных зоны, различающиеся, наряду с геолого-металлогенической позицией, развитием приоритетных типов россыпей. Полученные результаты способствуют, с одной стороны, оптимизации подходов к лицензированию

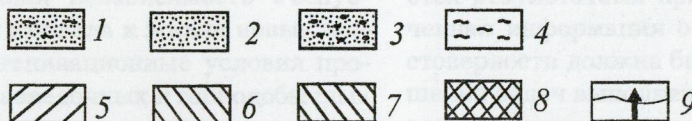
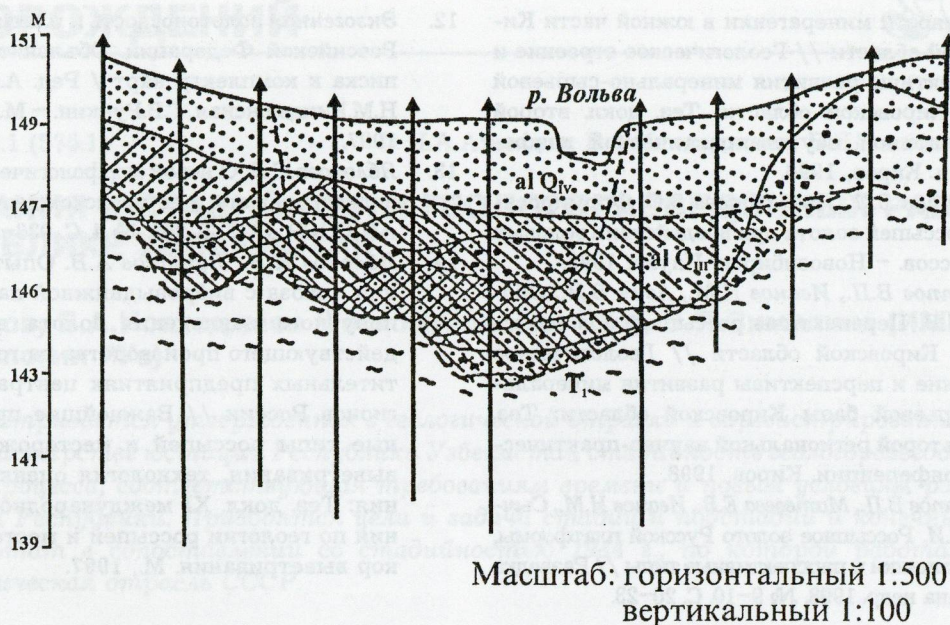


Рис. 2. Поперечный разрез россыпи долины р. Вольва в 1 км выше устья:

1 — песок глинистый; 2 — песок; 3 — песок с гравием и галькой; 4 — глина; содержание золота, мг/м^3 : 5 — 1–10, 6 — 10–50, 7 — 50–100, 8 — более 100; 9 — буровые скважины

перспективных на россыпи золота площадей, с другой — определению направления ГРП в их пределах.

Как следует из приведенного материала для промышленной реализации наиболее перспективны золотосодержащие месторождения ПГС. К настоящему времени достаточно хорошо изучены особенности и оценены ресурсы их сырьевой базы, существуют эффективные технические средства получения гравитационного концентрата, разработана технология рентабельного извлечения попутного золота в промышленных масштабах.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Геология СССР. Т. XI. Поволжье и Прикамье. Ч. I. Геологическое описание. — М.: Недра, 1967.
2. Матвеева Е.В., Филиппов В.П. Типовые геоморфологические обстановки формирования россыпных проявлений центральной части Русской платформы // Отечественная геология. 1998. № 3. С. 34–40.
3. Мигачев И.Ф., Кальниченко С.С., Романчук А.И. Перспективы золотоносности Восточно-Европейской платформы // Отечественная геология. 1995. № 3. С. 53–57.
4. Основные типы золотосодержащих месторождений осадочного чехла центральной части Восточно-Европейской платформы / С.С.Кальниченко, Н.М.Иванов, Н.А.Каримова и др. // Руды и металлы. 1995. № 6. С. 5–15.
5. Оценка золотоносности некоторых месторождений ПГМ Восточно-Европейской платформы / А.И.Романчук, А.И.Никулин, В.В.Жарков и др. // Разведка и охрана недр. 1998. № 9–10. С. 23–26.
6. Ревин В.В. Четвертичные пески и песчано-гравийные отложения. — М.: Недра, 1977.
7. Россытная золотоносность верховий рек Вятки и Камы / В.Г.Деньгин, В.Н.Азин, И.С.Воскресенский и др. // Геологическое строение и перспективы развития минерально-сырьевой базы Кировской области: Тез. докл. второй региональной научно-практической конференции. Киров, 1998.
8. Руднев М.Л. Глубинное строение и некоторые

- особенности минерализации в южной части Кировской области // Геологическое строение и перспективы развития минерально-сырьевой базы Кировской области: Тез. докл. второй региональной научно-практической конференции. Киров, 1998.
9. Филиппов В.Е., Никифорова З.С. Формирование россыпей золота при воздействии эоловых процессов. – Новосибирск: Наука, 1998.
 10. Филиппов В.П., Иванов Н.М., Азин В.Н., Оборин С.В. Перспективы россыпной золотоносности Кировской области // Геологическое строение и перспективы развития минерально-сырьевой базы Кировской области: Тез. докл. второй региональной научно-практической конференции. Киров, 1998.
 11. Филиппов В.П., Матвеева Е.В., Иванов Н.М., Сычкин Н.И. Россыпное золото Русской платформы, его источники и перспективные типы // Разведка и охрана недр. 1998. № 9–10. С. 20–23.
 12. Экзогенная золотоносность и платиноносность Российской Федерации. Объяснительная записка к комплексу карт / Ред. А.И.Кривцов, Н.М.Риндзюнская, Г.В.Ручкин. – М.: ЦНИГРИ, 1997.
 13. Яблокова С.В. О новой морфологической разновидности золота и ее происхождении // Докл. АН СССР. 1972. Т. 205. № 4. С. 936–939.
 14. Яблоков К.В., Луцаков А.В. Опыт применения шлюза с вибровыдвижной панелью для попутного извлечения золота в процессе действующего производства на горно-обогачительных предприятиях центральных регионов России // Важнейшие промышленные типы россыпей и месторождений кор выветривания, технология оценки и освоения: Тез. докл. XI международного совещания по геологии россыпей и месторождений кор выветривания. М., 1997.

МЕТОДЫ И МЕТОДИКИ ПРОГНОЗА, ПОИСКОВ, ОЦЕНКИ И РАЗВЕДКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ



УДК 550.812.1 (575.1)

© Н.А.Ахмедов, Б.А.Исаходжаев, В.Я.Зималина, 2002

ТРЕБОВАНИЯ К СТАДИЙНОСТИ ГЕОЛОГОРАЗВЕДОЧНЫХ РАБОТ В РЕСПУБЛИКЕ УЗБЕКИСТАН

Н.А.Ахмедов, Б.А.Исаходжаев (Госкомгеологии РУз), В.Я.Зималина (ИМР Госкомгеологии РУз)

Рассматривается утвержденная в геологической отрасли и зарегистрированная в Министерстве юстиции Республики Узбекистан стадийность геологоразведочного процесса, соответствующая требованиям времени и новым условиям развития Республики. Приводятся цели и задачи стадий и подстадий и конечный результат в сопоставлении со стадийностью 1984 г., по которой работала геологическая отрасль СССР.

Государственная независимость Республики Узбекистан вызвала к жизни новые экономические и организационные условия проведения геологоразведочных и горнодобычных работ. С переходом к рыночным отношениям и изменением форм собственности появилась настоятельная необходимость разработки новых нормативных документов, регламентирующих структуру геологоразведочного процесса, требования к изученности месторождений, передаваемых в эксплуатацию.

До 1994 г. геологоразведочные работы в Республике Узбекистан регламентировались Методическими указаниями о проведении геологоразведочных работ на твердые полезные ископаемые по стадиям [2]. В них обобщен многолетний опыт ГРР в различных регионах бывшего СССР, и в этом большое положительное их значение. С получением независимости в 1994 г. в Республике Узбекистан были утверждены Временные методические указания о проведении геологоразведочных работ по стадиям (твердые полезные ископаемые) [1], которые в 1999 г. после тщательной доработки переведены в постоянные [3].

Установленные стадии геологоразведочных работ должны осуществляться в приведенной ниже последовательности. В зависимости от вида минерального сырья, конкретных особенностей геологического строения объектов работ, их размеров, оцененных перспектив стадии поисков, оценки и разведки могут совмещаться. При этом постановка работ каждой последующей стадии определя-

ется результатами проведенных работ: полученная информация о полноте и степени достоверности должна быть достаточной для решения задач выполненной стадии, геологического и технико-экономического обоснования целесообразности постановки работ следующей стадии.

Разработанная в геологической отрасли Узбекистана стадийность коренным образом отличается от принятой в бывшем СССР, особенно стадии поисков, оценки и разведки [4].

Стадии геологоразведочных работ:

Стадия 1. Региональное геологическое изучение территории Республики Узбекистан.

А. Региональные геолого-геофизические исследования масштабов 1:1 000 000–1:500 000.

Б. Региональные геолого-съемочные, геофизические, геоэкономические и инженерно-геологические работы масштаба 1:200 000 (1:100 000).

В. Внемасштабные локальные сверхглубинные работы.

Г. Прочие мелкомасштабные исследования и обобщения в плане международного сотрудничества по изучению геологического строения Земли и др.

Стадия 2. Геологическая съемка масштаба 1:50 000 (1:25 000).

Стадия 3. Поиски.

А. Опережающие специализированные поисковые работы.

Б. Поисковые работы.

Стадия 4. Оценка.

А. Предварительная оценка месторождения.

Б. Детальная оценка месторождения.

Стадия 5. Разведка.

Стадия 6. Доразведка.

Стадия 7. Эксплуатационная разведка.

При разработке данных методических рекомендаций учитывались требования времени и практика проведения геологоразведочных работ в условиях Узбекистана.

Стадия 1. Региональное геологическое изучение территории Республики Узбекистан. Проводится в целях определения особенностей ее геологического строения, выявления закономерностей размещения в пределах регионов различных видов полезных ископаемых и оценки их перспектив, позволяющих на этой основе выделять площади для постановки работ последующих стадий.

А. Региональные геолого-геофизические исследования масштабов 1:1 000 000–1:500 000. Проводятся с целью создания принципиально новой или периодического обновления существующей геолого-геофизической основы, позволяющей устанавливать главнейшие черты геологического строения крупных регионов и закономерности размещения полезных ископаемых в их пределах. В состав работ подстадии входят специализированные виды исследований: космोटотогеологическое картирование, глубинное сейсмическое зондирование по опорным профилям, другие региональные геологические и геофизические исследования, завершающиеся составлением разрезов и карт геологического содержания масштабов 1:1 000 000–1:500 000, а также бурение сверхглубоких скважин специального назначения.

Б. Региональные геолого-съемочные, геофизические, геоэкономические, геодинамические, геохимические, аэрокосмогеологические, гидрогеологические, инженерно-геологические работы масштаба 1:200 000 (1:100 000). Назначение работ — изучение геологического строения отдельных районов с учетом геофизических и геохимических данных и использование выявленных закономерностей размещения полезных ископаемых с целью выделения прогнозных площадей (потенциальных рудных узлов, полей), определения направлений дальнейших геофизических, геолого-съемочных, поисковых работ и решения других задач.

В результате работ этой подстадии должны быть составлены уточненная государственная геологическая карта, карта полезных ископаемых, карта закономерностей размеще-

ния и прогноза полезных ископаемых без количественной оценки прогнозных ресурсов категории Рз. На данной стадии изученности оценить количественно прогнозные ресурсы практически невозможно; отсутствие количественных показателей для расчета ресурсов категории Рз позволяет геологам давать нерезальные, нередко «необъятные», ничем не обоснованные перспективы. В этом основное отличие новой стадийности работ в Республике Узбекистан от стадийности работ 1984 г.

В. Внемасштабные локальные сверхглубинные работы. Проводятся для изучения глубинного геологического строения отдельных районов, определения их перспектив и закономерностей размещения полезных ископаемых в их пределах. Выполняются по мере необходимости в пределах локальных участков недр. Это могут быть бурение сверхглубоких скважин, космोटотогеологическое картирование, глубинное сейсмическое зондирование, другие региональные геологические и геофизические исследования. По данным этих исследований составляются геологические и другие карты, глубинные разрезы отдельных геологических регионов и др.

Г. Прочие мелкомасштабные исследования и обобщения в плане международного сотрудничества по изучению геологического строения Земли и др. Результатом работ этой подстадии должны быть геолого-геофизические карты и другие материалы, предусмотренные программой международного сотрудничества. Исследования выполняются по специальным международным программам.

Стадия 2. Геологическая съемка масштаба 1:50 000 (1:25 000). Является основным методом площадного геологического изучения территории Республики Узбекистан. В первую очередь должна проводиться в пределах известных горно-рудных районов. При сложном геологическом строении района, а также в зависимости от вида и характера проявлений полезных ископаемых работы могут выполняться на отдельных площадях и участках в более крупном масштабе. Задачей стадии является составление комплекта государственной геологической карты — научной основы прогноза и поиска полезных ископаемых.

В отличие от варианта стадийности 1984 г. общие поиски исключены из этой стадии. Поисковые работы, начинающиеся одновременно со съемкой и комплексом геофизических, геохимических и других сопутствующих иссле-

дований, не могут базироваться на их результатах, ведутся бессистемно, при этом распыляются силы и средства. На заключительном этапе, когда появляется возможность получить обобщенную информацию для прогноза, не остается времени для оценки перспективных площадей.

Стадия 3. Поиски. Проводятся с целью открытия месторождений и проявлений полезных ископаемых и должны выполняться на перспективных площадях в пределах известных и потенциально перспективных рудных полей и бассейнов осадочных полезных ископаемых, где при геолого-съемочных работах масштаба 1:50 000 (1:25 000) или при других предшествующих работах установлена возможность обнаружения месторождений, подтвержденная наличием перспективных проявлений полезных ископаемых или их прямых признаков, и определены прогнозные ресурсы категории Р₂.

Поисковые работы могут выполняться в два этапа: А. Опережающие специализированные поисковые работы; Б. Поисковые работы.

А. Опережающие поисковые работы. Подстадия осуществляется в случаях, когда на площадях, выделяемых под поисковые работы, имеющиеся материалы не позволяют достоверно оценить прогнозные ресурсы категории Р₂. На данной подстадии проводится комплекс или отдельные виды геологических, геохимических, геофизических и других исследований, направленных на установление прямых и косвенных признаков прогнозируемого оруденения. Составляются карты и другие материалы, обосновывающие выделение конкретных перспективных участков для выявления прогнозируемого оруденения или отрицательную оценку площади. Если в процессе выполнения опережающих специализированных поисковых работ получены достоверные данные, позволяющие сделать вывод о перспективах изучаемой площади или ее части, то на их основании могут проводиться поисковые работы второй подстадии до завершения работ первой.

Б. Поисковые работы. Осуществляются на локальных площадях с прогнозными ресурсами категории Р₂, оцененными на основании результатов работ предыдущих стадий, обобщения и анализа ранее выполненных исследований.

В ходе поисковых работ фиксируются, уточняются и исследуются все заслуживаю-

щие внимания проявления, точки минерализации и признаки полезного ископаемого, свидетельствующие о возможности выявления месторождений определенного геолого-промышленного типа. Установленные перспективные проявления исследуются с детальностью, позволяющей определить их ресурсы по категории Р₁ и провести геолого-экономическую оценку. Конечный результат поисковых работ — геологические карты и разрезы к ним в масштабах 1:25 000–1:10 000 с врезками более крупных масштабов, отражающие условия локализации полезных ископаемых. По данным поисковых работ второй подстадии составляется отчет, в котором приводится обоснованная оценка количества, качества и геолого-экономического значения прогнозных ресурсов категории Р₁. Даются рекомендации по дальнейшему проведению работ на рудопроявлении или участке.

Выделение подстадий опережающих специализированных и собственно поисковых работ обусловлено тем, что если на первой из них не получено положительных результатов, то работы прекращаются, составляется отчет. При положительных результатах проектируются дополнительные работы на проведение второй подстадии.

В данном варианте стадийности отражены более жесткие требования к оценке прогнозных ресурсов. Так, на основе поисковых работ второй подстадии прогнозные ресурсы оцениваются по категории Р₁. Такой подход позволит значительно экономить средства на поиски.

Стадия 4. Оценка. Оценочные работы — переходный этап от поисков к разведке месторождений полезных ископаемых. Основная цель работ — оценка возможного промышленного значения выявленных перспективных проявлений, отбраковка объектов, не представляющих промышленного интереса, и выбор объектов для проведения разведочных работ. Стадия оценки разделяется на две подстадии: предварительную и детальную. В целях экономической целесообразности работы могут проводиться в одну стадию без подразделения на подстадии.

Подразделение на подстадии сделано с целью конкретизации задач, а также исходя из зарубежного опыта подготовки месторождения для промышленного освоения, когда после стадии «оценка» месторождение передается в эксплуатацию. А потому подстадия

«детальная оценка» по всей совокупности задач соответствует стадии предварительной разведки (1984 г.). С учетом работ первой подстадии составляется ТЭО, на основе которого принимается решение о целесообразности проведения дальнейших работ или их прекращении. По результатам работ подстадии «детальная оценка» составляется ТЭД на проведение разведки, а в некоторых случаях — эксплуатации. Оценочные работы допускается проводить после любой предшествующей стадии геологической съемки на перспективных участках. Самое главное отличие рассматриваемой стадийности — выявление на стадии оценки запасов категории С₂, а на участках первоочередной отработки — С₁. По результатам работ разрабатывается и утверждается в установленном порядке ТЭО о целесообразности проведения разведки месторождения или его части.

Стадия 5. Разведка. Проводится на месторождении (части крупного месторождения), получившем по результатам предыдущих стадий положительную оценку при наличии решения о его отработке. Соответствует детальной разведке (1984 г.). Разведка запасов осуществляется по категориям С₁ и С₂, а на месторождениях I и II групп сложности часть запасов первоочередной отработки разведывается до категории В. Минимально необходимое количество разведываемых запасов и соотношение категорий определяются сроком окупаемости капитальных вложений на основании технико-экономических расчетов. При необходимости на флангах и глубоких горизонтах месторождения делается оценка прогнозных ресурсов. По результатам разведки производится подсчет разведанных

запасов полезных ископаемых и разрабатывается ТЭО целесообразности строительства предприятия. Запасы утверждаются в установленном порядке.

Стадии «Доразведка» и «Эксплуатационная разведка» выполняются на разведанных и не освоенных промышленностью, а также на разрабатываемых месторождениях. Они осуществляются за счет средств заказчика и имеют те же задачи, которые изложены в Методических рекомендациях 1984 года.

В предложенном варианте стадийности сделаны шаги по приближению геологической отрасли Республики Узбекистан к развитым странам в связи с переходом к рыночным отношениям.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Временные методические указания о проведении геологоразведочных работ по стадиям (твердые полезные ископаемые).* — Ташкент: Госкомгеологии РУз, 1994.
2. *Методические указания о проведении геологоразведочных работ на твердые полезные ископаемые по стадиям.* — М.: Мингео СССР, 1984.
3. *Методические указания о проведении геологоразведочных работ по стадиям (твердые полезные ископаемые).* — Ташкент: Госкомгеологии РУз, 1999.
4. *Совершенствование структуры геологоразведочного процесса, классификации запасов и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых Республики Узбекистан / Т.Ш.Шаякубов, Б.А.Исаходжаев, В.Я.Зималина и др. // Разведка и охрана недр. 1998. № 1.*

УДК 553.41:553.048 (575.1)

© М.У.Исаков, Г.Р.Исанова, В.Я.Зималина, 2002

ПОДТВЕРЖДАЕМОСТЬ ЗАПАСОВ НА ЗОЛОТОРУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЯХ РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН

М.У.Исаков, Г.Р.Исанова, В.Я.Зималина (ИМП Госкомгеологии Республики Узбекистан)

*На примере эксплуатируемых месторождений Узбекистана из различных золоторудных формаций и типов рудных залежей проведено сопоставление разведанных и эксплуатируемых запасов. Проанализирована достоверность разведанных запасов, рассмотрены причины их расхождения с данными разра-
ботки.*

Республика Узбекистан по запасам и прогнозным ресурсам золота занимает второе место в мире, находится в первой пятёрке стран по подтвержденным запасам [1, 5].

Основным источником золота являются эндогенные месторождения. По минеральному составу руд они объединены в следующие основные формации.

Золото-кварцевая формация. Золото в рудах содержится главным образом в сульфидных и характеризуется неравномерным распределением. В зависимости от минерального состава руд, количества сульфидов и пробности золота выделяют различные их минеральные типы: золото-(серебро)-карбонатно-адуляр-кварцевый, золото-полисульфидный со свободным золотом пониженной пробы (Чадакское рудное поле); золото-шеелит-кварцевый, золото-полисульфидный с золотом высшей и средней проб (Зармитан); золото-шеелит(пирит, арсенопирит)-полевощпат-кварцевый со свободным золотом высокой пробы (Мурунтау). Рудовмещающими могут быть углеродисто-терригенные (Мурунтау), магматические, реже вулканические (Чадак, Зармитан), терригенные (Каракудук) и карбонатные (Сентяб) породы.

Золото-сульфидно-кварцевая формация. В составе руд важную роль играют пирит, антимонит, халькопирит, теллуриды золота, сульфосоли свинца, меди, серебра, сфалерит и галенит в переменных количествах. Месторождения этой формации представлены системами крутых простых и сложных кварцевых жил (Актурпак), сочетанием пологих меж- и внутрiformационных залежей, рудных столбов (Каульды), пологих и крутых жил, трубчатых тел (Кочбулак), систем субпа-

раллельных и ветвящихся тел и прожилков, линейно вытянутых зон окварцевания (Кызылалма), минерализованными зонами и жилами в терригенных породах (Амантайтау, Сармич, Биран). Золото свободное, и частично связанное с сульфидами, имеет высокую, среднюю и низкую пробы.

К данному типу можно отнести золото-сульфидно-кварцевый в скарнах булутканский подтип. Месторождения представлены скарновыми залежами с сульфидной и золотой минерализацией на контакте гранитоидов и карбонатных пород (месторождение Рабинджан).

Золото-сульфидная формация. В составе руд основную роль играют пирит, халькопирит, арсенопирит, пирротин, сфалерит и галенит в переменных количествах. Первичное золото тесно связано с сульфидами. Месторождения представлены в основном минерализованными зонами вкрапленности золотосодержащих сульфидов в углеродистых вулканогенно-терригенных и терригенных породах. Выделяются два основных минеральных типа: золото-пиритовый (Кокпатас, Даугызтау) с «упорным» золотом и золото-гидроксидный со свободным и высокопробным золотом (зона окисления тех же объектов).

К «упорным» в технологическом отношении золотосодержащим рудам относятся руды с тонкодисперсным золотом, не извлекаемым прямым цианированием. Это главным образом мышьяковые, пиритные руды, а также содержащие так называемые «цианисиды» — поглотители цианидов (самородная медь, ее оксиды, сурьмяные минералы).

Золото-серебро-кварцевая формация объединяет месторождения в терригенных и

карбонатно-терригенных породах. Характеризуется высокой серебристостью золота и обилием собственно серебряных минералов (сульфидов, сульфосолей). Золото-серебряные месторождения — жилы, минерализованные жильные зоны (Высоковольтное), плито- и линзообразные тела (Косманачи).

Золото-кварц-карбонат-сульфидная формация объединяет месторождения типа залежей, жил, гнездового или вкрапленного оруденения в карбонатных толщах и образующихся по ним метасоматитах (карлинский тип). В Узбекистане она пока не обнаружена.

В соответствии с количеством сульфидов, присутствующих в рудах, эндогенные месторождения разделяются на убого сульфидные (до 2%), малосульфидные (до 5%), умеренно сульфидные (5–20%) и существенно сульфидные (более 20%).

Помимо перечисленных рудных формаций, представляющих собственно золоторудные месторождения, золото является важным полезным компонентом многих эндогенных комплексных месторождений, главным образом медно-порфировых, медноколчеданных, колчеданно-полиметаллических, медно-никелевых и др.

В настоящее время на территории Республики Узбекистан известны месторождения золото-кварцевой, золото-сульфидно-кварцевой, золото-сульфидной и золото-сереброкварцевой формаций.

По морфологическим особенностям, условиям залегания и внутреннему строению рудных тел, а также характеру распределения золота среди эндогенных золоторудных месторождений выделяются следующие типы:

- 1) штокверки и жилы в углеродистых и терригенных породах (Мурунтау, Мютенбай);
- 2) жилы, системы сближенных жил крутого падения в граносиенитах, ороговикованных сланцах, алевролитах (Зармитан, Гужумсай);
- 3) жилы, залежи и минерализованные зоны в интрузивах или в вулканогенных породах (Пирмираб, Гузаксай, Актурпак, Каульды, Кочбулак, Кызылалма); трубчатые тела в вулканогенных породах (некоторые рудные тела Кочбулака), минерализованные и колчеданные тела в углеродистых терригенных породах (Амантайтау); жилы и минерализованные зоны в углеродистых терригенных и других породах (Сармич, Биран); золото-сульфидные минерализованные зоны в углеродистых вулканогенно-терригенных и терригенных породах

(Кокпатас, Даугызтау); золото-серебряные пологопадающие плито- и линзообразные тела в углеродисто-сланцевой толще (Косманачи).

Штокверки, образованные большим количеством различно ориентированных, невыдержанных по форме и неравномерно распределенных маломощных кварцевых жил и тонких прожилков, а также вкрапленной сульфидной минерализацией, как правило, имеют весьма значительные размеры по площади и на глубину. Эти месторождения локализуются в углеродсодержащих кварцево-сланцевых сланцах, полевошпат-кварцевых песчаниках и алевролитах (Мурунтау, Мютенбай). Околорудные изменения вмещающих пород представлены биотитизацией, калишпатизацией, альбитизацией, окварцеванием. Участки с промышленными рудами в штокверковых месторождениях не имеют четких геологических границ и выявляются по данным опробования. Промышленное оруденение в штокверках имеет форму линз, пластов, седловидных залежей, иногда столбов.

Жилы, залежи и минерализованные зоны в интрузивных или в вулканогенных породах. Представлены простыми и сложными кварцевыми жилами в интрузивных породах (например в сиенит-диоритах с блоками кварцевых порфиров, Актурпак), сочетанием пологих меж- и внутриформационных залежей и крутых жил, рудных столбов в вулканогенных и интрузивных породах (Каульды, Кочбулак, Кызылалма). Для них характерны линейно вытянутые формы, значительные мощности (от 5–10 до 50 м и более) и отсутствие четких геологических границ рудных тел; их контуры, как правило, определяются по данным опробования. Руды относятся к золото-сульфидно-кварцевой и золото-кварцевой формациям.

Жилы, системы сближенных жил крутого падения в гранитоидах, реже в вулканогенно-терригенных и карбонатных породах. Золото, размещается в граносиенитах, ороговикованных сланцах, алевролитах.

В рудах золото-сульфидно-кварцевого типа золото свободное, золото-шеелит-кварцевого — высокой, золото-полисульфидного — средней пробы. Руды «упорные» с пиритом и мышьяком (Зармитан, Гужумсай).

Трубчатые крутопадающие тела в вулканогенных породах (Кочбулак). Вмещающими породами являются дацитовые и андезитовые порфириты, березиты. Месторождения

данного типа относятся к золото-полисульфидно-кварцевой формации с теллуридами. Золото распределено внутри трубчатых тел крайне неравномерно — богатые участки чередуются с безрудными, имеют форму столбов. Контуры промышленного оруденения отрисовываются по данным опробования. Внутри трубок отмечаются одна-две жилы с богатым содержанием, вокруг которых концентрируются рядовые руды.

Крутопадающие минерализованные зоны и колчеданные тела в углеродистых терригенных породах (Амантайтау). Вмещающие породы представлены углеродсодержащими кварцево-слюдистыми сланцами, полевошпат-кварцевыми песчаниками и алевролитами с редкими линзами туфолов, псевдоигнимбритов и др. Рудные тела имеют форму линз и крутопадающих минерализованных зон с прожилково-вкрапленными рудами. Руды относятся к золото-сульфидной со связанным золотом средней пробы и золото-сульфидно-кварцевой («колчеданной») формациям со свободным золотом средней-высокой проб, а также к золото-пирит-карбонат-кварцевой.

Жилы и минерализованные зоны в углеродистых терригенных и других породах (Сармич, Биран). Рудовмещающими являются углеродистые кварцево-слюдистые сланцы, известковистые алевролиты, полевошпат-кварцевые песчаники. Оруденение сопровождается кварцевыми жилами, системами крутопадающих мелких жил и прожилков, линейных зон брекчий и штокверкового окварцевания. Контролируется в пространстве дайковыми телами сармичского диабаз-диорит-гранитоидного комплекса. Продуктивный минеральный состав — золото-арсенопирит-пирит-кварцевый, парагенетически связанный с интрузивным комплексом.

Золото-сульфидные минерализованные зоны в углеродистых вулканогенно-терригенных породах. Рудные тела представлены плито-, линзо-, трубообразными формами прожилково-вкрапленных руд золото-сульфидного типа со связанным субдисперсным («упорным» по обогащению) золотом средней пробы, распространенным в ведущих сульфидах — пирите, арсенопирите. В окисленных рудах самородное золото имеет высокую пробу и связано с продуктами окисления сульфидов; минеральный состав руд — золото-гидроксидный (Кокпатас, Даугызтау).

Золото-серебро-кварцевые минерализо-

ванные зоны в карбонатно-терригенных породах. Рудные тела пологопадающие, плито-линзообразных форм, располагаются в углеродисто-алевро-песчано-сланцевой толще и контролируются пологопадающими межпластовыми зонами дробления, брекчированием пород и трещинами отслоения. Минеральный состав руд — золото-серебро-сульфосольный (Косманачи).

Трубообразные и неправильной формы залежи и гнезда скарновых месторождений. Распространены ограниченно. Залежи окисленных руд золото-сульфидно-кварцевой формации в карманообразных и линейно вытянутых карстовых впадинах в карбонатных толщах образуют месторождения весьма сложного строения (Тарор, Мосриф, Гиждарва в Таджикистане). В Узбекистане данный тип пока не обнаружен.

Среди собственно золоторудных месторождений выделяются: золото-медные, золото-сурьмяные и др. Кроме того, есть золотосодержащие месторождения: медно-порфировые с золотом, золото-серебряные и др.

На медно-порфировых месторождениях залежи имеют линзовидную, пластообразную и сложную формы и включают золотосодержащие пирит-халькопиритовые, пирит-пиротиновые руды с низкими содержаниями золота. Золото извлекается в качестве попутного компонента при отработке основных руд (Алмалык).

Золото-сурьмяные комплексные месторождения среднего масштаба содержат золото в ранних сульфидных ассоциациях. Сурьмяная антимонитовая минерализация замыкает рудный процесс (Скальное в Таджикистане, объекты Южного Букантау и др.).

По размерам и формам рудных тел, изменчивости их мощности и внутреннего строения, особенностям распределения полезного компонента золоторудные месторождения Узбекистана соответствуют 2-й, 3-й и 4-й группам сложности Классификации запасов месторождений и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых (1999 г.). В определении групп сложности введен коэффициент вариации (величина, количественно характеризующая степень изменчивости).

Новая Классификация запасов и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых (1999 г.) Узбекистана показывает сходство подходов к категоризации запасов с Рамочной классификацией ООН. Предлагаемые РК ООН

этапы геологической изученности запасов (ресурсов) аналогичны принятым в Узбекистане стадиям геологоразведочных работ, в рамках которых обосновываются запасы (ресурсы) различных категорий (В, С₁, С₂, Р₁, Р₂).

Категория В соответствует достоверным минеральным запасам, С₁ — исчисленным, С₂ — вероятным, Р₁ — предполагаемым, Р₂ — прогнозным. В отличие от российской классификации запасов в Узбекистане самой высокой категорией является В (категория А отменена в целях экономии средств на разведку простых в геологическом отношении месторождений). Категория прогнозных ресурсов Р₃ отменена как количественно не оцениваемая.

Из-за сложного строения месторождений и крайне неравномерного распределения золота внутри рудных тел точно подсчитать запасы в недрах практически невозможно. Разведка, осуществляемая даже горными работами (а в настоящее время ведущая роль отводится бурению скважин), не может обеспечить 100%-ную сходимостъ подсчитанных запасов с фактически обрабатываемыми [2].

Авторами проведены специальные исследования по определению достоверности разведанных запасов на ряде эксплуатируемых в настоящее время золоторудных месторождений (Мурунтау [5], Кочбулак, Кокпатас, Марджанбулак, Чадак).

Месторождение *Мурунтау* относится к золото-кварцевому типу. Функционирует с 1967 г. как законченный комплекс, обеспечивающий цикл разведочных и эксплуатационных работ вплоть до выпуска золота высшего качества. На предприятии достигнуто высокое извлечение золота из руд с низкими содержаниями при минимальных издержках на единицу продукции.

В 1986 г. выполнено сопоставление погашенных геологических запасов с эксплуатационными за 19-летний период разработок. Разница по средним содержаниям золота составила около 24%. Это обусловлено технологическим разубоживанием при формировании выемочных уступов, так как их отметки никогда не совпадают с границами геологических рудных тел.

Главные недостатки подсчета запасов 1985 г. — несоответствие границ блоков морфологии рудных тел по данным эксплуатации, а также завышение содержания золота относительно эксплуатационного на 20–30%.

Использованный для оценки запасов

метод разрезов имеет ряд недостатков. Главный из них — несоответствие способу разработки горизонтальными слоями (уступами). Существенны также некоторое завышение оценки среднего содержания и неудобство учета движения и погашения эксплуатационных запасов по отношению к «эффекту оконтуривания».

Методика переоценки ресурсов исходит из установленных при эксплуатации морфоструктурных особенностей локализации оруденения и преследует задачу максимального снижения погрешности запасов как в целом, так и по отдельным уступам с приближением подсчитанного среднего содержания металла в геологических запасах к эксплуатационному.

Приведенные данные по месторождению *Мурунтау* показывают, что, несмотря на якобы имеющее место снижение содержания золота на 20–30%, запасы компенсируются за счет его уникальности, а некоторые неизбежные геологические неточности при подсчете запасов, касающиеся морфологии рудных тел, ликвидированы при его отработке.

Чадакское рудное поле относится к золото-кварцевому типу. Достоверность разведки и оценки запасов определяется, в первую очередь, путем сопоставления данных разведки и эксплуатации [6]. Более чем за двадцатилетний срок эксплуатации месторождений *Чадакского рудного поля* *Пирмираб* и *Гузаксай* полностью отработаны первоначально утвержденные ГКЗ запасы, причем одна треть из них разрабатывалась карьером, а две трети — подземным способом.

Объектами сопоставления служили рудные жилы участков Южный месторождения *Гузаксай* и Центральный месторождения *Пирмираб*, которые в большинстве своем отработаны более чем на 90%. При анализе результатов сопоставления разведки и доразведки за «эталонные» запасы принимались данные эксплуатационной разведки (табл. 1), а при определении достоверности эксплуатационной разведки исходными данными были фактические запасы по жилам, месторождению, определенные при геолого-маркшейдерском учете и сопоставленные с «эталонными» запасами руды, переработанными на фабрике (табл. 2).

Сопоставление данных разведки, эксплуатации в контурах ГКЗ и отработки проводилось путем сравнения данных по геологическому строению месторождений, участков, горизонтов, жильных зон, кварцевых жил и

1. Сопоставление подсчетных параметров запасов по данным разведки и эксплуатации, %, по [6]

Жилы	Удельный вес запасов	Площадь	Мощность	Среднее содержание		Запасы		
				Au	Ag	Руда	Au	Ag
Месторождение Гузаксай								
В контурах ГКЗ (C ₁ балансовые + C ₂ забалансовые)								
Главная	84	-1,9	+2,1	-20,3	+19,7	-0,1	-20,7	+19,6
в том числе C ₁ забалан- совые		-6,9	+5,3	-31,5	+7,2	-2,0	-32,3	+5,4
В контуре отработки (ГКЗ+ЦКЗ по C ₁ балансовые)								
		-13,7	+7,9	-14,3	+24,5	-7,2	-20,4	+15,0
В контуре ГКЗ (C ₁ забалансовые)								
Западная II	3	0	+39,2	+38,1	+56,3	+39,4	+93,7	+118,3
В контуре ГКЗ (C ₁ забалансовые + C ₂)								
Юго-Западная	13	-19,2	-14,0	+12,8	+32,1	-19,8	-29,1	-45,6
Всего по карьере								
В контурах ГКЗ (C ₁ балансовые + C ₂ забалансовые)								
		-6,3	-5,0	-16,7	+2,5	-1,9	-18,5	+0,9
в том числе C ₁ забалан- совые		-6,9	+5,3	-31,5	+7,2	-2,0	-32,3	+5,4
В контуре отработки (ГКЗ+ЦКЗ по C ₁ балансовые)								
		-14,3	+21,2	-15,9	+28,7	+3,9	-12,0	+33,4
Месторождение Пирмираб, участок Центральный								
В контурах ГКЗ (C ₁ балансовые + C ₂ забалансовые)								
ба	36	-17,9	-20,0	-3,8	+35,5	-34,2	-36,3	-10,9
Апофиза III	15	-15,1	-22,0	+55,2	+98,2	-33,8	+2,8	+31,2
Апофиза I	18	-3,4	+1,3	+18,8	+39,3	-1,9	+15,8	+36,6
6-7	9	-25,4	+44,8	-39,7	-20,4	+8,3	-35,7	-13,8
Апофиза II	5	-8,5	+14,4	+35,9	+46,0	+4,9	+42,6	+52,9
ба-1	3	-14,3	+45,7	-4,2	-24,4	-53,4	-55,5	-63,2
Слепая	3	0	-16,3	-10,6	+17,6	-15,0	-24,7	0
8а	1	+6,7	-50,1	-27,0	+3,5	-46,6	-61,1	-5,0
Всего по участку (C ₁ ба- лансовые+забалансовые)		-12,0	-7,7	+5,2	+33,0	-19,6	-15,4	+6,8
в том числе C ₁ балансо- вые		-12,7	-8,9	+5,5	+35,3	-20,4	-16,1	+7,8
В контуре отработки (ГКЗ+ЦКЗ по C ₁ балансовые + C ₁ забалансовые)								
		-6,4	-7,9	+12,1	+30,6	-13,8	-3,2	+12,5
в том числе C ₁ балансовые		-6,0	-9,0	+12,7	+31,8	-14,4	-3,5	+12,9

параметров подсчета запасов (площадь, мощность, среднее содержание золота и серебра, запасы руды и металлов).

По месторождению Гузаксай при почти полном подтверждении запасов руды в контурах ГКЗ и отработки запасы золота не подтвердились на 20,7 и 20,4%. Это связано с тем, что по редкой разведочной сети первого этапа

среднее содержание золота было завышено на 31,5%.

Сравнение результатов подсчета по данным разработки с результатами геолого-маркшейдерского учета показывает незначительное расхождение, %: по руде 0,61, по золоту 3,3, а по серебру отмечается увеличение на 0,7. По месторождению Пирмираб запасы руды и

2. Сопоставление данных доразведки и разработки в пределах Чадакского рудного поля, по [6]

Наименование жил	Количество рудных пересечений		Площадь	Мощность	Среднее содержание				Запасы	
	Доразведка	Эксплуатация			Au	Ag	Руда	Au	Ag	
Месторождение Гузаксай, в контурах отработки										
Главная	24	45	0	+12,4	+2,9	+6,8	+12,2	+15,7	+20,3	
Западная II	11	20	0	-9,8	-5,9	+8,7	-9,9	-12,3	0	
Юго-Западная	23	44	0	+5,5	-16,4	-8,2	+0,1	-3,7	-8,0	
Итого	58	109	0	+8,4	0	+0,7	+8,5	+6,3	+9,7	
Месторождение Пирмираб, в контурах отработки										
Апофиза I	22	72	+12,8	-1,4	-15,0	+13,7	+11,5	-5,2	+25,0	
Апофиза II	174	289	-6,7	+3,1	+8,7	+24,6	-3,8	+4,8	+20,0	
8а	8	81	+24,2	-17,8	-19,3	-23,8	+2,3	-16,2	-21,4	
5	355	551	-9,6	+10,9	+12,8	+17,8	+0,3	+13,5	+18,1	
Итого	559	993	-4,9	+12,6	+3,3	+11,8	+1,4	+5,6	+13,6	
То же, в контурах доразведанных запасов, утвержденных ЦКЗ										
Апофиза I	22	65	-	-3,5	-12,5	+8,0	-3,5	-15,5	+8,3	
Апофиза II	174	303	-	+2,0	-4,6	+23,8	+23,5	+7,2	+26,7	
8а	8	49	-	-10,0	-35,7	-52,7	-9,5	-43,2	-57,1	
5	355	583	-	+9,0	+8,5	+11,5	+9,1	+17,0	+21,7	
Итого	559	1000	-	+4,3	0	+6,6	+4,3	+3,8	+11,3	

Примечание «+» — прирост, «-» — непотверждение, %.

золота в контурах ГКЗ по данным отработки не подтвердились соответственно на 20,4 и 16,1%, а по серебру увеличились на 7,8% против утвержденных ГКЗ. В контуре отработки запасы, утвержденные ГКЗ и ЦКЗ, оказались более сопоставимыми с подсчитанными, тем не менее запасы по данным разведки завышены по руде на 14,4%, золоту на 3,5%, а по серебру занижены на 12,9%.

Причиной неподтверждения запасов в контурах ГКЗ явилось уменьшение площади балансовых руд по данным отработки на 12,7% и средней мощности рудных тел на 8,9%. Обусловлено это существенным неподтверждением геологического строения зоны Пирмирабского разлома.

Согласно требованиям действовавшей в то время инструкции ГКЗ, плотность сети для Чадакских месторождений принималась 20×40 м, т.е. на одно разведочное сечение приходилось в среднем 800 м^2 изучаемой площади. Фактическая удельная площадь на одно разведочное сечение по месторождению составила 956 м^2 , в том числе по жиле 6а — 940 м^2 , апофизе III — 1203 м^2 , жиле 6–7 — 1870 м^2 . По этим же жилам уменьшение рудной площади составило 17,9, 15,1 и 25,1% соответственно. Количество рудных пересечений, приходящихся на всю площадь балансовых руд, по данным отработки в целом по месторождению возросло в 17,7 раз, в том числе по жиле 6а в 17, апофизе III в 30, по жиле 6–7 в 9 раз против данных разведки.

Изменение средней мощности рудных жил по данным отработки в сторону уменьшения против данных разведки также носит систематический характер и обусловлено, прежде всего, редкой разведочной сетью, не позволяющей установить морфологию рудных тел при разведке.

Среднее содержание серебра в подавляющем большинстве сопоставляемых жил по данным отработки оказалось больше, чем по данным разведки, достигая по отдельным жилам 98,2%. В среднем содержание серебра увеличилось на 35,3%. Обусловлено это прежде всего тем, что серебру, как попутному металлу, в первые годы разведки не уделялось должного внимания.

Для выяснения неподтверждения запасов в окварцованных породах произведен подсчет запасов отдельно в контурах кварцевых жил совместно с вмещающими окварцованными породами. При этом выяснилось, что по золоту

82% неподтверждения, а по серебру все 100% произошли за счет окварцованных пород.

Таким образом, общие представления об особенностях геологического строения месторождений, рудоносных зон и рудных жил по данным эксплуатации существенных изменений не претерпели. Морфологические особенности рудных тел и вмещающих их жил, естественно, усложнились, но в целом их взаимоотношения между собой, с безрудными жилами и диабазовыми дайками в основном подтвердились. Принятая при разведке разведочная сеть не позволяла с необходимой достоверностью определять основные подсчетные параметры.

По месторождению Гузаксай данные разведки не подтвердились по запасам золота в контуре ГКЗ на 20,7%, в контурах отработки на 20,4%, по месторождению Пирмираб на 15,4 и 3,2% соответственно. Основные причины неподтверждения запасов в контурах ГКЗ — уменьшение среднего содержания против разведанного по месторождению Гузаксай и уменьшение площади и средней мощности по месторождению Пирмираб. Учитывая сложную морфологию и небольшие размеры рудных тел, а также весьма неравномерный характер распределения оруденения, принятая в настоящее время разведочная сеть, соответствующая месторождениям III группы сложности, обеспечивает достаточно высокую достоверность подсчетных параметров и запасов.

Месторождение Кокпатас относится к золото-сульфидному типу. Нами проводились исследования по оценке подтверждаемости разведанных запасов окисленных руд, добываемых Навоийским горно-металлургическим комбинатом по ряду участков Кокпатасского золоторудного месторождения. Пересчитаны запасы, утвержденные ГКЗ, и сопоставлены с фактически отработанными. Выявлены причины расхождений запасов (табл. 3).

С достаточной уверенностью можно предположить, что приведенные количественные расхождения в запасах, определенные сопоставлением результатов разведки (с учетом пересчета запасов ГКЗ) и эксплуатации по участкам, объясняются более сложными закономерностями локализации промышленного золотого оруденения (в окисленных рудах).

Установленные нами особенности локализации золота в промышленных количествах (в окисленных рудах) характеризуются: невыдержанностью содержания золота, мощностей

3. Сопоставление подсчета запасов окисленных руд по данным разведки (ГКЗ), разработки и пересчета по некоторым участкам золоторудного месторождения Кокпатас

Участки, показатели	Неподтвердившиеся запасы, подлежащие списанию, %	Разница, % (пересчет/данные ГКЗ)	Неподтверждение с учетом пересчета, % для окисленных руд
<i>Карашахо-II-1</i>			
Руда, тыс. т	33,4	4,9	28,5
Золото, кг	36,6	9,3	27,2
Содержание, г/т	5,2	3,26	1,96
<i>Широтный-2</i>			
Руда, тыс. т	8,2	4,5	3,7
Золото, кг	27,0	5,9	21,1
Содержание, г/т	20,4		
<i>Западный-I-3</i>			
Руда, тыс. т	23,04	18,7	4,35
Золото, кг	31,3	14,8	16,5
Содержание, г/т	13,6	5,5	19,1
<i>Западный-II-1</i>			
Руда, тыс. т	16,5	11,6	4,9
Золото, кг	24,0	10,7	13,3
Содержание, г/т	9,1	0	9,1
<i>Западный-II-2</i>			
Руда, тыс. т	54,2	28,4	25,7
Золото, кг	59,7	27,1	32,5
Содержание, г/т	13,4	14,5	1,1
<i>Всего по пяти участкам</i>			
Руда, тыс. т	24,1	11,2	12,9
Золото, кг	31,3	11,7	19,5
Содержание, г/т	12,6		

залежей и линейных запасов как по простиранию, так и по падению; изменчивыми морфологическими очертаниями промышленных скоплений (более сложными, чем они представлялись на этапе разведки); более высокой степенью изменчивости статистических параметров оруденения, чем на стадии разведки; приуроченностью промышленных руд только к определенным гипсометрическим уровням разреза.

Обработка результатов разведки по месторождению *Кочбулак* позволяет установить средние значения ошибок подсчетных параметров в зависимости от структурно-морфологического типа золоторудных тел:

в определении мощностей крутопадающих жил — от +1 до +150%, в среднем +35% и от -2 до -45%, в среднем -11%; пологих жил — от +9 до +200%, в среднем +142% и от -2 до -10%, в среднем -6% в трубках;

наиболее велики ошибки в определении средних содержаний в крутых жилах — среднее завышение при детальной разведке +53,5%, занижение -35%, в пологих жилах соответственно +42 и -36%, в трубках +32 и -28%;

в определении запасов золота в пологих жилах от +131 до -26% при колебаниях от -33 до +702%, в крутопадающих жилах от +80 до -29% при колебаниях от -77 до +440%, в трубках среднее завышение +58%, занижение -41%. Объясняются эти расхождения в основном геологическими факторами, заключающимися в чрезвычайно неравномерном распределении золота как по падению, так и по простиранию рудных тел. Второстепенное значение имеют методические и технические факторы [3].

В пределах месторождения *Марджанбулак* проводились исследования по сопоставлению данных разведки и отработки (в том числе эксплуатационной разведки) на примере трех

отработанных блоков балансовых руд участка Западный — С₁-1-1, С₁-1-VI; С₁-1-VII, составляющих 19% от запасов металла по участку.

Запасы руды при эксплуатационной разведке возросли в среднем на 5% по сравнению с детальной разведкой в совпадающих контурах, при отклонениях по отдельным блокам от 44 до 32%. С учетом законтурных площадей увеличение запасов руды составило 37%.

От 34 до 85%, при среднем 52% — таков диапазон отклонений от утвержденных ГКЗ запасов золота в совпадающих контурах отдельных блоков по данным эксплуатационной разведки. С учетом всех сечений детальной и эксплуатационных разведок в утвержденном контуре и приращенных запасов отклонения значительно ниже — от -10 до -40%. Среднее расхождение балансовых запасов золота равно -16%.

Сопоставление запасов и геологоразведочных параметров при разных вариантах подсчета показало: вариант сопоставления в совпадающих контурах подсчетных блоков не отражает реальных представлений о геологоразведочных параметрах и запасах; границы рудного тела, определенные по данным детальной разведки, условны, так как законтурный прирост площадей по данным эксплуатационной разведки составляет 24%.

Увеличение рудных площадей за пределами подсчетных блоков свидетельствует о том, что при крайне незакономерном характере изменчивости содержаний бортовое содержание становится ненадежным критерием для оконтуривания балансовых руд. В процессе эксплуатационной разведки увеличиваются мощности рудных тел (в среднем на 27%) и снижаются средние содержания золота (54%), что обусловлено как геологическими, так и методическими факторами. В отработанных блоках наблюдается обратная зависимость между средними содержаниями металла в блоке и их подтверждаемостью. Неподтвердившиеся (на 52%) при эксплуатационной разведке запасы металла в балансовых блоках компенсируются законтурными запасами, за счет увеличения площадей, частично мощностей рудных тел. В целом подтверждаемость запасов золота составила 84%.

Все причины, обуславливающие расхождение в запасах руды и металла, можно разделить на три группы: геологические, методические и технические.

Геологические причины объясняются при-

родной сложностью строения объекта разведки, которая не могла быть выявлена на этапе детальной разведки из-за значительных расстояний между разведочными пересечениями. Если на этапе детальной разведки природная сложность не установлена из-за неприменения какой-либо методики исследований, то такие причины изменения представлений о строении объекта относятся к методическим. Технические причины обусловлены различной технологией разведок: при детальной разведке опробуются подземные горные выработки двумя линиями опробования по стенкам, при эксплуатационной — канавы одной линией опробования по дну.

Таким образом, рассмотренные случаи расхождений запасов по ряду эксплуатируемых золоторудных месторождений находятся в допустимых пределах для категорий запасов (В $\pm 10-15\%$, С₁ $\pm 15-30\%$, С₂ $\pm 30-50\%$) в геологической отрасли Узбекистана и в основном относятся к отдельным блокам или рудным телам. В целом они не вызывают серьезных осложнений при разработке этих месторождений в силу уникальности и значительного количества заключенных в них запасов. Негативные последствия, связанные с неподтверждением запасов полезного компонента, могут иметь место при освоении средних и мелких по масштабам месторождений золота сложного геологического строения, большинство из которых в соответствии с требованиями кондиций находятся на уровне рентабельности их отработки.

Позитивное решение рассмотренных в данной статье вопросов способствует более точной оценке перспектив золоторудных объектов и разведанных запасов, а также служит фактором понижения риска капитальных вложений в их освоение.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ахмедов Н.А., Голованов И.М. и др. Рудные месторождения Узбекистана. — Ташкент: ИМР, 2001.
2. Зималина В.Я. Достоверность разведки рудных месторождений Средней Азии с неравномерным распределением оруденения. — Ташкент: ФАН, 1992.
3. Исаков М.У., Зималина В.Я. Геологическая достоверность золоторудного месторождения в вулканогенных породах // Узбекский геологический журнал. 1998. № 3. С. 45–50.

4. Образцов А.И. Теория и практика разработки месторождения Мурунтау открытым способом. — Ташкент: ФАН, 1997.
5. Шаякубов Т.Ш., Голованов И.М. и др. Золоторудное месторождение Мурунтау. — Ташкент: ФАН, 1998.
6. Эгамбердиев А.А. Сопоставление данных разведки и разработки — основа совершенствования геологоразведочных работ (на примере месторождений Чадакского рудного поля) // Сборник докладов к 40-летию ИМР. Ташкент, 1997.

СТРОЕНИЕ РУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ



УДК 553.411 (571.6)

© А.И.Калинин, М.М.Константинов, С.Ф.Стружков, 2002

ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ ЗОЛОТО-СЕРЕБРЯНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ ОЛЬЧА, ОМОЛОНСКИЙ МАССИВ

А.И.Калинин, М.М.Константинов, С.Ф.Стружков (ЦНИГРИ МПР России)

Охарактеризовано геологическое строение золоторудного месторождения Ольча. Выявлены основные рудоконтролирующие и рудовмещающие структуры. Обоснованы значительные перспективы рудного поля.

Месторождение Ольча находится в восточной части девонского вулканического пояса, слагающего юго-западную часть Омолонского срединного массива и представлено сменяющимися друг друга по простиранию крупными вулканическими постройками, в целом контролируемые крупным поднятием фундамента (И.Ф.Мигачев, 1982 г., [1]). В свою очередь, поднятие фундамента распадается на ряд локальных горст-антиклиналей, к одной из которых приурочено месторождение. Горст-антиклинальное поднятие, заключающее месторождение, сложено кристаллическими сланцами архейского фундамента, гранитоидами Ольчанской интрузии, вулканитами кедонской серии (девон). Эта структура имеет сложное блоковое строение с северо-восточной ориентировкой составляющих ее фрагментов.

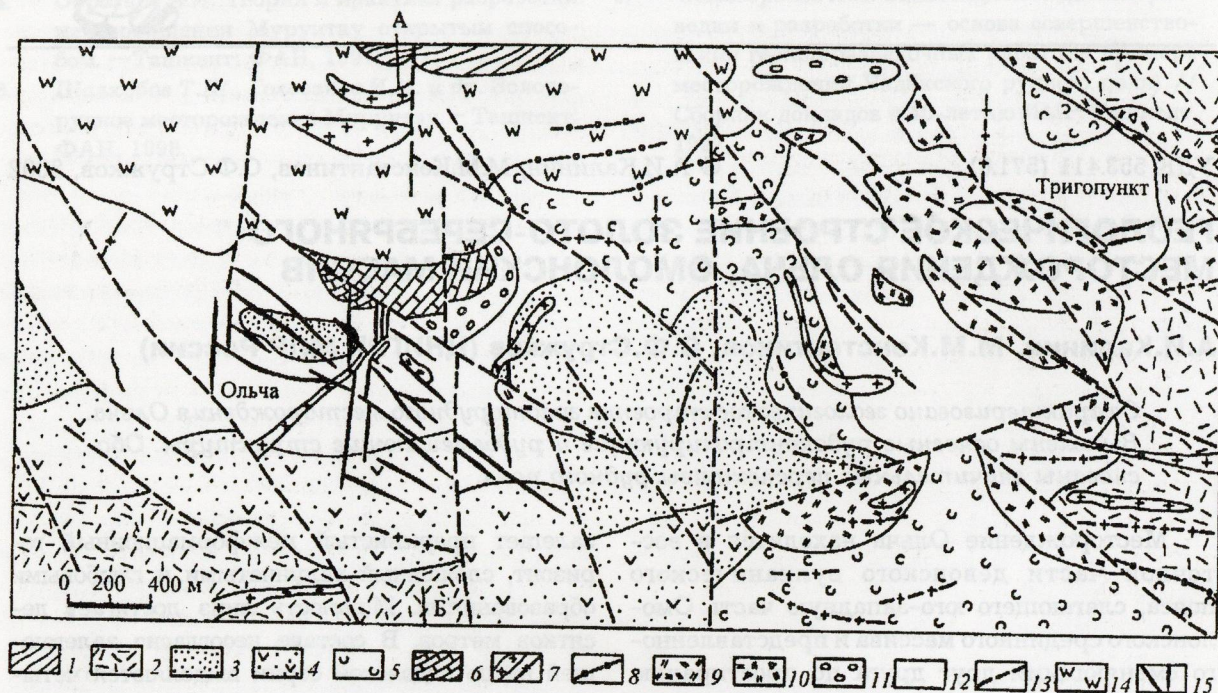
Большая часть рудного поля (30 км²) характеризуется вулканогенными и вулканогенно-осадочными отложениями кедонской серии, относимой к среднему-позднему девону, незначительно распространены образования другого возраста (рис. 1). Наиболее древними породами рудного поля являются мраморизованные доломиты и известняки нельганской толщи условно раннекембрийского возраста. Блок этих пород по разлому выведен в центральной части участка, непосредственно на месторождении. По нашему мнению, карбонатные отложения нельганской толщи слагают также и глубокие горизонты Ольчанского рудного поля и месторождения, подстилая вулканогенную кедонскую серию. Мощность нельганской толщи 650–700 м.

На карбонатных породах нельганской толщи

залегает прерывистый межформационный горизонт, сложенный валунчатыми и глыбовыми образованиями. Мощность линз достигает десятков метров. В составе несогласно залегающей выше кедонской серии выделяются четыре пачки (снизу вверх): 1 — лавы и туфолавы риолитов, агглютинаты, прослои трахитов, красноватые игнимбриты кислого состава, прослои туфов и туфопесчаников, мощность около 200 м; 2 — преимущественно туфы среднего состава с подчиненным количеством брекчиевых андезитовых лав, мощность около 200 м; 3 — андезитовые кластолавы (брекчии андезитов) с подчиненными прослоями туфов того же состава, мощность 200–250 м; 4 — главным образом вулканогенно-осадочные образования: туфопесчаники, туфоалевролиты, туфоконгломераты с резко подчиненным количеством кислых туфов и игнимбритов, мощность более 600 м. Со стратиграфическим перерывом на кедонской серии залегают верхнепермские преимущественно терригенные отложения, развитые локально на севере участка. Их мощность 50–60 м.

Интрузивные породы Ольчанского рудного поля предположительно относятся к среднему—позднему девону и представлены малыми интрузиями гранитов, гранит-порфиров, гранодиорит-порфиров, сиенит-порфиров, диоритов, диорит-порфиров и андезитов. Это в основном крутопадающие дайковые тела разного направления длиной до первых километров. Детальные наблюдения свидетельствуют о дорудном возрасте дайковых тел.

Северо-западная часть рудного поля сложена крупным массивом вторичных кварцитов, возможно, мезозойского возраста.



РАЗРЕЗ ПО ЛИНИИ А-Б

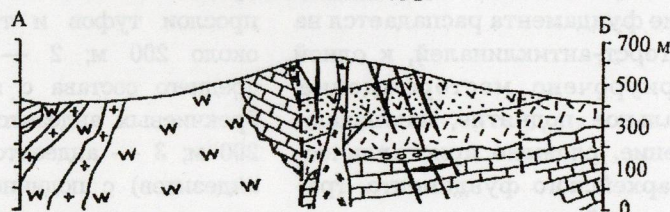


Рис. 1. Геологическая карта и разрез Ольчанского рудного поля, по материалам Сеймчанской ГРЭ:

1 — пермские песчаники, гравелиты, известняки; кедонская серия (средний-поздний девон); 2 — лавы и тектолавы риолитов, агглютинаты, прослои трахитов, 3 — туфоконгломераты, туфопесчаники, туфалевролиты, 4 — туфы среднего состава, 5 — игнимбриты и лавобрекчии риолитов; 6 — нижнекембрийские (?) доломиты и известняки нельганской толщи; 7 — тела и дайки гранит-порфиров, гранодиорит-порфиров среднего-позднего девона; 8 — дайки сиенит-порфиров (D₂₋₃); 9 — интрузивные порфировые риолиты (D₂₋₃); 10 — интрузивные брекчиевые риолиты (D₂₋₃); 11 — полимиктовые валунно-галечные образования базального и внутриформационного характера; 12 — брекчии андезитов; 13 — разломы, 14 — вторичные кварциты; 15 — рудоносные жилы

Разломная тектоника рудного поля определяется структурами различных направлений, преобладают северо-западные и меридиональные разломы. Проявлены северо-восточные нарушения. Их кинематические типы и амплитуды перемещений по ним надежно не определены.

Рудоносные гидротермальные жильные образования в пределах рудного поля сконцентри-

рованы на двух участках — Ольча и Тригопункт. Жилы залегают среди образований кедонской серии и представлены кварцевыми, кварц-карбонатными, адуляр-кварцевыми разностями в различной степени рудоносными. Всего в рудном поле известно 57 рудоносных жил. Рудовмещающие отложения подверглись пропилитизации с развитием обильных новообразований карбоната и эпидота.

Ольчанское месторождение представлено группой жил, сконцентрированных на участке площадью около 3 км² и рассекающих преимущественно андезитовые кластолавы 3-й пачки (рис. 2). Кроме пород последней, на южном фланге месторождения вдоль подножия склона обнажаются туфы андезитов 2-й пачки, а на севере фрагментарно развиты вулканогенно-осадочные отложения 4-й пачки. В тектоническом блоке выходят доломиты и известняки нельганской толщи и перекрывающие их базальные валуны.

Через центральную часть месторождения прослеживается крупная дайка гранодиорит-порфиров северо-восточного простирания, сильно нарушенная и смещенная северо-западными разломами, в том числе и рудовмещающими. Закартированы также дайки и штоки диоритов и интрузии риолитов. Все интрузивные образования датируются девонном.

На месторождении широко проявлены разломные нарушения ортогональной и диагональной систем. Наиболее крупными являются, видимо, два северо-западных разлома, выраженные широкими зонами катаклаза и рассланцевания, вычленяющие Центральный рудоносный блок. Разлом, ограничивающий рудоносный блок с северо-востока, назван Восточным, с юго-запада — Западным. По Восточному и Западному разломам Центральный рудоносный блок относительно опущен. Северо-восточные нарушения диагональной системы менее развиты, чем предыдущие.

Ортогональная система представлена преобладающими меридиональными разрывами. Наиболее значительный из них, выраженный в форме полосы сгущения отдельных дизъюнктивов и являющийся, видимо, элементом регионального Коркодон-Наяханского линейного элемента, трассируется через центральную часть месторождения. В пределах рудного поля и месторождения этот меридиональный разлом назван Наложённым. Установлены также более мелкие единичные меридиональные разломы. Широтные разрывы ортогональной системы встречаются на месторождении редко.

Рудоносные жилы локализованы преимущественно в меридиональных и северо-западных разломах, реже — в широтных, причем рудовмещающие северо-западные структуры занимают закономерное положение оперяющих элементов относительно Западного и Вос-

точного разломов, косо причленяются к последним, создавая рисунок сдвигового оперения. Меридиональные жилы контролируются главным образом зоной Наложённого разлома, хотя встречаются и за ее пределами. Кроме того, обнаружены единичные северо-восточные рудовмещающие разломы.

Общая последовательность формирования каркаса трещинных структур месторождения представляется следующей (от ранних к поздним): северо-восточные — северо-западные — меридиональные (широтные), а затем на все эти трещины наложилось оруденение, вероятнее всего, в обстановке растяжения.

К числу важнейших особенностей структурного контроля оруденения относится наличие пологого сбросового оперения около крутых рудоносных разломов и появление таким образом комбинации крутых и пологих рудных тел, а также пологих, блокированных крутыми. Все перечисленное предопределяет широкое разнообразие структурно-морфологических типов рудных жил. В.К.Шахтыров [3], опираясь на экспериментальные данные, большое значение придает сдвиговым деформациям в тектонике рудного этапа.

Средняя мощность жил меняется от 0,9 до 12 м, составляя для большинства 3–4 м. Длина жил колеблется от десятков до сотен метров, единичные из них имеют длину более 1 км, длина жилы 13/20 около 1500 м. Распределение золота (и серебра) резко неравномерное, столбовое. Максимальные содержания золота в жилах колеблются от 0,5 до 350 г/т. Соотношение золота и серебра в рудах около 1:5.

Рудоносные жилы имеют типичные для вулканогенных месторождений состав и строение. Большинство жил состоит из кварца с примесью адуляра, в отдельных телах отмечен карбонат. Текстура жильных агрегатов коллоидно-полосчатая, массивная, брекчиевая, пластинчато-каркасная, друзовая. Рудные минералы представлены сульфидами и сульфосолями серебра, самородным серебром и золотом. По данным Н.Е.Савва [2], основные минералы рудных парагенезисов — халькопирит, акантит и блеклая руда (тетраэдрит). Широко распространены минералы ряда штромейерит AgCuS — маккинстрит $(\text{Ag,Cu})_2\text{S}$ — ялпаит Ag_2CuS_3 , в то время как сульфосоли Ag-Sb и Ag-As групп, характерные для золото-серебряных месторождений, не установлены. Многократные подвижки по рудовмещающим трещинам определяют смену минеральных ассоциаций по

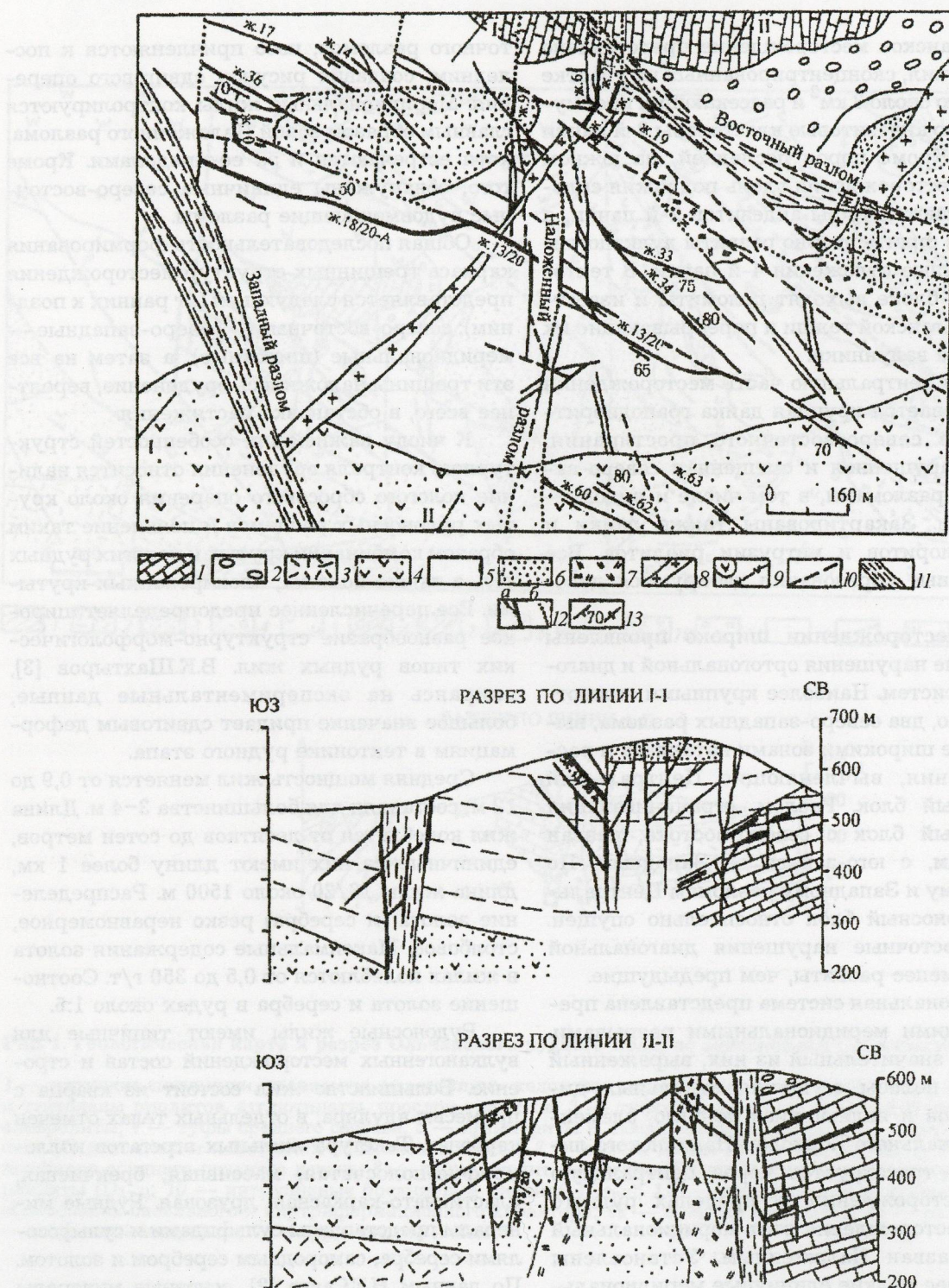


Рис. 2. Геологическая карта и разрезы Ольчанского золото-серебряного месторождения:

1 — доломиты и известняки раннего кембрия (нельганская толща); 2 — полимиктовые базальные валунно-галечные отложения; кедонская серия среднего-позднего девона: 3 — лавы и туфолавы риолитов с прослоями трахитов, 4 — туфы среднего состава, 5 — разнообломочные брекчии андезитов, 6 — туфоконгломераты, туфопесчаники, туфоалевролиты; 7 — интрузивные порфировые риолиты девонского возраста; 8 — гранодиорит-порфиры девонского возраста; 9 — средне-позднедевонские штоки и дайки диорит-порфиров и андезитов; 10 — разломы; 11 — крупные зоны катаклаза; 12 — жилы (а — прослеженные, б — предполагаемые); 13 — наклонное и отвесное залегание контактов

простирацию и неравномерное распределение промышленных компонентов (рис. 3). В жилах присутствуют два продуктивных минеральных комплекса: ранний карбонатно-кварцевый с золото-серебряным отношением 1:3 — 1:10 и поздний адуляр-кварцевый с золото-серебряным отношением 1:20. Средняя проба раннего золота 690, позднего — 400.

предполагать наличие двух ярусов оруденения — верхнего и нижнего.

Верхний ярус — это известные и еще не выявленные жилы в образованиях кедонской серии. По своим главнейшим природным особенностям они типичны для близповерхностных вулканогенных образований. Однако от объектов Охотско-Чукотского пояса их отли-

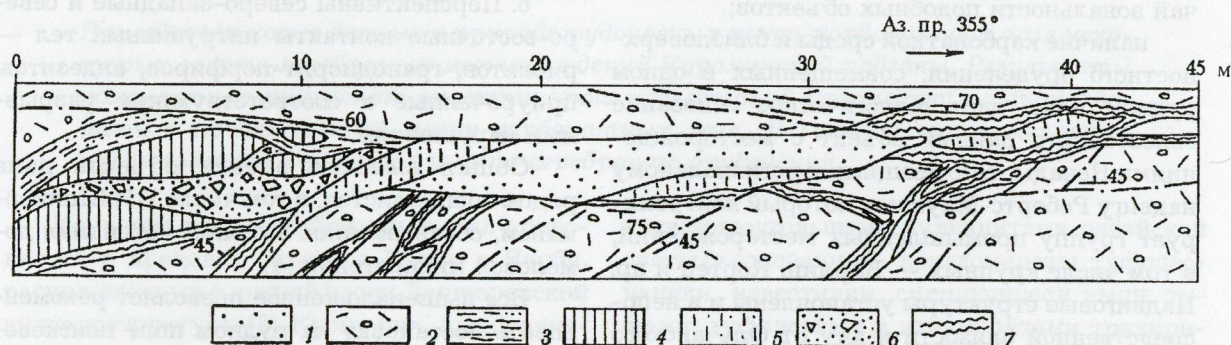


Рис. 3. Морфология рудной жилы 10, по Н.Е.Савва [2]:

1 — кварц-карбонат-хлоритовый агрегат; 2 — ксенотуфы андезита; 3 — родохрозит; 4 — кальцит; 5 — трещиноватый молочно-белый сливной кварц; 6 — брекчия, состоящая из обломков кварца в карбонат-хлоритовом цементе; 7 — халцедон-кварц-адуляровый агрегат

Золото-серебряная минерализация приурочена к гидротермальным жилам различного структурного положения. Жилам свойственно бананцевое оруденение, на фоне которого наиболее продуктивны рудные тела меридионального направления, концентрирующиеся в узле сопряжения Восточного и Наложенного разломов. Рудоносные жилы в основном крутопадающие, но установлены и пологопадающие богатые жилы. Большая часть из известных жил локализована в андезитовых брекчиях 3-й пачки, где они обладают повышенной мощностью и более богаты. Единичные маломощные и бедные жилы вскрыты среди вулканогенно-осадочных отложений 4-й пачки. Жилы с хорошими параметрами вскрыты в андезитовых туфах 2-й пачки, где они имеют северо-западное простирание и крутое падение. Таким образом, оруденение распространено в стратиграфическом интервале мощностью как минимум 500 м. При пологом залегании слоистости и крутых жилах этому интервалу отвечает также и минимальная протяженность оруденения по вертикали. В целом же закономерности локализации оруденения изучены слабо. По нашему мнению, для данного месторождения вполне правомерно

часть повышенная мощность. По этому параметру они ближе всего к месторождению Кубака, локализованному также в структурах Оломонского массива.

В нижнем ярусе прогнозируется вкрапленное оруденение золота карлинского типа. Предположение о наличии второго яруса основывается на следующих фактах и аналогиях:

в обнажающемся на северном фланге месторождения карбонатном блоке установлены проявления вкрапленного оруденения; содержание золота в штучной пробе из сульфидизированных и окварцованных доломитов 10 г/т; по канаве 120, пройденной в доломитах по азимуту 10° и имеющей длину 81 м, повсеместно на всем опробованном интервале (2/3 общей длины) отмечаются по бороздовым пробам следы и первые десятые грамма на 1 т Au, а в одной пробе установлено 0,8 г/т Au и 15,4 г/т Ag — и это при том, что выработка пройдена почти параллельно наиболее вероятным рудоносным структурам;

в пределах карбонатного блока выявлены контрастные аномалии золота в потоках рассеяния, а также во вторичных ореолах;

вероятнее всего, под кедонской серией на рудном поле залегают карбонатные отложения

нелъганской толщи, поэтому вкрапленное оруденение следует ожидать на глубине 400–500 м, а его вертикальную протяженность оценивать в несколько сотен метров, и в первую очередь искать его на продолжении рудоносных структур по вертикали верхнего яруса;

переход жильного убогосульфидного вулканогенного оруденения по падению во вкрапленное (полиметаллическое) — обычный случай зональности подобных объектов;

наличие карбонатной среды и близповерхностного оруденения, совмещенных в одном рудном поле, дает геологическое основание сопоставлять данный объект с месторождениями Невады, тяготеющими к региональному надвику Робертс-Маунтин, который контролирует группу промышленных месторождений, в том числе крупных — Карлин, Кортес и др. Надвиговые структуры установлены и в непосредственной близости к югу от Ольчанского рудного поля.

В целом при локальном прогнозе и оценке перспектив Ольчанского рудного поля и месторождения необходимо учитывать следующее.

1. Оруденение верхнего яруса локализуется в крутых и сопряженных с ними пологих рудных телах трещинного типа. Системы сопряженных жил имеют разное направление, но главными следует считать меридиональное и северо-западное.

2. Наиболее перспективны на богатое оруденение сочленения крутых и пологих жил, сопряжения жил разного направления, их изгибы по простирацию и падению, узлы пересечения с поперечными разломами.

3. Есть все основания предполагать экранирование оруденения границами раздела вмещающей толщи. Наиболее вероятный экран — подошва 4-й пачки. Возможно, что вообще все оруденение, известное на современном эрозионном срезе, сформировалось под экраном пород данной пачки. В этой связи можно ожидать открытия плащеобразных рудных залежей, подчиненных стратиграфическим контактам, в вулканогенной и карбонатной частях разре-

за, а также вдоль границы несогласия между ними.

4. Рудовмещающими структурами могут оказаться Западный и Восточный разломы и оперяющие их структуры, поэтому они заслуживают целенаправленного опоискования.

5. В пределах карбонатного блока следует опоискать в первую очередь продолжения структур жил 1, 2, 6, 9, а также Восточный разлом.

6. Перспективны северо-западные и северо-восточные контакты интрузивных тел — риолитов, гранодиорит-порфиров, андезитов, приуроченные к соответствующим разрывным нарушениям.

Общая высокая оценка объекта дана рядом специалистов, в том числе В.И.Шпикерманом, обосновавшим высокий потенциал домеловой минерагении [4].

Все вышеизложенное позволяет рекомендовать постановку на рудном поле поисково-оценочных работ, особенно с учетом того обстоятельства, что в ближайшие годы завершается отработка месторождения Кубака, а равнозначного объекта для продолжения эксплуатационных работ выявить не удалось.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Омолонский золотоносный регион и его перспективы / М.М.Константинов, В.К.Политов, С.Ф.Стружков и др. // Проблемы геологии и металлогении Северо-Востока Азии на рубеже тысячелетий. Магадан, 2001. Т. 2. С. 94–98.
2. Савва Н.Е. Минералогия руд и генетические особенности месторождения Ольча (Омолонский срединный массив) // Минералогия и генетические особенности месторождений золота и серебра. Магадан, 1996. С. 39–65.
3. Шахтыров В.К. Кинематическая интерпретация структуры золото-серебряного месторождения Ольча (Омолонский срединный массив) // Минералогия и генетические особенности месторождений золота и серебра. Магадан, 1996. С. 27–38.
4. Шпикерман В.И. Домеловая минерагения Северо-Востока Азии. — Магадан: СВКНИИ ДВО РАН, 1998.

УДК [553.411'412:552.54] (575.1)

© В.Д.Цой, 2002

ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ И ВОЗРАСТ КВАРЦ-КАРБОНАТ-ЗОЛОТО-СЕРЕБРЯНЫХ ЖИЛ КУРАМИНСКОЙ ПОДЗОНЫ

В.Д.Цой (ИМР Госкомгеологии РУз)

Приводятся новые данные о природе рудоносных кварц-карбонатных жил некоторых золото-серебряных месторождений Кураминской подзоны. Результаты комплексных минералого-аналитических исследований указывают на апокарбонатное происхождение кварц-карбонатных жил. В связи с этим меняется представление о возрасте золото-серебряного оруденения.

Изучение кварц-карбонатных жил проводилось в пределах объектов Надак и Чарби, расположенных в южной части Лашкерекской вулканоструктуры [3]. Кроме них, для сравнения исследованы образцы кварц-карбонатных и кремнистых образований из аналогичных по генезису месторождений Апрельевка, Кызылчеку, а также салляташских известняков (C₁) с кремнистыми стяжениями. Генетически родственными объектами являются Школьное и Чадак.

В геологическом строении Лашкерекской вулканоструктуры участвуют средне-верхнепалеозойские осадочно-вулканогенные образования, среднекаменноугольные гранодиориты карамазарского комплекса и верхнепермские монцит-диориты [3]. К наиболее древним породам района относятся нижнекаменноугольные известняки и доломиты, сохранившиеся в виде отдельных блоков и пакетов в зонах крупных разломов, а также трахиандезиты, трахибазальты, андезиты, дациты минбулакской свиты среднекаменноугольного возраста. Мощность свиты 500–1800 м. Выше по разрезу располагается толща игнимбритов, туфов, дацитов, риодацитов, трахиандезитов, песчаников, алевролитов, известняков акчинской свиты среднекаменноугольного возраста, общая мощность которой 100–700 м.

На вулканогенных образованиях акчинской свиты залегают терригенно-вулканогенные отложения надакской свиты среднекаменноугольного возраста. Разрез свиты начинается конгломератами, песчано-сланцевыми породами и известняками, сменяющимися андезитами, трахиандезитами, дацитами, трахиандезитодацитами, риолитами, их туфами и игнимбритами. Мощность свиты 500–1300 м.

Завершается палеозойский разрез верх-

некаменноугольными вулканитами оясайской свиты (в основании — конгломераты, туфопесчаники, известняки, сменяющиеся выше туфами, туфолавами и игнимбритами трахириолитов, трахидацитов, трахириодацитов) и нижнепермскими туфами, игнимбритами риолитов, риодацитов, трахириолитов, трахибазальтов, трахиандезитобазальтов, алевролитами, песчаниками, конгломератами шурабсайской свиты. Мощность свит соответственно 500–3150 м и 600–1100 м.

Магматические породы района представлены каменноугольными гранитоидами, среднепермскими монцонитами, позднепермско-раннетриасовыми малыми интрузиями диабазов, диабазовых порфиритов. Последние образуют дайковые пояса восточно-северо-восточного и северо-западного простираний.

Тектонические нарушения изучаемого района группируются в три системы: северо-восточную (Чашмадинарский, Рельефный, Надакский, Пазманский, Ашабинский, Кошмуллинский и другие разломы), северо-западную (Чарбисайский, Карвансайский, Гузарский, Шайдансайский, Мулламирский) и субширотную (Юкары-Пангазский).

Описания основных месторождений приведены в известных публикациях [1, 5–8] и др. Золото-серебряные и серебро-полиметаллические месторождения, выявленные в пределах Лашкерекской вулканотектонической структуры, относятся к золото-серебряному типу. Основной продуктивной ассоциацией является золото-блеклорудно-теллуридная, в которой в значительных концентрациях отмечается серебряная минерализация. По классификации Н.В.Петровской, месторождения относятся к убого- и малосульфидному типу.

Возраст золотого оруденения на этих объектах дискусионен. По мнению многих авторов (Л.Н.Лисогор, И.М.Мирходжаев [7], Л.Н.Лисогор, В.М.Турлычкин [6] и др.), он относится к донадакскому (C₂). В доказательство приводятся следующие факты: 1) пересечение золотоносных кварц-карбонатных жил дайками диабазов, гранит-порфиоров и фельзитов; 2) пересечение мощной (до нескольких метров) минеральной жилы маломощными (10–20 см) дайками диабазов; 3) наличие ксенолитов минеральных жил в дайках; 4) данные о декрептоактивности проб кварца, отобранных на контакте с дайкой диабазового порфирита и на удалении; при этом на основе изменения декрептоактивности и температуры начала растрескивания делается вывод о достоверности пересечения минеральных жил дайками; 5) отсутствие золота в породах даек, устанавливаемое пробирным и спектрозолотометрическим анализами, сходство количественных содержаний золота в ксенолитах кварца и в жиле; приуроченность золота только к определенной генерации кварца исключает, по мнению авторов, вероятность его наложения на минеральную жилу после внедрения даек.

Все эти факты, выявленные на месторождении Школьное, позволили сделать вывод о более молодом возрасте даек триасового магматического комплекса по отношению к кварц-золоторудной минерализации. В то же время, последняя моложе меланократовых гранодиорит-порфиоров и кварц-диоритовых порфиритов среднекаменноугольного возраста, т.е. кварц-золоторудная минерализация имеет возраст послесреднекаменноугольный, но дотриасовый.

Далее при описании участка Бегулы авторы [6] принимают среднекаменноугольный возраст золоторудной минерализации. По их мнению, золотое оруденение синхронно с минеральными жилами. В описании участков Надак и Чарби также отстаивается точка зрения о более молодом возрасте даек диабазовых порфиритов по отношению к среднекаменноугольной кварц-кальцит-золоторудной минерализации. Существует и другое мнение [5] — о послеоясайском (докызылнуринском — P₂–T₁) возрасте кварц-кальцитовых жил. В этом случае золотое оруденение не связывается с формированием жил, а считается наложенным на них после внедрения субвулканических тел гранит-порфиоров.

Д.Т.Хан [10] в результате изучения рудопроявления Катта-Кашка пришел к заключе-

нию о средне-позднекаменноугольном возрасте золотоносных кварцевых жил и вторичных кварцитов. В выводах, касающихся Лашкерек-Гушсайского рудного поля, он, кроме того, высказал предположение о переотложении золота и других элементов в рудные комплексы позднепермско-раннетриасовой эпохи минерализации.

Рассмотрим в деталях особенности рудопроявления Катта-Кашка по данным Д.Т.Хана [10]. Площадь его сложена вулканитами акчинской свиты (C₂), которые несогласно перекрываются осадочно-вулканогенными породами надакской и оясайской свит (C₂–C₃). В пределах акчинской свиты широко развиты вторичные кварциты, а также встречаются выходы карбонатных пород, в которых найдена флора. Интрузивные породы представлены дайками фельзит-порфиоров, диабазовых порфиритов и гранодиорит-порфиоров гушсайского типа.

В верховьях Катта-Кашка Д.Т.Ханом изучен выход таких же кварцитов среди акчинских вулканитов. В частности, им обнаружен контакт кварцитов с базальными конгломератами надакской свиты (C₂–C₃) и наличие в них многочисленных обломков вторичных кварцитов, кварц-карбонатных жил и вулканитов акчинской свиты. Обломки вулканитов крупноглыбовые, полуокатанные и окатанные, размером 30–40 см и более. Цемент базальных конгломератов состоит из туфогенных и песчано-глинистых образований. Исследования пяти проб обломков показали присутствие в них от 0,1 до 0,9 г/т Au и от 5,3 до 8,2 г/т Ag [10]. В других пяти пробах из подобных обломков спектральным анализом обнаружено 0,19–5,5 г/т Au. На контакте акчинских вторичных кварцитов с перекрывающими их базальными конгломератами надакской свиты Д.Т.Ханом выявлена кварц-карбонатная жила северо-восточного простирания (40–45°) с падением на юго-восток 50–68° мощностью 0,6–0,7 м, длиной несколько десятков метров. Она перекрывается базальными конгломератами надакской свиты. В двух пробах из этой жилы пробирным анализом установлено 2,4 и 0,08 г/т Au, 3,8 и 4,5 г/т Ag.

Детальные минералогические исследования, проведенные на месторождениях Надак, Чарби, Школьное, Апрельевка, Кызылчеку, Чадак, рудопроявлении Верхнекаттакашксайское, а также изучение разрезов салляташских известняков, доломитов с кремнистыми стяжениями позволили по-новому рас-

смотреть геологическую ситуацию на этих месторождениях. По нашему мнению, золотоносные кварц-карбонатные жилы изученных объектов представляют собой измененные под действием гидротермальных растворов карбонатные породы, расположенные в тектонических нарушениях (тектонические пакеты).

В стратиграфических колонках в основании акчинской и надакской свит карбонатные осадочные породы отмечаются в виде линз, блоков, ксенолитов. А исследуемые «жилы» также размещены в акчинских или надакских вулканитах. Кстати, М.И.Моисеева [8] высказывала предположение о изначально известняковом происхождении древних кальцитовых жил Чадака.

Используя комплекс минералого-аналитических методов, попытаемся аргументировать апокарбонатную (осадочную) природу золотоносных кварц-карбонатных «жил». Сложность доказательства заключается в том, что карбонатные породы были сильно изменены при внедрении более молодых магматических пород, а также гидротермальных растворов. О значительной роли изменений можно судить по полям вторичных кварцитов вблизи рудопрооявления Верхнекаттакашксайское [10] и месторождения Надак.

Схема формирования золотоносных кварц-карбонатных «жил» представляется следующей. На акчинские и надакские карбонатсодержащие вулканиты накладываются золотоносные гидротермальные существенно силикатные растворы, в результате чего карбонатные породы, нередко с кремнистыми стяжениями (аналоги салляташских известняков С₁), превращаются в окремненные фарфоровидные, напоминающие кварцевые жилы. На поверхности эти «жилы» выглядят как салляташские известняки с выщелоченной карбонатной частью и гривками кремней. В свежем сколе они — кварцевые. Возраст золотого оруденения, на наш взгляд, судя по взаимоотношениям кварцевых жил и даек диабазовых порфиритов, синхронный последним. Это подтверждается данными Л.Н.Лисогора и В.М.Турлычкина [6] о заражении диабазовых порфиритов золотом. Правда, указанные авторы объясняют этот факт ассимиляцией дайкой золотоносного кварца жилы.

Таким образом, взаимоотношения кварц-карбонатных жил и даек диабазовых порфиритов, по нашему мнению, позволяют считать золотое оруденение наложенным и более позд-

ним, чем кварц-карбонатные жилы. Возраст диабазовых порфиритов в Кураминском хребте датируется Р₂? или Р₂-Т₁ [2], значит, и оруденение имеет этот возраст.

При интерпретации результатов анализа следует учитывать влияние метаморфизма и наложения золотонесущих гидротерм на карбонатные породы.

Кривые термозвуковой декрепитации надакских кремнистых стяжений, выполненной на установке САИГИМС-2, отличаются низкой декрептоактивностью и отсутствием значительных пиков (рис. 1). Учитывая аналогичную низкую декрептоактивность кремнистых стяжений эталонных салляташских известняков (см. рис. 1), можно говорить о изначально осадочной природе надакских кремнистых стяжений. Кварцы гидротермального генезиса отличаются обычно высокими значениями декрептоактивности.

Исследование термолюминесценции (ТЛ) кальцитов месторождений Надак, Апрелевка, Кызылчеку, Чашма-Динар и горы Салляташ показало некоторые черты их сходства и отличия. Так, кривые ТЛ гидротермальных кальцитов Чашма-Динара характеризуются низкой интенсивностью термовысвечивания (таблица) и наличием двух пиков при температурах 250 и 325°C (обр. 3031), а также одного пика при 315°C (обр. 3039). Кривые ТЛ салляташских кальцитов резко отличаются от чисто гидротермальных кальцитов Чашма-Динара. Им свойственна высокая интенсивность термовысвечивания (ТВ) с двумя пиками при температурах 235 и 315°C (обр. 3169), 250 и 310°C (обр. 3168). Промежуточное положение по интенсивности ТВ занимают кривые ТЛ кальцитов Надака, Апрелевки, Кызылчеку (рис. 2). В кальцитах Надака выделяются три-четыре пика при температурах 70, 235, 325 и 370°C (см. таблицу, рис. 2). В обр. 4059 пик при 370°C отсутствует. Пики при 70°C имеют низкую интенсивность, поэтому на рисунке они не выделяются.

Кальциты месторождений Кызылчеку и Апрелевка, отобранные из аналогичных образований, характеризуются двумя пиками (см. таблицу, рис. 2).

Максимумы при 235 и 325°C соответствуют полосам излучения центра Mn^{2+} в кальците. Низкотемпературный (при 70°C) пик связан с люминесценцией на решетчатых дефектах (анионных комплексах). Высокотемпературный пик пока не имеет определенной интер-

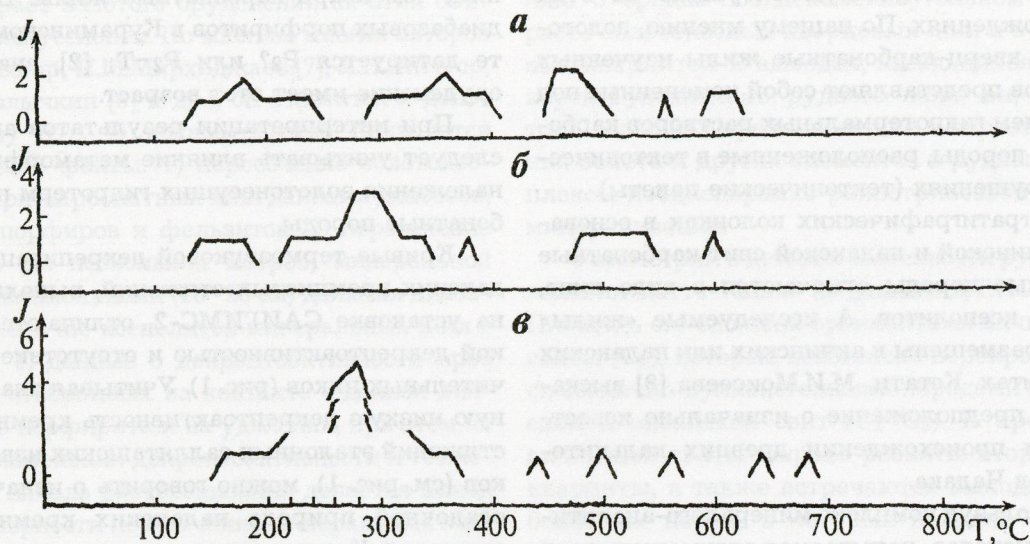


Рис. 1. Кривые декрепитации кремнистых стяжений (апокарбонатов) месторождения Надак (а, б) и салляташских известняков (в)

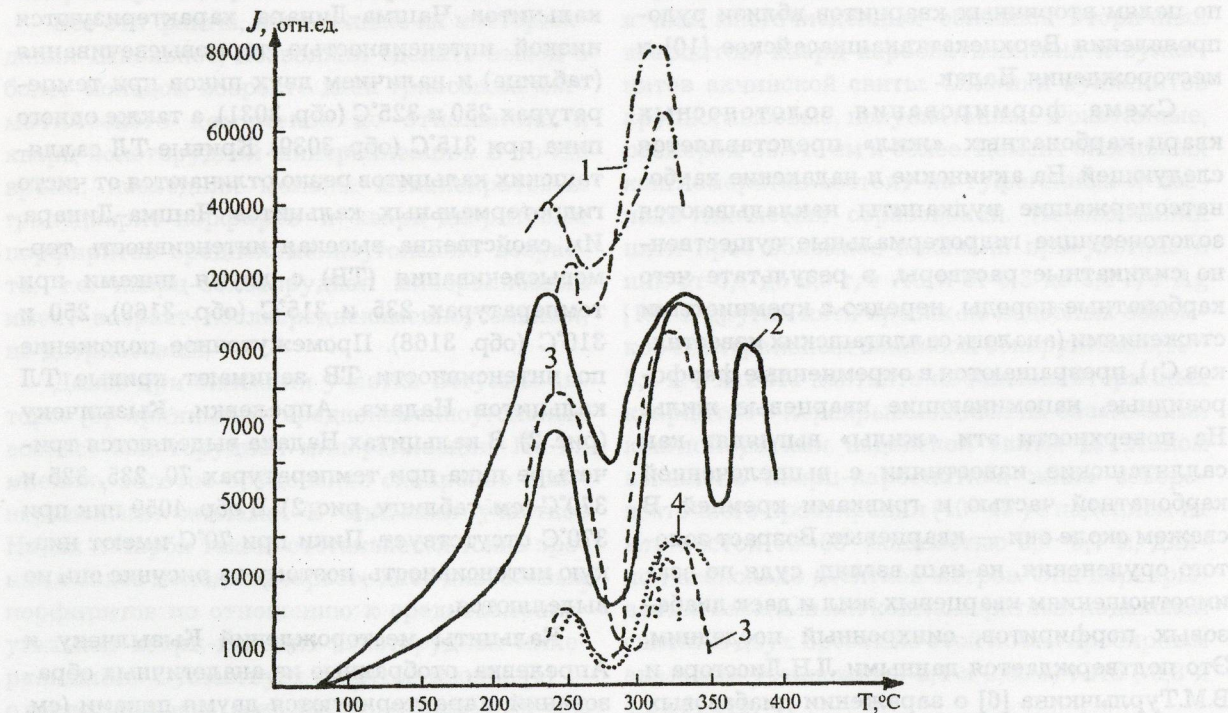


Рис. 2. Кривые термолюминесценции кальцитов горы Салляташ (1), месторождений Надак (2), Апрелевка (3), Кызылчеку (3), Чашма-Динар (4)

Термолюминесценция* кальцитов Надакской площади и эталонных объектов

Номера образцов	T°C/J, отн. ед	T°C/J, отн. ед	T°C/J, отн. ед	T°C/J, отн. ед
<i>Месторождение Надак</i>				
4017	70/32	235/6900	325/13 110	370/9027
4059	70/40	230/14 840	325/13 992	
<i>Месторождение Апрелевка</i>				
4333		245/2080	315/9487	
<i>Месторождение Кызылчеку</i>				
4377		240/7935	325/3952	
<i>Месторождение Чашма-Динар</i>				
3031		250/1934	325/4035	
3039			315/3536	
<i>Гора Салляташ</i>				
3168		250/22 578	310/83 106	
3169		235/40 404	315/64 700	

* Исследования проводились на оригинальном приборе Института геохимии и физики минералов АН Украины, аналитик В.Г.Максимюк. Приемник излучения — ФЭУ-17А, скорость нагрева образца 0,4%, навеска 60 мг. Для оценки спектрального состава ТЛ использовались широкополосные (1, 2) и интерференционные (3–5) светофильтры с максимумом пропускания: 1 — светофильтр УФС-6, 3656 нм; 2 — фиолетовый светофильтр, 400–420 и частично 700–740 нм; 3 — 470 нм; 4 — 544 нм; 5 — 613 нм. Измерялись как природная, так и стимулированная рентгеновским облучением ТЛ.

претации; по-видимому, он обусловлен какими-то примесями или дополнительной энергией, полученной в результате каких-то процессов.

В целом по интенсивности термовысвечивания кальциты месторождений Надак, Апрелевка, Кызылчеку занимают промежуточное положение между гидротермальными кальцитами Чашма-Динара и осадочными кальцитами горы Салляташ. То есть кварц-карбонатные образования месторождения Надак изначально могли иметь осадочное происхождение, а впоследствии претерпели неоднократные изменения, связанные с вулканической, гидротермальной деятельностью и метаморфизмом.

Важное типоморфное и генетико-информационное значение имеет изотопный состав углерода и кислорода карбонатов [11]. Определения изотопного состава углерода и кислорода в карбонатах, отобранных из окремненных известняков месторождений Надак, Апрелевка, Кызылчеку и неизмененных известняков с кремнистыми стяжениями горы Салляташ (салляташской свиты), проводились в лаборатории петрографии Института геологии Коми НЦ УрО АН России, аналитик В.Л.Штейнер. При анализе использовались лабораторные стандарты C^{13} — 5,4‰, O^{18} — 14‰. Для

сравнения результаты изотопного анализа вынесены на диаграмму Тейлора [13] с дополнениями В.И.Силаева [8] (рис. 3). На диаграмме показаны поля карбонатов исследованных объектов на фоне полей карбонатов магматического, гидротермального, эпитеермального, седиментогенно-морского и эвапоритового происхождения, а также Западно-Харьбейской рудной зоны и Парнокского месторождения. Карбонаты Надака, Апрелевки и Кызылчеку явно аномальны по изотопии как углерода, так и кислорода. Изотопный состав карбонатов салляташской свиты и известняков Западно-Харьбейской рудной зоны сходен. И лишь один анализ салляташских известняков попадает в поле карбонатов Надака, Апрелевки и Кызылчеку. Как видно из рисунка, углекислота карбонатов Надака претерпела весьма существенное диспропорционирование как по углероду, так и по кислороду, что не позволяет относить породы к седиментационно-диагенетическим. В то же время, ареал распространения изотопных значений надакских карбонатов не совпадает и с ареалом типичных гидротермалитов. По-видимому, происхождение карбонатов Надака, скорее всего, изначально осадочное с последующим наложением вулканических, гидротермальных (эпитеермальных), метаморфических процессов. В результате

этих процессов породы претерпели неоднократное переотложение, что отчетливо наблюдается в шлифах. Так, кроме мелкозернистого карбоната в основной массе пород имеются крупнозернистый и прожилковый. В шлифах салляташских карбонатных осадочных пород также видны (но слабее) следы перекристаллизации, мелкокристаллический карбонат (кальцит, доломит) обрастает крупнокристаллическим. Перекристаллизация карбонатного материала как в надакских, так и в салляташских породах происходит в тесном сростании с кварцем. Среди надакских карбонатов отмечаются включения железистых и глинистых минералов.

Итак, формирование кварц-карбонатных золотоносных образований происходило следующим образом. Изначально карбонатные породы (известняки, доломиты) в результате воздействия гидротермальных существенно силикатных золотоносных растворов были окремнены. При этом в условиях взаимодействия силикатных растворов с карбонатами пород выделялось (осаждалось) золото. Возможность осаждения золота из растворов в карбонатных породах отмечал W.H.Emmons [12].

В.А.Коваленкер [4] считает, что отложение минеральных веществ из раствора является ничем иным, как процессом выпадения нерас-

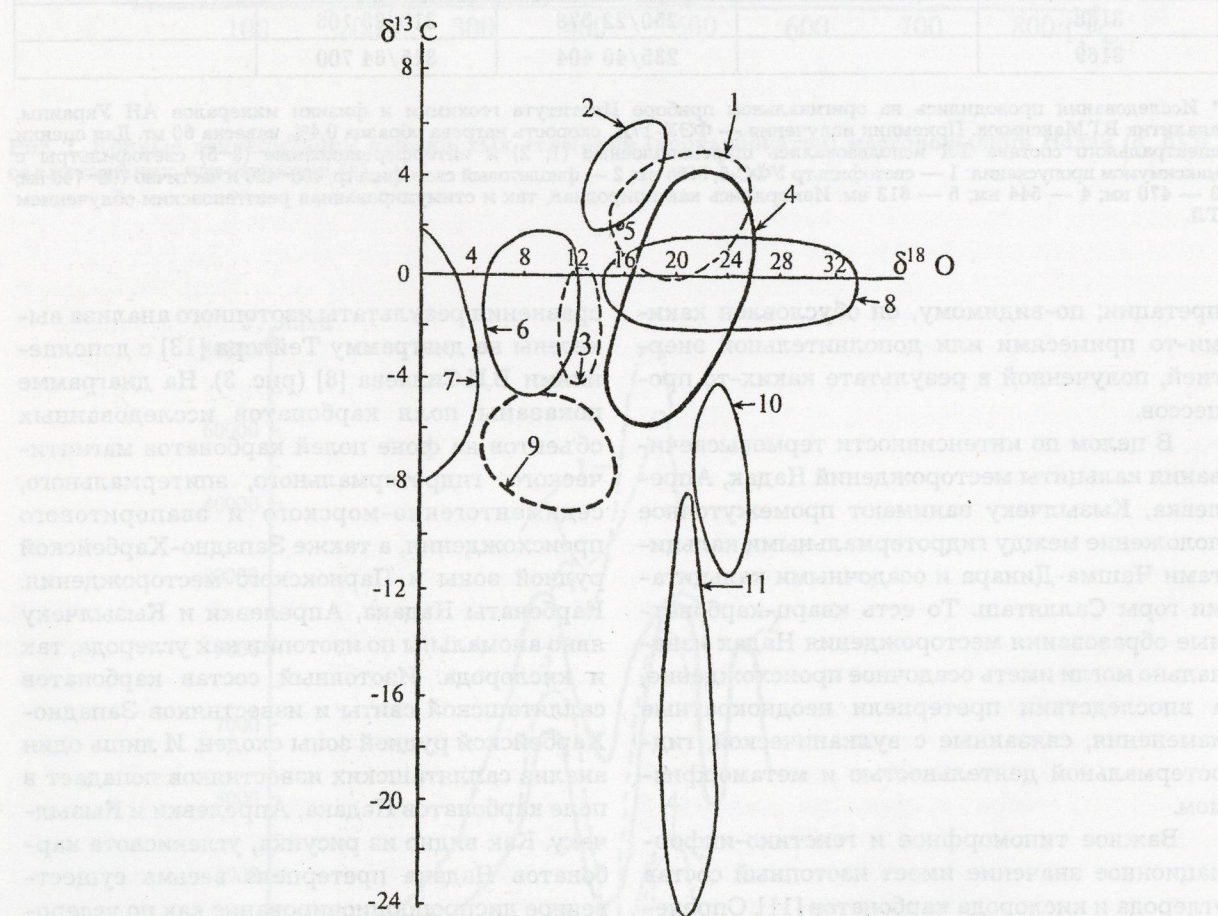


Рис. 3. Изотопная характеристика карбонатов золото-серебряных месторождений Кураминской подзоны и некоторых объектов других регионов:

1 — известняки Западно-Харьбейской рудной зоны; 2 — эвапориты+травертины; 3 — карбонатные жилы Западно-Харьбейской рудной зоны; 4 — эпигермальная минерализация; 5 — салляташские известняки; 6 — гидротермалиты; 7 — магматиты; 8 — нормально-осадочные морские карбонаты; 9 — апоизвестняки месторождений Надак, Кызылчеку, Апрельевка, в это же поле попадает 1 анализ салляташских известняков; 10 — седиментационно-диагенетические марганцевоносные карбонаты; 11 — карбонатно-марганцевые образования зоны вторичного обогащения в марганцевоносных корах выветривания Парнокского месторождения

творимых или слаборастворимых продуктов химических реакций, происходивших при нарушении химических равновесий в растворах. Такие нарушения могли быть вызваны ослаблением внешнего давления, охлаждением растворов, взаимодействием их по пути движения с вмещающими породами, смещением с флюидами иного состава и состояния. Восстановить особенности формирования золото-серебряного оруденения можно только по минералогическим признакам. В частности, важное значение имеет текстурный рисунок руд, который позволяет судить о механизме рудообразования.

На золото-серебряных месторождениях Надак, Апрелевка, Кызылчеку, Школьное, Тулусай, Каульды, Чадак, Кочбулак и др. золотосодержащие существенно кварцевые жилы с реликтами карбоната обладают массивной, полосчатой, иногда колломорфной текстурами, указывающими на формирование путем замещения (окремнения) вмещающих карбонатных пород (рис. 4). Чаще всего такие апокарбонатные рудные тела имеют низкие (рядовые) содержания золота (первые граммы на 1 т). Там где процесс окремнения прошел не очень сильно, т.е. где сохранились карбонатные породы, содержание золота в них находится на уровне десятых граммов на

1 т. В секущих жилах — от первых до десятков граммов на 1 т и более.

Результаты определения абсолютного возраста интрузивных пород, метасоматитов и руд по объектам Чаткало-Кураминского региона обобщены В.А.Коваленкером [4]. Возраст гранитоидов варьирует от позднего силура до ранней перми. Возраст метасоматитов в основном раннепермский, реже среднекаменноугольный. И, наконец, возраст околорудных метасоматитов и руд месторождений золота и серебра — раннепермский. Определения сделаны, в лучшем случае, по минералам околорудных метасоматитов, т.е. возрастную границу можно расценивать как нижнюю, руда же накладывалась в более позднее время, о чем свидетельствуют взаимоотношения рудных и метасоматических минералов. Кроме того, определения возраста калиевого полевого шпата из кварц-флюоритовой жилы Наугарзана [4] дают поздний триас и раннюю юру. Поскольку кварц-флюоритовая минерализация характерна для поздних стадий минералообразования, полученный возраст можно расценивать как верхнюю границу. Более надежными являются геологические взаимоотношения, показывающие, что золото-серебряное оруденение, расположенное в кварц-карбонатных жилах, возникло близкосо-временно с дайками диабазовых порфири-тов (P_2-T_1).

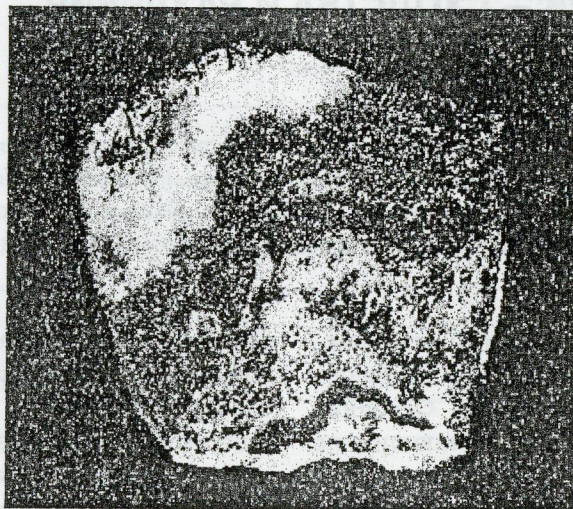


Рис. 4. Колломорфная текстура, иллюстрирующая замещение кремнием карбонатной породы:

основание из халцедона покрыто кристаллом кварца, в котором содержится кайма блеклой руды с теллуридами, сменяющаяся последовательно каймой калаверита, висмутита и кварца; месторождение Кочбулак, фото Н.Н.Королевой

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Аверин Ю.А., Маркова Э.А. О принципах группировки золоторудных полей Средней Азии по геолого-структурному и минералого-геохимическому признаку // *Узбекский геологический журнал*. 1969. № 6. С. 63–66.
2. Вулканизм Западного Тянь-Шаня / Т.Ш.Шаякубов, Т.Н.Далимов, В.А.Арапов и др. – Ташкент: ФАН, 1988.
3. История изучения и очерк геологического строения Восточного Карамазара / В.Н.Байков, В.Ф.Базиль, Е.Г.Краснов и др. // *Рудные поля Карамазара*. Душанбе, 1972. Т. 2. С. 5–35.
4. Коваленкер В.А. Минералого-геохимические закономерности формирования эпитеpmальных руд золота и серебра: Автореф. дис... д-ра геол.-минер. наук. М., 1995.
5. Кошляков И.П. О возрастных взаимоотношениях кварц-карбонатных жил с некоторыми интрузивными образованиями в юго-западном Карамазаре // *Геология рудных месторождений*. 1969. № 5. С. 114–120.
6. Лисогор Л.Н., Турлычкин В.М. Золотоносность древних кварц-кальцитовых жил Карамазара // *Рудные поля Карамазара*. Душанбе, 1975. Т. III. С. 261–286.
7. Лисогор Л.Н., Мирходжаев И.М. Золоторудные формации Карамазара // *Современное состояние учения о месторождениях полезных ископаемых*. Ташкент, 1975. С. 240–251.
8. Моисеева М.И. Минералогия рудных месторождений северо-восточной части Кураминского хребта и сопредельных районов. – Ташкент: ФАН, 1969.
9. Силаев В.И., Ширяева Л.Л. Парнокское железо-марганцевое месторождение: мифы и факты // *Геология рудных месторождений*. 1997. Т. 38. № 4. С. 387–393.
10. Хан Д.Т. К вопросу о многоэтапности минерализации Лашкерек-Гушсайского рудного поля (Кураминский хребет) // *Узбекский геологический журнал*. 1968. № 1. С. 65–71.
11. Юшкин Н.П. Теория и методы минералогии. – Л.: Наука, 1977.
12. Emmons W.H. Gold deposits of World. – N.Y.-London: Mc. Graw-Hill, 1937.
13. Taylor H.P. The application of oxygen and hydrogen isotope studies to problems of hydrothermal alteration and ore deposition. // *Econ. Geol.* 1974. 69, 843–883.

УДК 549.731.15:552.321.6:552.323.6

© И.П.Илупин, 2002.

ВЫСОКОХРОМИСТЫЕ ХРОМИТЫ ИЗ КИМБЕРЛИТОВ И УЛЬТРАБАЗИТОВ — СХОДСТВА И РАЗЛИЧИЯ

И.П.Илупин (ЦНИГРИ МПР России)

Суммированы сведения о находках в ультрабазитах хромитов, отвечающих по составу хромитам алмазной ассоциации из кимберлитов. Показаны различия между хромитами-включениями в алмазах из разных кимберлитовых провинций. Диагностическая особенность хромитов из кимберлитов — специфическая морфология зерен.

Находки в шлихах индикаторных минералов кимберлитов неизменно привлекают внимание геологов-поисковиков. Особенно интересны находки зерен, отвечающих по особенностям химического состава минералам, встречающимся в виде включений в алмазах. Это относится, в частности, к высокохромистому хромиту. Н.В.Соболев с соавторами [13] для хромитов-включений в алмазах отметил их четкий типоморфизм в отличие даже от наиболее богатых хромом шпинелидов из ультраосновных пород. Из-

вестные к тому времени высокохромистые хромиты из Кемпирсайского плутона отличались от включений в алмазах более высоким содержанием алюминия. Поэтому для хромитов алмазной ассоциации были приняты границы: более 62% Cr_2O_3 и менее 8% Al_2O_3 . Позднее Г.П.Буланова с коллегами [10] указала, что в ультраосновных породах Саудовской Аравии найдены хромиты, содержащие до 68% Cr_2O_3 и это ставит под сомнение четкость типоморфизма хромитов из алмаза.

К настоящему времени число находок высокохромистых хромитов в ультраосновных породах значительно возросло; найдены они даже в базальтах. Поскольку в ходе дискуссий приходилось слышать высказывания о крайней редкости находок высокохромистого хромита в некимберлитовых породах, приведем сведения о местах этих находок и о соотношении числа всех опубликованных анализов и числа образцов, отвечающих алмазной ассоциации (табл. 1). Для двух наиболее представительных выборок — ультрабазитов Полярного Урала и Корякского нагорья — доля «алмазных» хромитов соответственно около 1 и более 10%. А в хромититах Южной Эфиопии доля таких образцов — более 78% (при малом числе анализов). Таким образом, далеко не всегда хромиты, отвечающие по содержанию хрома и алюминия «алмазным», составляют ничтожную часть от всех хромитов, встречаемых в данном проявлении ультраосновных пород.

За последние годы возросло число опубликованных анализов хромитов, включенных в алмазы. Представительные выборки удалось собрать по Якутии (165 включений и 73 сростка), югу Африки, Китаю и Архангельской провинции (табл. 2). Данные по большинству образцов Китая заимствованы из работы [23], по Архан-

гельской провинции — из работы [1]. Сопоставление этих данных показало, что между хромитами, включенными в алмазы, из разных провинций существуют определенные различия.

Хромиты-включения и хромиты из сростков Якутии рассмотрены совместно, хотя несомненные различия между ними имеются. Так, среди сростков относительно обильны образцы с содержанием $MgO < 11\%$ — 27 из 73 (37%); среди хромитов-включений доля таких образцов — 4 из 165 (2,4%). Бедные алюминием образцы ($< 3\% Al_2O_3$) среди сростков составляют 9,6% (7 из 73), а среди включений они не встречаются. Низкотитанистые хромиты (не более 0,1% TiO_2) среди сростков составляют 16,7% (12 из 72), а среди включений — 24,2% (40 из 165).

Некоторые характеристики хромитов алмазной ассоциации приведены в табл. 2. Заметно различаются хромиты из разных провинций по доле высокохромистых ($> 66\% Cr_2O_3$) и низкотитанистых (не более 0,1% TiO_2) образцов. Отметим, что между этими двумя показателями наметилась четкая прямая зависимость. По обилию высокомагнезиальных ($> 14\% MgO$) образцов отчетливо на первом месте оказались хромиты из алмазов юга Африки — 59,7% от всей выборки.

1. Высокохромистые хромиты из ультраосновных и основных пород различных регионов

Местонахождение	Всего анализов	В том числе образцы с содержанием >62% Cr ₂ O ₃ и <8% Al ₂ O ₃		
		Число образцов	Максимальное содержание	
			Cr ₂ O ₃	MgO
Ультраосновные породы				
Полярный Урал [8]	561	6	65,92	14,61
Кондерский массив [14]	17	2	62,93*	9,53
Корякское нагорье [3, 4]	302	33	68,44**	14,84
Восточный Сахалин [2]	4	1	63,05	11,84
Индия [21]	4	1	66,30	19,35
Новая Каледония [20]	24	2	68,00	15,03
Папуа — Новая Гвинея [18]	3	2	68,52	10,14
Тасмания [22]	9	3	68,83	10,25
Южная Эфиопия [15]	14	11	66,00	14,26
Ньюфаундленд [19]	36	2	62,17	8,40
Основные породы (базальты)				
Западный Саян [11]	32	3	66,60	14,48

* По 139 анализам из этого же массива максимальное содержание Cr_2O_3 — 58,37% [9].

** Еще более высокое содержание (73,22%) найдено в другом зерне, но с повышенным содержанием алюминия (8,47% Al_2O_3).

2. Некоторые особенности химического состава хромшпинелидов, встречающихся в виде включений в алмазах и в сростках с алмазами

Местонахождение (число образцов)	Доля образцов с повышенным или пониженным содержанием отдельных компонентов: число образцов (проценты от общего количества)				
	$\leq 0,1\% \text{ TiO}_2$	$>66\% \text{ Cr}_2\text{O}_3$	$\leq 62\% \text{ Cr}_2\text{O}_3$	$>8\% \text{ Al}_2\text{O}_3$	$>14\% \text{ MgO}$
Якутия (238; для TiO_2 237)	52 (21,9)	22 (9,2)	27 (11,3)	3 (1,3)	22 (9,2)
Китай (39)	12 (30,8)	5 (12,8)	1 (2,6)	1 (2,6)	2 (5,1)
Юг Африки (62; для TiO_2 60)	29 (48,3)	16 (25,8)	10 (16,1)	13 (21,0)	37 (59,7)
Архангельская провинция (44)	25 (56,8)	17 (38,6)	1 (2,3)	1 (2,3)	9 (20,5)

Обратим внимание на некоторые изменения характеристик химического состава хромитов алмазной ассоциации по сравнению с опубликованными ранее. Хромиты, содержащие не более 62% Cr_2O_3 , довольно обычны в южной части Африки (16,1%), да и в Якутии их 11,3% от общего числа образцов, причем в основном за счет включений (23 образца из 165), а не за счет сростков (4 из 73). Обогащенность алюминием (более 8% Al_2O_3) чаще всего отмечается среди образцов юга Африки — 21,0% (13 образцов из 62). В частности, в трубке Доколвайи (Свазиленд) встречены хромиты с 10,55, 10,61, 12,68 и 13,90% Al_2O_3 , соответственно минимальное содержание Cr_2O_3 — 58,21% [16].

Таким образом, при сравнении хромитов некимберлитовых пород с хромитами, включенными в алмазы, получаются разные результаты в зависимости от того, какая кимберлитовая провинция принята за эталон. Так, хромиты из ультрабазитов бедны титаном (как правило, не более 0,1% TiO_2) и по этому показателю резко отличаются от «алмазных» хромитов Якутии (21,9% низкотитанистых), но гораздо менее резко — от хромитов Архангельской провинции (56,8%).

Хромиты алмажной ассоциации обычно содержат более 11% MgO . Высокохромистые хромиты из ультрабазитов во многих случаях относительно бедны этим компонентом (см. табл. 1). Однако около 40% образцов Корякского нагорья и почти все образцы из Южной Эфиопии содержат столько же магния, сколько его в типичных хромитах, включенных в алмазы.

Если к высокохромистым хромитам (характерным для алмажной ассоциации) относить образцы, содержащие более 60% Cr_2O_3 , и убрать ограничения по содержанию алюминия (ориентируясь на хромиты-включения в алма-

зах юга Африки), то для Полярного Урала получим 22 высокохромистых образца из 561 (3,9%), для Корякского нагорья — 56 образцов из 302 (18,5%), для Ньюфаундленда — 9 образцов из 36 (25%). При таком подходе к особенностям химического состава увеличивается число местонахождений ультраосновных пород, где обнаружены высокохромистые хромиты. Так, среди рудных хромшпинелидов Севано-Акеринской зоны [5] образцы, содержащие более 60% Cr_2O_3 , встречены в четырех случаях из 48 (8,3%); максимальные содержания Cr_2O_3 — 61,49%; MgO — 13,12%. В ультраосновных породах северной части о-ва Эвбея (Греция) из 17 образцов хромшпинелидов в двух случаях — 61,75 и 60,25% Cr_2O_3 , 6,40 и 7,15% MgO [17].

В качестве эталонов химического состава хромитов алмажной ассоциации были рассмотрены включения в алмазах. Такого же состава хромиты присутствуют и в самих кимберлитах — в виде включений во вкрапленниках оливина (чаще — в псевдоморфозах по оливину), а также в виде отдельных зерен непосредственно в связующей массе. Наиболее часто подобные хромиты встречаются в высокоалмазоносных трубках. Именно такие зерна, разбросанные в породе, поступают при разрушении кимберлита в рыхлые образования. В шлиховых проявлениях они могут смешиваться с минералами некимберлитового происхождения, в том числе с минералами из ультраосновных массивов. Поэтому, рассматривая морфологию зерен, сравним хромиты из некимберлитовых источников с хромитами из тяжелой фракции кимберлитовых тел.

В.С.Ровша и И.П.Илупин [12] выделили четыре разновидности хромшпинелидов из кимберлитов: 1) октаэдры с гладкими блестящими гранями; 2) зерна октаэдрического габитуса с сильно закругленными шероховатыми

вершинами и ребрами; 3) зерна, с многочисленными гладкими блестящими гранями, иногда выпуклыми; 4) неправильные, ксеноморфные зерна. Было отмечено, что зерна 1-й и 4-й разновидностей могут встречаться в шлихах вне связи с минералами-спутниками алмаза, тогда как зерна 2-й и 3-й разновидностей отмечались только в ассоциации с другими минералами, характерными для кимберлитов — с пиропом, ильменитом и др. Спустя 30 лет другие авторы [9] выделяют те же четыре морфологических типа хромшпинелидов из кимберлитов, сохранив порядок их перечисления и применив лишь более «строгие» термины: 1) октаэдры — островершинные формы; 2) октаэдрические кристаллы, у которых ребра и вершины притуплены вицинальными поверхностями; 3) округлые (мириоздрические) кристаллы блокового строения с широким развитием вицинальных поверхностей; 4) неопределимые формы. Указано, что вицинальные участки, притупляющие ребра и вершины октаэдров, присущи мантийным хромшпинелидам, т.е. то же, что было сказано ранее [12] о 2-й и 3-й разновидностях, характерных для ассоциаций кимберлитовых минералов.

Особенности морфологии хромшпинелидов использовались нами в ходе минералогических исследований. Например, при изучении тяжелой фракции терригенных отложений Северного Тимана отсутствие среди обнаруженных хромшпинелидов зерен 2-й и 3-й разновидностей позволило высказать мнение о том, что источник этих зерен не кимберлитовый [7].

В тех случаях когда зерна изучаемого шлихового материала сильно окатаны и затруднительно распознать их исходную форму (и исходный характер поверхности), может помочь изучение ассоциации минералов. Материал, поступающий в аллювий при разрушении ультраосновных массивов, может содержать зерна хромита, неотличимые по химическому составу от хромитов-включений в алмазах, но эти хромиты не будут сопровождаться характерными для кимберлитов минералами — пиропом, пикроильменитом. Поэтому в заключение повторим ранее высказанную рекомендацию: нужно обращать внимание не только на отдельные минералы, но прежде всего на ассоциацию минералов, характерных для кимберлитов [6].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Архангельская алмазоносная провинция (геология, петрография, геохимия и минералогия) / Под ред. О.А.Богатикова. — М.: Изд-во МГУ, 1999.
2. Высоцкий С.В., Говоров Г.И., Кемкин И.В., Сапин В.И. Бонинит-офиолитовая ассоциация Восточного Сахалина: геология и некоторые особенности петрогенезиса // Тихоокеанская геология. 1998. Т. 17. № 6. С. 3–15.
3. Дмитренко Г.Г., Мочалов А.Г., Паланджян С.А. Петрология и платиноносность лерцолитовых массивов Корякского нагорья. — Магадан, 1990. (Препринт / ДВНЦ АН СССР).
4. Дмитренко Г.Г., Мочалов А.Г., Паланджян С.А., Горячева Е.М. Химические составы породообразующих и акцессорных минералов альпийских ультрамафитов Корякского нагорья. Ч. 1. Породообразующие минералы. — Магадан, 1985. (Препринт / ДВНЦ АН СССР).
5. Злобин С.К., Дмитриев Л.В., Кононкова Н.Н. Состав и генезис хромитовых руд в офиолитах Севано-Акеринской зоны Малого Кавказа // Геология рудных месторождений. 1989. № 3. С. 32–43.
6. Илупин И.П. Находки «кимберлитовых» минералов в некимберлитовых изверженных горных породах // Геология, минералогия и методы прогнозирования алмазных месторождений. Тр. ЦНИГРИ. М., 1984. Вып. 188. С. 46–51.
7. Илупин И.П., Константиновский А.А., Сандомирская С.М. Новые данные о хромшпинелидах, пиропе и своеобразном цирконе из среднедевонских терригенных отложений Северного Тимана // Докл. АН СССР. 1979. Т. 249. № 3. С. 687–691.
8. Макеев А.Б., Брянчанинова Н.И. Топоминералогия ультрабазитов Полярного Урала. — СПб.: Наука, 1999.
9. Особенности морфологии и состава некоторых хромшпинелидов алмазоносных площадей в связи с проблемой «ложных» индикаторов кимберлитов / В.П.Афанасьев, Н.П.Похиленко, А.М.Логвинова и др. // Геология и геофизика. 2000. Т. 41. № 12. С. 1729–1741.
10. О составе гранатов и хромитов, ассоциирующих с алмазами / Г.П.Буланова, К.Н.Никишов, В.В.Ковальский и др. // Комплексные исследования алмазов. Тр. ЦНИГРИ. М., 1980. Вып. 153. С. 79–89.
11. Порошин Е.Е., Багдасаров Э.А. Акцессорные хромшпинелиды из нижнекембрийских базальтов Западного Саяна // Геология и геофизика. 1984. № 9. С. 88–97.
12. Ровша В.С., Илупин И.П. Хромшпинели в кимберлитах Якутии // Геология и геофизика. 1970. № 2. С. 47–56.

13. Соболев Н.В., Похиленко Н.П., Лаврентьев Ю.Г., Усова Л.В. Особенности состава хромшпинелидов из алмазов и кимберлитов Якутии // Геология и геофизика. 1975. № 11. С. 7-24.
14. Пашикин В.М., Желдакова С.О. Строение дунитового ядра Кондерского массива и генезис платиноносных щелочно-ультраосновных комплексов // Руды и металлы. 1993. № 1-2. С. 77-86.
15. Bonavia F.F., Diella V., Ferrario A. Precambrian podiform chromitites from Kenticho Hill, southern Ethiopia // Econ. Geol. 1993. Vol. 88. № 1. P. 198-202.
16. Daniels L.R.M., Gurney J.J. Diamond inclusions from the Dokolwayo kimberlite, Swaziland // Proc. 7th Int. Kimberlite Conf., Cape Town. 1999. Vol. 1. P. 134-142.
17. Gartzos E., Migiros G., Pacharidis I. Chromites from ultramafic rocks of northern Evia (Greece) and their geotectonic significance // Schweiz. Mineral. und Petrogr. Mitt. 1990. Vol. 70. № 2. P. 301-307.
18. Jaques A.I., Chappell B.W. Petrology and trace element geochemistry of the Papuan Ultramafic Belt // Contrib. Mineral. and Petrol. 1980. Vol. 75. № 1. P. 55-70.
19. Malpas J., Strong D.F. A comparison of chromespinels in ophiolites and mantle diapirs of Newfoundland // Geochim. et cosmochim. acta. 1975. Vol. 39. № 6-7. P. 1045-1060.
20. Rodgers K.A. Chrome-spinels from the Massif du Sud, southern New Caledonia // Mineral. Mag. 1973. Vol. 39. № 303. P. 326-339.
21. Singh A.K., Jain B.K., Date S.K., Chandra K. Structural and compositional study of natural chromites of Indian origin // J. Phys. 1978. Vol. 11. № 5. P. 769-776.
22. Varne R., Brown A.V. The geology and petrology of the Adamsfield ultramafic complex, Tasmania // Contrib. Mineral. and Petrol. 1978. Vol. 67. № 2. P. 195-207.
23. Zhang A., Griffin W.L., Ryan C.G., Andrew A.S. Conditions of diamond formation beneath Liaoning and Shandong provinces, China: Parageneses, temperatures and the isotopic composition of carbon // Proc. 7th Int. Kimberlite Conf., Cape Town. 1999. Vol. 2. P. 940-947.

АППАРАТУРНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА И ТЕХНОЛОГИИ ГЕОЛОГОРАЗВЕДОЧНЫХ РАБОТ



УДК 550.83

© А.А.Грачев, 2002

О КАЖУЩЕЙСЯ ЗАВИСИМОСТИ МЕЖДУ УДЕЛЬНЫМ ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ СОПРОТИВЛЕНИЕМ И ДИЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ПРОНИЦАЕМОСТЬЮ ГОРНЫХ ПОРОД

А.А.Грачев (ЦНИГРИ МПР России)

Предложен способ определения «истинной» диэлектрической проницаемости неполяризованной среды по заданным значениям удельного электрического сопротивления горных пород на постоянном токе. Приведены уравнения регрессии и графики, характеризующие корреляционную связь между этими параметрами, которые могут использоваться при работах электромагнитными методами геофизики. На основании систематизации материалов приведены соображения по поводу обусловленности зависимости между рассматриваемыми параметрами, являющейся по сути кажущейся.

Удельное электрическое сопротивление (ρ) и диэлектрическая проницаемость (ϵ) относятся к числу важнейших физических характеристик горных пород. Они используются при выборе основных элементов работ электромагнитными методами геофизики (низкочастотными, радиоволновыми), а также при интерпретации полученных материалов [6, 11, 14].

Способы определения названных характеристик хорошо известны [1, 2, 4, 5, 8, 11–14]. Для параметра ϵ чаще всего применяются «лабораторные» технологии. Однако они в большинстве своем достаточно трудоемки, поскольку требуют, помимо отбора образцов, специальной их подготовки к измерениям [1, 2, 4, 5, 8]. В связи с этим в ряде научных организаций стал изучаться вопрос о возможности нахождения значений диэлектрической проницаемости пород по значениям ρ , которые определяются более разнообразными и нередко технологически более простыми и мобильными способами, чем ϵ .

Предпосылкой к проведению исследований такой направленности явились данные об имеющей место зависимости между рассматриваемыми параметрами, содержащиеся в отечественных публикациях 40–50-х гг. [9, 12]: по мере уменьшения удельного сопротивления пород их диэлектрическая проницаемость воз-

растает. На основании обобщения и анализа полученных Б.Н.Достоваловым [4] и А.В.Вешевым [2] результатов лабораторных определений ϵ и ρ Л.И.Пискуновым [9] впервые было приведено уравнение, описывающее указанную зависимость, правда, только для одной из рабочих частот — $f=3,1$ МГц. Подобные уравнения для других значений f были получены сотрудниками ЦНИГРИ [1, 5], ВИРГ [13] и других организаций [15] в 70–90 гг. В указанных публикациях, кроме уравнений связи, представлены рассчитанные по ним номограммы. Они позволяют определять параметр ϵ по заданному значению ρ и, наоборот, для фиксированных частот в диапазоне 0,3–18 МГц, обычно используемых при работах подземными радиоволновыми методами — радиопросвечивания, радиоотражения, высокочастотной электромагнитной корреляции [6, 11, 14].

Необходимо подчеркнуть, что все упомянутые уравнения связывают между собой эффективные значения параметров $\epsilon_{\text{эф}}$ и $\rho_{\text{эф}}$. Они зависят [1–3, 5–7, 10, 14] не только от минерального состава пород, количественного соотношения минералов с разными значениями ρ и ϵ , текстурных и структурных особенностей пород, коэффициента их пористости, формы пор, электрических свойств вещества

— заполнителя пор, давления, температуры пород, но и от частоты электромагнитного поля и способов определения $\rho_{эф}$ и $\epsilon_{эф}$. Для устранения влияния последних двух факторов на характер связи между удельным сопротивлением и диэлектрической проницаемостью автором вместо $\rho_{эф}$ и $\epsilon_{эф}$ использовались параметры ρ_0 и ϵ_∞ . Первый из них — удельное сопротивление пород на постоянном токе. Вторым параметром в аппроксимации частотной дисперсии электрических свойств горных пород по Дебаю [10] соответствует «истинной» диэлектрической проницаемости неполяризованной среды. Поскольку значения $\epsilon_{эф}$ и $\rho_{эф}$ с ростом частоты поля уменьшаются [1–3, 5–7, 10], $\epsilon_{эф}$ — это асимптотическая величина, к которой стремится эффективная диэлектрическая проницаемость на предельно высоких частотах.

Установление характера связи между ρ_0 и относительной величиной $(\epsilon_\infty)_{отн}$ осуществлялось с помощью корреляционного анализа. Использовались значения параметров из опубликованных источников [1, 2, 4–7, 12–14] и результаты собственных лабораторных и полевых измерений автора. Для нахождения $(\epsilon_\infty)_{отн}$ строились графики зависимости $(\epsilon_{эф})_{отн}$ от частоты поля, представлявшие собой ниспадающие кривые. В случае, когда какая-либо из кривых не выходила полностью на асимптоту (из-за недостаточного количества фиксированных частот при лабораторных определениях параметров), величина $(\epsilon_\infty)_{отн}$ снималась с экстраполированной ветви этого графика. Как было установлено в работе [3], предельное значение f , начиная с которого диэлектрическая проницаемость перестает зависеть от частоты ($\epsilon_{эф} = \epsilon_\infty$), для различных пород колеблется от $5 \cdot 10^4$ – 10^5 до 10^7 – 10^8 Гц. Она тем выше, чем большей ϵ характеризуется порода.

В упомянутом корреляционном анализе использовались электрические параметры более 80 литологических разновидностей горных пород (изверженных, эффузивных, вулканогенно-осадочных, осадочных, метаморфических, околорудных метасоматически измененных) золоторудных, золото-серебряных, полиметаллических, серебряно-полиметаллических, медноколчеданных, колчеданно-полиметаллических, медно-никелевых, железорудных (магнетитовых) месторождений России, Узбекистана, Таджикистана, Казахстана, Украины и месторождений алмазов Архангельской области и Западной Якутии. В целом исследованиями охвачен диапазон частот от

0–22,5 Гц до 30–50 МГц, хотя разными специалистами лабораторные измерения параметров проводились в более узких частотных диапазонах [1–5, 7, 12–14].

В результате корреляционного анализа получено следующее уравнение связи (регрессии):

$$\lg \rho_0 = 0,25 + 8,2(\epsilon_\infty)_{отн}^{-1/2}. \quad (1)$$

Данное выражение представляет собой уравнение гиперболы вида

$$y = \alpha_0 + \alpha_1/x, \quad (2)$$

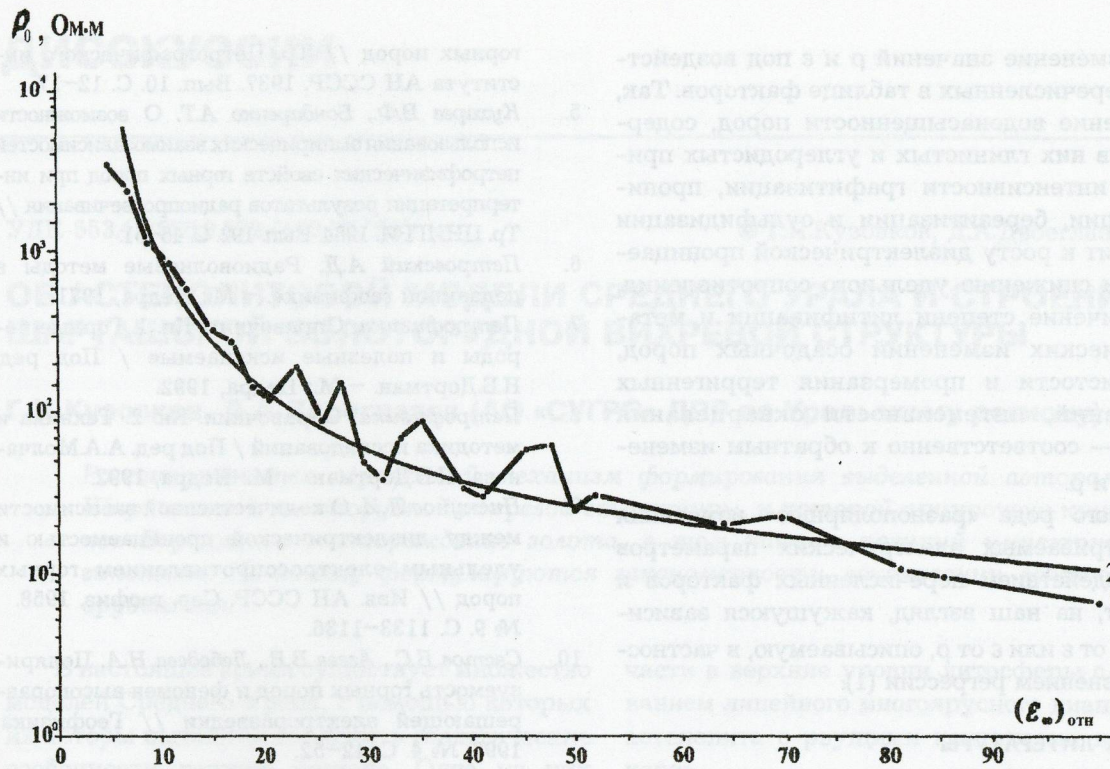
где y — функция ($\lg \rho_0$), x — аргумент $(\epsilon_\infty)_{отн}^{-1/2}$, α_0 и α_1 (0,25 и 8,2) — постоянные коэффициенты.

При выводе уравнения (1) использованы 625 парных значений (n) изучавшихся параметров. Эмпирическое корреляционное отношение η , характеризующее степень тесноты связи между двумя признаками для любого вида их зависимости, равно 0,82; средняя квадратическая ошибка σ определения параметра η равна 0,0128, а доверительный интервал η составляет 0,8–0,85. Судя по полученному значению η , можно констатировать наличие тесной связи между ρ_0 и $(\epsilon_\infty)_{отн}$.

Соответствующая рассматриваемой зависимости теоретическая кривая, рассчитанная по формуле (1), и график осредненных значений параметров ρ_0 и $(\epsilon_\infty)_{отн}$ представлены на рисунке. Упомянутая кривая может использоваться в практике работ электромагнитными (в том числе радиоволновыми) методами для оценки $(\epsilon_\infty)_{отн}$ по заданным значениям ρ_0 .

Причина существования зависимости между удельным сопротивлением пород и их диэлектрической проницаемостью предыдущими исследованиями достоверно не была установлена. В упоминавшихся публикациях описывается лишь характер связи $\rho_{эф}$ – $\epsilon_{эф}$ для различных петрологических и геокриологических ситуаций и различных частот поля без рассмотрения природы этой зависимости. Чтобы в какой-то степени осветить вопрос обусловленности связи ρ – ϵ (или ϵ – ρ) автором проанализированы и систематизированы различные факторы (таблица), существенно изменяющие эти параметры одновременно. При анализе и составлении таблицы использовались как литературные данные [1, 5, 7, 15], так и собственные материалы лабораторных и полевых работ.

Обращает на себя внимание «разнополяр-



Графики кажущейся зависимости между параметрами ρ_0 и $(\epsilon_{\infty})_{\text{отн}}$:

1 — осредненных значений параметров, 2 — расчетный

Характер изменения электрических свойств горных пород

Факторы, приводящие к изменению ρ и ϵ	Характер изменения	
	ρ	ϵ
Водонасыщение терригенных отложений (в первую очередь, пористых и слабосцементированных)	—	+
Трещиноватость, дробление скальных пород, сопровождаемые водонасыщением	—	+
Наличие глинистых частиц в осадочных породах (терригенных, карбонатных)	—	+
Наличие углеродсодержащих (органических) примесей в терригенных отложениях, метаморфических сланцах, некоторых метасоматитах	—	+
Графитизация терригенных пород в зонах смятия и расщепления и вблизи них	—	+
Пропилитизация, березитизация и другие, сопровождаемые вкрапленной сульфидной минерализацией, метасоматические (гидротермальные) изменения магматических пород	—	+
Литификация рыхлых и слабосцементированных отложений	+	—
Метаморфические изменения осадочных пород (с образованием различных сланцев, мраморов, гнейсов и др.)	+	—
Окварцевание пород различных литологических типов	+	—
Преобладание песчаного материала в терригенных отложениях	+	—
Промерзание терригенных пород (в первую очередь, пористых и слабосцементированных)	+	—

Примечание. «+» — увеличение; «—» — уменьшение

ное» изменение значений ρ и ϵ под воздействием перечисленных в таблице факторов. Так, повышение водонасыщенности пород, содержания в них глинистых и углеродистых примесей, интенсивности графитизации, пропилитизации, березитизации и сульфидизации приводит к росту диэлектрической проницаемости и снижению удельного сопротивления, а увеличение степени литификации и метаморфических изменений осадочных пород, песчаности и промерзания терригенных отложений, интенсивности окварцевания пород — соответственно к обратным изменениям ϵ и ρ .

Такого рода «разнополярные» изменения рассматриваемых электрических параметров под воздействием перечисленных факторов и создают, на наш взгляд, кажущуюся зависимость ρ от ϵ или ϵ от ρ , описываемую, в частности, уравнением регрессии (1).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бондаренко А.Т., Кухарев В.Ф., Стогова В.А. Зависимости между электрическими и петрофизическими свойствами горных пород и кварца золоторудных месторождений // Геология и геофизика. 1989. № 9. С. 93–99.
2. Вешев А.В. Лабораторные исследования зависимости диэлектрической проницаемости ϵ и удельной проводимости σ образцов горных пород от частоты электромагнитных колебаний // Геофизические методы разведки. М., 1955. С. 19–24.
3. Грачев А.А. Учет частотной дисперсии электромагнитных свойств горных пород в технологии радиогоразведки // Руды и металлы. 1997. № 3. С. 57–62.
4. Достовалов Б.Н. Измерения диэлектрической постоянной (ϵ) и удельного сопротивления (ρ) горных пород // Тр. Петрографического института АН СССР. 1937. Вып. 10. С. 12–17.
5. Кухарев В.Ф., Бондаренко А.Т. О возможности использования эмпирических взаимозависимостей петрофизических свойств горных пород при интерпретации результатов радиопросвечивания // Тр. ЦНИГРИ. 1984. Вып. 192. С. 46–51.
6. Петровский А.Д. Радиоволновые методы в подземной геофизике. — М.: Недра, 1971.
7. Петрофизика. Справочник. Кн. 1. Горные породы и полезные ископаемые / Под ред. Н.Б.Дортман. — М.: Недра, 1992.
8. Петрофизика. Справочник. Кн. 2. Техника и методика исследований / Под ред. А.А.Молчанова, Н.Б.Дортман. — М.: Недра, 1992.
9. Пискунов Л.И. О количественной зависимости между диэлектрической проницаемостью и удельным электросопротивлением горных пород // Изв. АН СССР. Сер. геофиз. 1958. № 9. С. 1133–1136.
10. Светов Б.С., Агеев В.В., Лебедева Н.А. Поляризуемость горных пород и феномен высокоразрешающей электроразведки // Геофизика. 1996. № 4. С. 42–52.
11. Скважинная и шахтная рудная геофизика. Справочник геофизика. Кн. 1 и 2 / Под ред. В.В.Бродового. — М.: Недра, 1989.
12. Тархов А.Г. О связи диэлектрической постоянной горных пород с их минералогическим составом // Изв. АН СССР. Серия географическая и геофизическая. 1947. Т. XI. № 2. С. 189–195.
13. Хургин И.Б., Иванов Б.М., Кошелев Г.А. О возможности метода радиоволнового просвечивания на Абаканском железном руднике // Методы разведочной геофизики. Вып. 21. Геофизические методы в процессе эксплуатации рудных месторождений. Л., 1976. С. 96–105.
14. Электроразведка. Справочник геофизика. Кн. 1 и 2 / Под ред. В.К.Хмелевского, В.М.Бондаренко. — М.: Недра, 1989.
15. Якунов В.С. Исследование мерзлых толщ методами геофизики. — Якутск: ЯФ Изд-ва СО РАН, 2000.

ДИСКУССИИ

УДК 553.41:550.8.072 (470.51/.54)

© Г.Н.Кузовков, Д.А.Двоеглазов, 2002

ОБ АСТЕНОЛИТОВОЙ МОДЕЛИ СРЕДНЕГО УРАЛА И СТРОЕНИИ ШАРТАШСКОЙ ЗОЛОТОРУДНОЙ ВИХРЕВОЙ СТРУКТУРЫ

Г.Н.Кузовков, Д.А.Двоеглазов (АО «СУГРЭ» ДПР по Уральскому региону)

Рассматривается вероятный механизм формирования выделенной авторами Шарташской золоторудной вихревой структуры, к которой приурочено крупное Березовское месторождение золота, в том числе с позиций импактной гипотезы. По-новому формулируются закономерности локализации золотого оруденения.

В настоящее время существует множество моделей Среднего Урала, с помощью которых их авторы пытаются объяснить геологические особенности данного региона. Одна из них представлена в работе В.О.Коньшева [5]. Эта дискуссионная и по существу мобилистская модель глубинного строения Среднего Урала отражает распределение масс в земной коре следующим образом. Трехъярусный астенолит диапироподобной грибообразной формы протыкает и деформирует земную кору от подошвы до дневной поверхности. Приводится вероятный состав диапира (шпинелевые клинопироксениты, гранатовые перидотиты, эндиопсидовые пироксениты, меланогабброиды (израндиты). Предлагаемая модель Среднего Урала с «многоярусным стержнем плотных масс астенолита в центре» определяет, по мнению автора, закономерную смену серий (рядов) формаций, тектонических форм и металлогеническую зональность этой горно-складчатой системы.

Не пытаясь дать оценку предлагаемой модели, авторы настоящей статьи обращают внимание на некоторые имеющиеся в ней логические несоответствия. Так, В.О.Коньшев, ссылаясь на работу Н.Г.Берлянд и А.А.Духовских (1997), констатирует отсутствие астеносферного слоя под Уралом до глубины 400 км. По многим другим данным (М.С.Рапопорт, Н.И.Рудица, 1998 и др.), под Средним Уралом находится «безастеносферная» мантия. Тем не менее, утверждается [5, с. 48], что именно отсутствие астеносферного слоя «позволяет допустить возможность внедрения некоторой его

части в верхние уровни литосферы с образованием линейного многоярусного диапира или астенолита с рвущими контактами в земной коре».

Далее рассматриваются физико-химические условия в этом несуществующем астеносферном слое на глубине 150 км и делается вывод, что «при указанных расчетных физических свойствах такое вещество после прорыва через твердый слой верхней мантии было способно деформировать, поднять, продавить и раздвинуть плавающие на тяжелой жидкости менее плотные блоки земной коры» и что «возможная астеносферная природа выявленного плотного тела позволяет рассматривать его как астенолит» (там же). В данном случае, как и в предыдущем, выводы нельзя признать логически корректными.

Добавим, что выделение указанного выше астенолита не согласуется с имеющимися данными о строении земной коры и верхней мантии Среднего Урала, приведенными в работах ряда исследователей (В.Б.Соколов, 1992, 2000; В.Б.Соколов, С.Н.Кашубин, Т.Н.Хисматулин, 2000; Б.П.Рыжий, С.Н.Кашубин, 2000 и др.). Поскольку представления автора [5] распространяются на район Березовского золоторудного месторождения, ниже приводится описание некоторых геолого-структурных особенностей этого района, во многом обусловленных наличием локальной вихревой структуры, и делается попытка по-новому представить закономерности локализации золотого оруденения, в том числе с позиций импактной гипотезы [6].

Вихревые (ротационные) структуры в литосфере давно привлекают внимание геологов ([1, 10, 14, 15]; О.И.Слензак, 1972; М.А.Чурилин, 1980; Я.Г.Кац и др., 1989). Ли Сы-Гуан [10 и др.] впервые обратил внимание на ротационную структуру Байюньшань поперечником около 0,5 км, образовавшуюся, по его мнению, в результате движения вещества по спиралевидным кольцевым разломам, сопряженным с крупным сдвигом. В настоящее время формирование вихревых структур чаще всего связывается с вращательными движениями, возникающими за счет поворота микроплит при коллизии крупных литосферных плит или вращения небольших мобильных блоков при сдвигах вдоль границ крупных блоков [1]. Согласно этим авторам, «структуры с вихревой (спиралевидной) морфологией контролируют положение на континентах уникально крупных месторождений металлов и других полезных ископаемых» (с. 134). По существу, вихревые структуры являются разновидностью кольцевых, наблюдаемых на поверхности Земли в огромном количестве. Многие из них некоторыми исследователями ([4, 6]; Б.С.Зейлик, 1978 и др.) рассматриваются как космогенные. В то же время, отдельные заведомо космогенные объекты (метеоритные кратеры Эльгыгытгын, Попигайский) с отчетливым вихревым строением причисляются к эндогенным вихревым структурам [1, 14].

Данные о вихревых структурах Среднего Урала немногочисленны. Г.Н.Кузовковым (1999) описаны кольцевые структуры Ключевского гипербазитового массива, имеющие, по его данным, вихревое строение и оказывающие влияние на распределение в пространстве хромитового оруденения. В работе [7] высказано предположение о возможной вихревой природе Каменской космогенной (?) структуры, расположенной в районе г. Каменск-Уральский, которая, как предполагается, контролирует пространственное распределение месторождений и проявлений каменного угля, марганца, редких металлов, золота и других полезных ископаемых. Наконец, в работе [1] указано на существование Березовской вихревой структуры, к северо-восточной периферии которой приурочено одноименное месторождение золота.

Описываемая ниже Шарташская вихревая структура выделялась ранее [9 и др.] как Шарташская брахиантиклиналь (рис. 1). Она расположена в пределах восточной части г. Екатеринбург и прилегающих к ней с востока террито-

рий. В северо-восточной части структуры находится г. Березовский. Описанию ее геологических особенностей посвящено много работ. Однако вопрос о механизме формирования структуры, имеющий важное геологическое и металлогеническое значение, по нашему мнению, освещен лишь в самых общих чертах. В одной из недавних публикаций [13] отмечено положение структуры в образованиях океанического (базит-гипербазиты, диабазы, лавы, туффы и т.д.) и коллизионных (гранитоиды) комплексов, а причиной их тектонизации признаются коллизионные процессы.

Г.Н.Кузовковым и др. [9] было обращено внимание на спиралевидное (вихревое) строение Шарташской брахиантиклинали и на заметную роль в нем кольцевых (дуговых) разломов. Позднее этот вывод был подтвержден авторами второго издания геологической карты листа О-41-XXV м-ба 1:200 000 (В.Ф.Копанев, Р.Д.Калугина, Е.В.Стороженко и др., 1999). Благодаря этим особенностям она выделяется нами как Шарташская вихревая структура (ШВС). К данной структуре приурочено широко известное в России и мире Березовское месторождение золота, определившее высокую степень геологической изученности структуры.

Морфологически ШВС отвечает сложная изометричная в плане депрессионная зона (депрессия) со слабо расчлененным рельефом современной поверхности. Многочисленные локальные возвышенности, наблюдаемые преимущественно в периферических частях депрессии, обусловлены наличием тел метагипербазитов (серпентинитов). Вблизи центральной части депрессии располагается оз. Шарташ (рис. 2). Гидрографическая сеть в пределах депрессии разработана слабо и принадлежит системе р. Пышма; в направлении с юго-запада на северо-восток она пересечена долиной р. Калиновка — правого притока р. Пышма. Примечательно, что долина р. Пышма конформно следует вдоль северной периферии ШВС, повторяя ее дугообразное ограничение. Характерно также, что относительно прямолинейные долины истоков р. Пышма и ее правых притоков — рек Балтымка и Крутиха — радиально причленяются с северо-запада к дугообразному отрезку главной долины и, возможно, фиксируют радиальные разломы в палеозойском основании. Можно предположить, что во внешней периферии ШВС существует целая серия подобных нарушений, имеющих скрытый характер и морфологически не проявленных в современном рельефе.

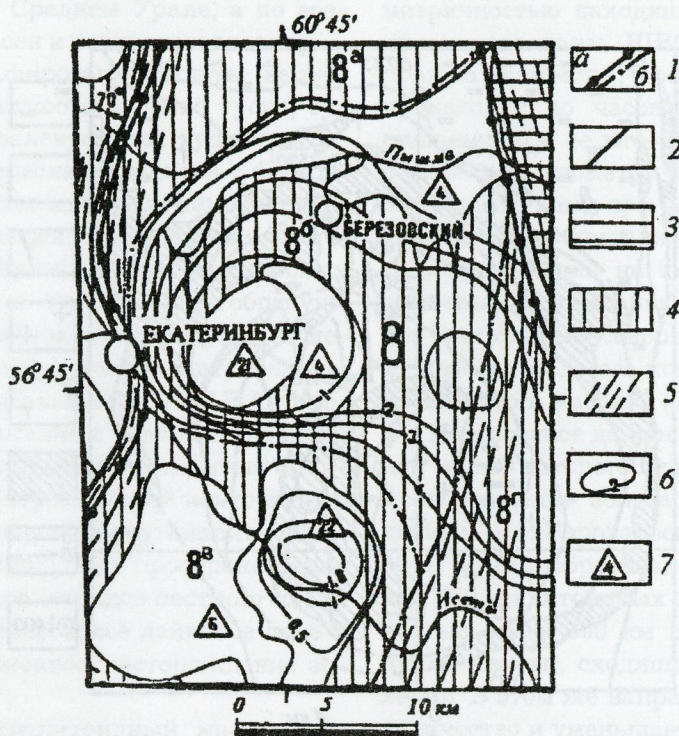


Рис. 1. Тектоническая схема района Шарташской вихревой структуры, по [9]:

1 — границы: а — Монетинско-Седедьниковского антиклинория (8); б — подчиненных ему структур (8^а — Октябрьская грабен-синклиналь, 8^б — Шарташская брахиантиклиналь, 8^в — Елизаветинская брахи-синклиналь, 8^г — Арамилско-Кашинская антиклиналь); 2 — Верхисетский (на западе) и Мурзинский разломы; структурные ярусы: 3 — рифейский, 4 — среднеордовикско-раннедевонский; 5 — зоны динамометаморфизма; 6 — изостраты Шарташского гранитоидного массива; 7 — номера интрузивных массивов (базит-гипербазитовых: 4 — Пышминско-Березовский, 6 — Уктусский; гранитоидных: 21 — Шарташский, 22 — Большеседельниковский)

В структурном отношении [9] ШВС располагается в пределах так называемого Монетинско-Седельниковского антиклинория, являющегося составной частью Сысертско-Первомайского блока Сысертско-Ильменогорского мегантиклинория (см. рис. 1). Тектоническими ограничениями антиклинория служат на западе — Верхисетский разлом (взброс), на востоке — Мурзинский (левосторонний сдвиг). С севера ШВС ограничена широтной Октябрьской грабен-синклиналью, выполненной лландоверийскими (?) вулканогенно-кремнистыми образованиями. Южным ее ограничением является Елизаветинская брахисинклиналь, в которой представлены силуро-девонские (?) вулканогенно-осадочные образования, базит-гипербазиты Уктусского и гранитоиды Большеседельниковского интрузивных массивов. На западе ШВС тектонически сопрягается со

структурами Свердловского синклинория, выполненными силурийскими (?) вулканоконтинентальными образованиями, на востоке — с линейными меридиональными структурами Арамилско-Кашинской антиклинали, образованными в вулканогенно-осадочных толщах ордовика — силура (?).

В плане ШВС имеет эллипсовидные контуры, размеры 18–23 км с длинной осью «эллипса», ориентированной в северо-восточном (40–45°) направлении (см. рис. 2), и относится к типичной антиклинально-сводовой структуре обрамления крупной гранитоидной интрузии. Спиралевидное (вихревое) строение структуры отчетливо проявлено благодаря наличию многочисленных тел метагипербазитов, которые располагаются вдоль спиральных образующих ШВС и служат ее своеобразными маркерами, отражаясь в локальных положи-

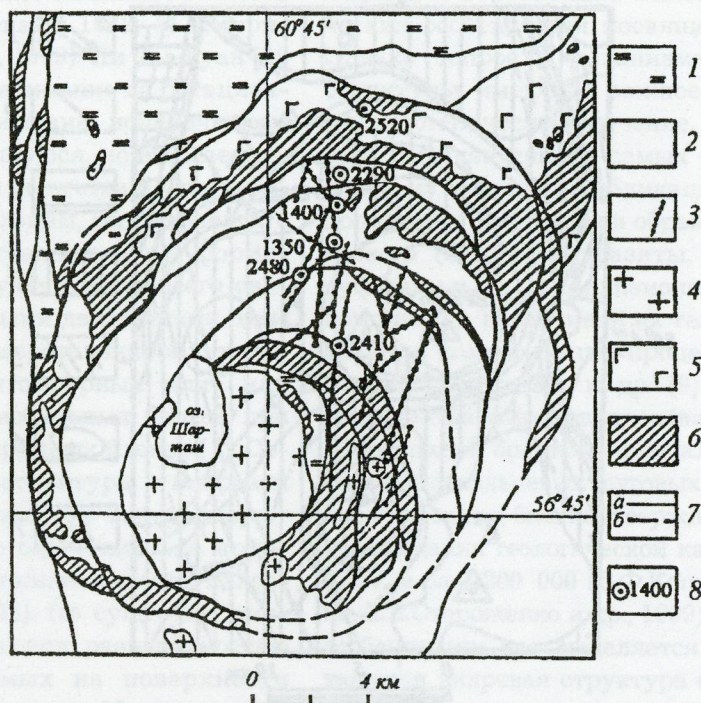


Рис. 2. Геолого-структурная схема Шарташской вихревой структуры, по [9]:

1 — лландоверийские (?) кремнистые, углисто-кремнистые породы, слюисто-кварцевые сланцы; 2 — верхнеордовик-нижнесилурийские (?) базальты (вариолиты, спилиты), их туфы, подчиненные им песчаники, алевролиты; 3 — главные дайки гранитоид-порфиров Березовского дайкового поля; 4 — граниты; 5 — габбро; 6 — метагипербазиты (серпентиниты); 7 — геологические (а) и тектонические (б) границы; 8 — структурные скважины, их номера

тельных аномалиях магнитного поля. Совокупность этих тел известна [9 и др.] как Пышминско-Березовский альпинотипный массив. Многочисленные данные свидетельствуют о том, что это бескорневые пластообразные тела, в целом согласные с вмещающими их

вулканогенно-осадочными породами и имеющие характер тектонических пластин — протрузий (рис. 3).

Вмещает протрузии гипербазитов своеобразный вулканогенно-осадочный комплекс пород, который по своим характеристикам не

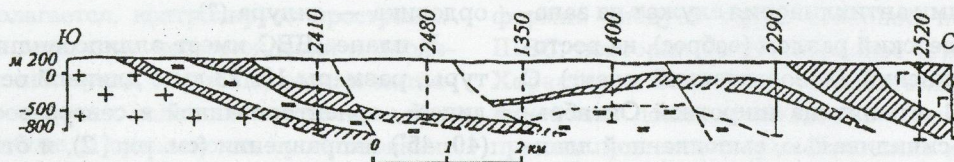


Рис. 3. Геологический разрез по линии структурных скважин:

усл. обозн. см. рис. 2

имеет аналогов на Среднем Урале, а по возрасту условно отнесен к позднему ордовику — раннему силуру. Афировые базальты (вариолиты, спилиты), мелкообломочные туфы, туфопесчаники, туфоалевролиты, туффиты основного состава, переслаивающиеся с алевропелитами и алевропесчаниками, измененными до филлитовых сланцев, с горизонтами углисто-кремнистых сланцев, туфов порфириковых базальтов и яшм, в совокупности образуют однородную ассоциацию, относящуюся к недифференцированной формации натровых базальтов спилит-диабазового типа (С.В.Автонев и др., 1981). Описанный комплекс прорван интрузиями гранитоидов (адамеллитов) Шарташского массива (верхисетский комплекс, по [9], относимый к коллизионной тоналит-гранодиоритовой формации [13]) и пространственно связанных с ними гранитоидов пестрого состава, образующих Березовское дайковое поле и вмещающих одноименное месторождение золота (см. рис. 2).

Шарташский гранитоидный массив, согласно имеющимся данным ([9, 13 и др.]; см. рис. 1), представляет собой крупное субширотное тело неправильной в плане формы, большая часть которого не вскрыта эрозией и прослеживается на глубину около 5 км (так называемый Большой Шарташский массив [13 и др.]). Поверхность кровли тела полого погружается на север и круто — на юг и юго-запад. Простая морфология его поверхности осложнена тремя куполовидными выступами: Шарташским, Шпанчевским (восточнее) и слепым Становлянским, находящимся на глубине 0,5–1 км от современной поверхности. Как видно на рис. 1, это крупное тело является по существу своеобразным сиалическим цоколем развитых с поверхности вулканогенно-осадочных образований Шарташской брахиантиклинали и Арамилско-Кашинской антиклинали, насыщенных протрузиями метагипербазитов.

Имеющиеся данные свидетельствуют о том, что именно с формированием Шарташского выступа описанного массива связана антиклинально-сводовая структура его обрамления. При этом обращает на себя внимание согласованность общего поверхностного контура ШВС (см. рис. 2) с залегающей на глубине западной частью гранитоидного массива (см. рис. 1), что позволяет сделать вывод о контроле поверхностного проявления ШВС западной погруженной частью Шарташского массива. Асимметричность ШВС согласуется с асим-

метричностью находящегося на глубине гранитоидного тела: ШВС представляет собой правую «спираль», «раскручивание» которой происходит по часовой стрелке от центра, смещенного в ее юго-западную часть и представленного изометричным в плане Шарташским выступом; при этом наиболее сжатая южная часть «спирали» отвечает участку крутого погружения на юг поверхности кровли гранитоидного массива, в то время как наиболее «раскрытая» северная часть ШВС отвечает участку пологого погружения поверхности кровли этого массива (см. рис. 1, 2).

Березовское дайковое поле (БДП), к северной части которого приурочено одноименное месторождение золота, согласно имеющимся данным (Н.И.Бородаевский, М.Б.Бородаевская, 1947; [9, 13]), образовано совокупностью более чем 350 гранитоидных даек общей протяженностью около 350 км и расчленяется на два пучка (свиты), сходящиеся в южном направлении. В этом же направлении увеличивается количество и уменьшается степень золотоносности даек.

Дайки имеют различный состав (плагиосиениты, плагиосиенит-порфиры, лампрофиры, гранит-порфиры, плагиогранит-порфиры) и находятся в сложных во многом невыясненных взаимоотношениях. Простираются их от субмеридионального до северо-восточного (350–20°), редко широтное, падения преимущественно крутые (85–90°), реже пологие (25–40°), протяженность до 4–5 км, иногда до 8–9 км, мощность 8–10 м, прослежены на глубину до 500 м. Они включают огромное количество золотоносных сульфидно-кварцевых жил, преимущественно широтных, образующих систему так называемых «лестничных» жил.

Не рассматривая особенностей состава, последовательности образования и золотоносности даек, отметим, что в целом БДП расположено в восточной части ШВС и в плане оконтуривается эллипсом размером 5×16 км, с длинной осью, ориентированной по меридиану. В северной половине БДП с этой осью совпадает прямолинейный отрезок долины нижнего течения р. Калиновка и не исключено, что последний фиксирует меридиональный разлом, относительно которого дайки выполняют оперяющие его трещины. Можно предположить, что этот разлом играет роль плутонодренажной структуры, в понимании авторов работы [12], которая продолжается в южном направлении, не имея здесь четкого морфоло-

гического выражения. Не исключено также, что отрезок верхней части долины р. Калиновка, пересекающий Шарташский выступ гранитоидного массива в северо-восточном направлении до ее перегиба на север, следует вдоль дизъюнктива, который мог подпитывать указанную выше плутоно-дренажную структуру.

Представление о характере структуры пород кровли Шарташского массива, в которых непосредственно проявлена ШВС, дает геологический разрез по скважинам структурного бурения (по данным В.М.Алешина и др., 1972; [9]; см. рис. 3). Как видно на разрезе, в направлении с юга на север от Шарташского выступа гранитоидов породы слагают вначале пологую простую синклиналь (скв. 2410, 2480, 1350), которая далее волнообразно сменяется такой же пологой антиклиналью (скв. 1400, 2290). При общем спиралевидном характере ШВС обе структуры также должны быть спиралевидными в плане. Отсюда следует, что Шарташский выступ гранитоидного массива окружен спиралевидной синклиналью, которая к периферии ШВС сменяется аналогичной антиклиналью. Обе складчатые структуры осложнены нарушениями надвигового характера.

Характерными элементами данных спиралевидных структур являются пластовые залежи — протрузии метагипербазитов (см. рис. 3). Их наличие в разрезе указывает на существование здесь сложной структуры тектонического покрова. Наконец, отметим, что описанная волнообразная спиралевидная структура пород кровли Шарташского массива дисгармонична простой морфологии поверхности кровли последнего, которая по геофизическим данным находится на глубине 1–2 км от современной поверхности. Таким образом, ШВС представляет собой поверхностное образование, не имеющее связи с глубиной и проявленное в структуре тектонического покрова.

Механизм образования ШВС представляется дискуссионным. Спиралевидный (вихревой) характер ШВС позволяет отнести ее к типу ротационных структур, по ([1, 10]; О.И.Слензак, 1972; В.А.Буш, 1986 и др.), в которых отчетливо проявлены признаки вращательного движения вещества. Вслед за указанными авторами, образование ШВС можно связать с левосдвиговыми перемещениями пород вдоль Мурзинского разлома. Однако этому противоречат правосторонний характер

ШВС (правая спираль), ее относительная удаленность от Мурзинского разлома и явная связь со становлением Шарташского гранитоидного плутона. Последнее не позволяет объяснить образование ШВС и ее сопряженность с Верхисетским взбросом.

Можно полагать, что внедрение гранитоидов Шарташского выступа сопровождалось интенсивными вращательными движениями магмы, вызвавшими проявление вращательных движений в породах кровли плутона. В таком случае структуры интенсивного вращения должны были проявиться в элементах прототектоники массива, чего не наблюдается. Если предположить спокойное пульсационное внедрение Шарташского гранитоидного штока в структуру горизонтально залегающего (см. рис. 3) тектонического покрова, то можно ожидать образование простой концентрической, возможно, асимметричной, но не вихревой структуры. Можно также предположить, что различные части (блоки) упомянутого тектонического покрова имели различное залегание — от горизонтального в северной части ШВС до крутого на юге и западе структуры; при внедрении гранитоидов это могло обусловить формирование структуры, подобной спиралевидной. Однако конкретизировать расположение отдельных блоков в таком случае не представляется возможным.

Таким образом, с точки зрения на эндогенный генезис ШВС установить причины ее возникновения затруднительно. По мнению одного из авторов, формирование ШВС можно объяснить с позиций импактной гипотезы [6], рассматривая структуру как типичную ротационную (поверхностную), по [1].

Как следует из приведенного описания, по морфологическим и геологическим особенностям ШВС можно сопоставить с известными метеоритными структурами [4 и др.]. Так, в пределах сложной депрессионной зоны на современной поверхности оз. Шарташ может отвечать реликтам центральной кратерной структуры, а периферические локальные возвышенности — реликтам ее внутреннего и внешнего кольцевых валов. Слабовыраженное куполовидное поднятие в центре ШВС, представленное Шарташским гранитоидным выступом, выглядит как центральное поднятие этой структуры, окруженное кольцевыми (спиралевидными) синклиналью (внутренний кольцевой желоб) и антиклиналью (внешнее кольцевое поднятие).

Образование ШВС можно связать с центробежным вращательным движением потока возмущенного взрывом вещества, а волнообразное ее строение — с особенностями прохождения ударной волны. Наблюдаемые в ШВС многочисленные «протрузии» метабазитов можно рассматривать как «осколки» космического тела, от удара которого возникла эта структура. Их вихревое распределение в ШВС может означать, что это тело-ударник было вращающимся. Эллиптичность ШВС (отношение ее короткой оси к длинной составляет 0,78) может свидетельствовать о наклонном падении этого тела. С учетом данных [11] можно предположить, что ударник ШВС двигался под углом около 10° к горизонту. Ориентировка длинной оси ШВС (СВ $40-45^\circ$) отражает направление движения ударника с северо-востока на юго-запад, что, согласно [6], соответствует направлению из центра Западно-Сибирской гиаблемы по одному из ее радиусов. Это может означать, что Шарташский ударник был одним из многочисленных фрагментов «материнского» тела, выброшенным из центра Западно-Сибирской гиаблемы и получившим при этом вращательный момент, а сформированная им ШВС будет тогда иметь вторичную природу.

Можно предположить, что удар этого вращающегося тела пришелся в точку, расположенную над юго-западной частью находящегося на глубине сиалического объекта, отождествляемого с «Большим Шарташским гранитоидным массивом» [13]. Вслед за ударом и возникновением поверхностной спиралеобразной кратерной структуры последовала упругая отдача кристаллического (сиалического) основания и произошел его структурный подъем, в результате которого сформировался изометричный выступ гранитоидного массива, подобно гранитным куполам Вредефорт (ЮАР), Карсуэлл (Канада) [4, 8 и др.] и «многокупольному» Верхисетскому массиву на Среднем Урале [6]. С этой точки зрения, гранитоиды Шарташского выступа могут быть проявлены в виде силла и, согласно [6], представлять собой продукты импактного анатексиса пород сиалического блока, находящегося на глубине и тождественного по составу Мурзинско-Адуйскому блоку.

Своеобразный вулканогенно-осадочный комплекс пород ШВС, кратко охарактеризованный выше, можно рассматривать как «спекшуюся толщу» ее коптогенного комплек-

са, в которой расплавные породы (базальтовые вариолиты, спилиты) могут быть отнесены к фации тагамитов, туфы и туфогенные породы — к аллогенным импактным брекчиям, а осадочные породы — к реликтам протомишени.

Дайки БДП с импактной точки зрения можно отнести к внедрениям импактного расплава преимущественно гранитоидного состава в открытые трещины. Раскрытие этих трещин происходило вследствие снятия нагрузки после релаксации напряжений. Сложности состава и взаимоотношений даек в геологически мгновенном импактном процессе неясны и требуют расшифровки. Однако текущее меридиональное простираие дайкового поля позволяет связать его с зоной продольной трещиноватости, предположительно возникшей в условиях мощного широтного стресса и протягивающейся на север на расстояние около 50 км. С этой зоной можно связать рудомещающие структуры Первомайско-Зверевского золоторудного поля к северу от ШВС.

Первомайская структура, охватывающая образования Первомайского синклинория и Монетнинско-Седельниковского антиклинория (рис. 4), в современном виде сохранилась лишь в центральной части, имеющей концентрическое строение, подчеркиваемое расположением базит-гипербазитовых массивов. Западная и восточная ее части срезаны соответственно Верхисетским и Мурзинским разломами. Если рассматривать Первомайский массив как ядро этой крупной структуры, то по отношению к нему концентрически расположены Благодатский массив и восточная часть Пышминско-Березовского массива (см. рис. 4). При этом западная часть последнего, находящаяся в контурах ШВС, дугообразно выгнута на север — навстречу дуге Благодатского массива. Считая Первомайскую структуру многокольцевой, следует продлить контур восточной части Пышминско-Березовского массива на запад — до Верхисетского разлома (см. рис. 4). В этой интерпретации Благодатский и Пышминско-Березовский массивы выглядят как дуговые составляющие Первомайской структуры и, согласно имеющимся данным, могут представлять собой валлообразные выходы единой (Первомайско-Березовской) базит-гипербазитовой тектонической пластины, а ШВС оказывается наложенной на структуры Верхисетского разлома и на западную часть Пышминско-Березовского массива, смещающая их соответственно на запад и север. Таким

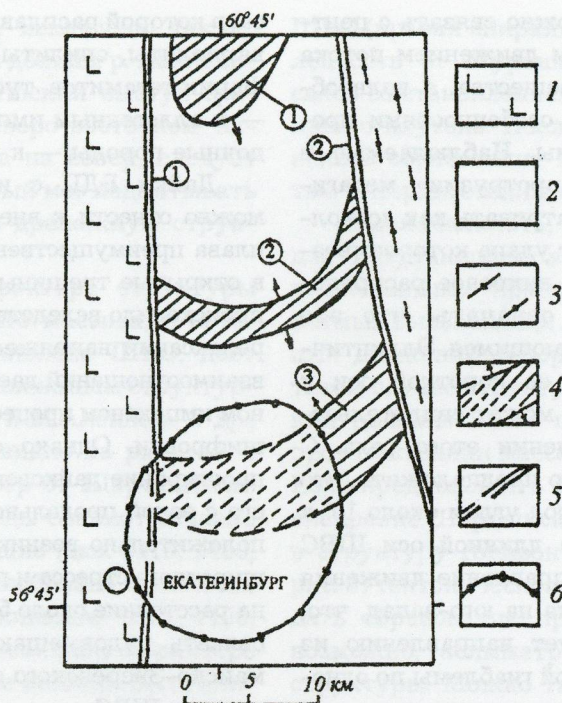


Рис. 4. Схема предполагаемых первичных соотношений Первомайской многокольцевой и Шарташской вихревой структур:

1 — вулканогенно-осадочные и интрузивные образования Первомайской многокольцевой структуры; 2 — вулканогенно-осадочные и интрузивные образования Первомайской многокольцевой структуры; 3 — метаморфические образования Мурзинско-Адуйского антиклинория; 4 — массивы базит-гипербазитов Первомайской структуры с указанием направления падения поверхностей их контактов (1 — Первомайский, 2 — Благодатский, 3 — Пышминско-Березовский; прерывистый контур — предполагаемое первоначальное положение массива); 5 — разломы: Верхисетский (1, штриховая линия — предполагаемое первоначальное положение разлома) и Мурзинский (2); 6 — обобщенный контур ШВС

образом, современный изгиб западной части Пышминско-Березовского массива на север можно объяснить ее деформацией и перемещением под действием центробежных усилий при образовании ШВС. Амплитуда этих перемещений могла достигать 4–6 км.

Березовское рудное поле считается типичным представителем золоторудных объектов, сопряженных с крупными массивами тоналит-гранодиоритовой формации, которые, с этой точки зрения, являются главными источниками рудоносных гидротерм [13 и др.]. Допускается, что какая-то часть из них могла поступать из вмещающих пород. По мнению Б.Я.Вихтера [2, с. 48], Березовское месторождение является результатом реализации «в целом наиболее благоприятной позиции для рудоконцентрации», которая определяется созданием термостатической обстановки в рудоносной среде, а именно: куполовидной структурой, состоящей из пакета тектонических пластин; рудоносной толщей, сложенной отно-

сительно тонкообломочной туфогенно-вулканогенной существенно ультрабазит-базитовой массой; рудообразующими гранитоидами Шарташского массива, находящимися в ядре куполовидной структуры и имеющими благоприятную морфологию для возникновения сфокусированного термофлюидопотока.

Однако на примере Березовского месторождения можно представить совершенно иную модель рудообразования. Прежде всего, находит объяснение проявление системы золотоносных «лестничных» и «красичных» жил. По имеющимся данным [13 и др.], и тем и другим присущи преимущественно субширотная ориентировка и крутое падение на юг. Это согласуется с ориентировкой концентрических элементов ШВС в этой ее части и соответствует направлению центробежных усилий из ее центра, снятие которых приводит к своеобразному «коллапсу» и раскрытию образующихся разрывов, заполняемых кварцем.

Согласно [13 и др.], промышленное золотое

оруденение локализовано на северном фланге БДП, на участке его пересечения с базит-гипербазитами Пышминско-Березовского массива. Преимущественно в них же локализованы два других проявления золота за пределами БДП: Шульгинское на западе и Пышма Гора на востоке. К югу на продолжении дайкового поля значимые концентрации золота практически отсутствуют, хотя количество даек здесь максимально. Совершенно очевидно, что золотое оруденение Березовского «куста» пространственно связано с базит-гипербазитами Пышминско-Березовского массива, но максимально проявлено на участке его пересечения с БДП. Сходные соотношения имеют место в Благодатском и Первомайском массивах (см. рис. 4): золотопроявления локализованы здесь среди базит-гипербазитов вблизи тел гранитоид-порфиров. При этом золотое оруденение фиксируется в базит-гипербазитах только Первомайской структуры, вернее, Первомайско-Березовской тектонической пластины. В гипербазах внутренней части ШВС, которые можно отнести к реликтам Шарташского космического ударника, золотое оруденение практически отсутствует.

Отсюда следует, что источником золота как в Березовском месторождении, так и в других объектах Первомайской структуры являются не гранитоиды, а гипербазиты, из которых металл экстрагируется и концентрируется на участках проявления кремнекислых пород, давая парагенезисы с кварцем. Отсюда же следует, что кремнекислые породы и кварц, вероятнее всего, создают благоприятную среду для локализации золотого оруденения и, возможно, оказывают каталитическое воздействие на этот процесс. Сказанное согласуется с выводами Г.А.Вострокнутова и М.С.Рапопорта [3], которые обращают внимание на значение катализа в процессах образования месторождений полезных ископаемых и приводят данные И.И.Бока о существовании общей универсальной закономерности — особой активности процессов на границе раздела разных сред.

С этой точки зрения в парагенезисе золота с кварцем, согласно имеющимся данным (Щербаков, Пережогин, 1968), кварц отличается минимальными (0,0017 г/т) концентрациями золота, максимальные содержания последнего (1,15 г/т) характерны для железных метеоритов. Поэтому золото-кварцевая минеральная ассоциация представляется парадок-

сальной, а ее существование можно объяснить каталитическими свойствами кремнекислой среды, согласно [3 и др.]. Общая концентрация золота на Березовском, а также на всех других месторождениях и проявлениях Среднего Урала сосредоточена вблизи современной поверхности, с глубиной содержания золота в рудных объектах быстро падают. Обычно приуроченность максимальных концентраций золота к верхним горизонтам рудовмещающего разреза объясняется процессами вторичного обогащения в зоне окисления. Однако с импактной точки зрения, эту закономерность можно объяснить процессом возгонки металла в условиях ударной деструкции и высоких остаточных температур с последующим его перераспределением в каталитических кремнекислых «ловушках».

Вместе с тем, в этих условиях при взаимодействии метеорных вод с сильно нагретым веществом появлялись высокотемпературные растворы (В.Л.Масайтис, 1984; [6]). Их циркуляция обеспечивала дальнейшее перераспределение рудного вещества и проявление метасоматических преобразований пород. Действие гидротермальной системы в таких условиях направлено сверху вниз при снижающихся термодинамических параметрах, главным образом температуры, с последующим возникновением встречных потоков. Упомянутыми условиями можно объяснить как структурно-геологические особенности ШВС, так и всю гамму преобразований вещества внутри нее, приводящих к возникновению промышленных концентраций золота.

Авторы благодарят профессора, доктора геолого-минералогических наук М.С.Рапопорта и доктора геолого-минералогических наук Е.С.Контаря за помощь в подготовке настоящей публикации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Арсеньев В.А., Корчуганова Н.И. Вихревые структуры континентов: новые аспекты строения, условий образования, металлогенического значения (на примере юго-восточной части Канадского щита) // Изв. вузов. Геология и разведка. 2000. № 4. С. 134–138.
2. Вихтер Б.Я. Некоторые особенности тектонического строения и металлогении золота Среднего Урала // Геология и минерально-сырьевые ресурсы европейской части России и Урала: Мат-лы региональной конференции. Екатеринбург, 2000. Кн. 2. С. 47–48.

3. Вострокнутов Г.А., Рапопорт М.С. Значение катализа в процессах образования месторождений полезных ископаемых // Отечественная геология. 1999. № 1. С. 46–48.
4. Геология астроблем / Отв. ред. В.Л.Масайтис. – Л.: Наука, 1980.
5. Коньшиев В.О. Возможная модель геологического развития Среднего Урала // Руды и металлы. 1999. № 4. С. 46–60.
6. Кузовков Г.Н. Ударно-взрывная гипотеза происхождения Урала (Приложение механизма ударно-взрывного процесса к объяснению геологических явлений). – Екатеринбург: УГГТА, 1998.
7. Кузовков Г.Н. Каменская кольцевая структура — астроблема (?) на Среднем Урале // Уральский геологический журнал. 2001. № 1. С. 109–120.
8. Кузовков Г.Н. О геологической природе ураноносных бассейнов // Руды и металлы. 2001. № 1. С. 69–75.
9. Кузовков Г.Н., Двоглазов Д.А., Вагшаль Д.С. Государственная геологическая карта СССР. М-б 1:200 000. Сер. Среднеуральская. Лист О-41-XXV. Объяснительная записка. – Свердловск: УГСЭ, 1987.
10. Ли Сы-Гуан. Вихревые и другие структуры вращения и проблемы сочетания тектонических систем. – М.: Госгеолтехиздат, 1960.
11. Мелови Г. Образование ударных кратеров: геологический процесс. – М.: Мир, 1994.
12. Поляков В.Л., Супруновский Г.П. Плутонно-дренажные структуры: геолого-металлогенические аспекты // Уральский геологический журнал. 1999. № 4. С. 31–49.
13. Сазонов В.Н., Огородников В.Н., Коротеев В.А., Поленов Ю.А. Месторождения золота Урала. – Екатеринбург: УГГТА, 1999.
14. Структурный анализ при палеогеодинамических реконструкциях. – М.: Роскомнедра, Госкомнедра Украины, Геокарт, МАНПО, 1999.
15. Tectonic Map of the Linear Structures of the Territory of China (by Using of the Satellite Images). Sc. 1:6 000 000 / Comp. by Yu Zhihong, Lin Zhongping, Wan Defang, Fu Zijie // Ch. Ac. of Geol. Sci. Cart. Publ. House, 1981.

УДК 550.83:553.81 (470.5)

© Коллектив авторов, 2002

НОВАЯ ИНТЕРПРЕТАЦИЯ СТРОЕНИЯ ЩУЧЬИНСКОЙ СТРУКТУРЫ ПОЛЯРНОГО УРАЛА И ПЕРСПЕКТИВЫ ЕЕ АЛМАЗОНОСНОСТИ

С.С.Долгушин, О.Г.Садур (СНИИГГиМС МПР России), А.Н.Шадрин (ГДП ЮжСибРИКЦ МПР России), Л.Я.Островский (ОАО СибНАЦ)

На основе математического моделирования гравитационных и магнитных полей с использованием материалов предшественников дана новая интерпретация Щучьинской структуры Полярного Урала. Показано, что она представляет собой кольцевую с поперечником около 100 км вулканоплутоническую (криптовулканическую) структуру концентрически-зонального строения. Внутренняя зона сложена вулканогенно-осадочными, внешняя — интрузивными породами дунит-гарцбургитовой, габбро-диорит-гранодиоритовой и габбро-плагиогранитной формаций. Щучьинская структура по аналогии с соседней Карской алмазонасной структурой считается перспективной на алмазы.

В СНИИГГиМСе с целью создания структурно-генетической модели Щучьинской структуры (ЩС) как основы для последующего металлогенического районирования на базе материалов гравитационных и магнитных съемок м-ба 1:200 000 было выполнено математическое моделирование по 15 параллельным профилям с расстоянием между ними 8–10 км, равномерно пересекающим всю структуру.

Щучьинская структура, известная в литературе как Щучьинский синклиниорий, располагается в зоне сочленения уральских структур с Западно-Сибирской плитой (ЗСП) и находится в месте пересечения Главного Уральского разлома системой Хуутинско-Байдарацких разломов. Она приурочена к внешнему углу коленообразного изгиба уральских структур, определяемого резким измене-

нием их северо-восточного (уральского) простираения на перпендикулярное к нему северо-западное (пайхойское) (рис. 1). Находясь в зоне сочленения уральских структур с ЗСП, ЦС с севера, северо-запада и юга граничит с позднепротерозойско-кембрийскими образованиями (ханмейхойская и няровейская свиты), а с востока — с мезокайнозойскими отложениями чехла ЗСП.

выходящий на поверхность выступ фундамента ЗСП. Сочленяясь на западе с уралами как элемент ЗСП, он принципиально отличается от них структурным планом. Линейная складчатость уралитов имеет ярко выраженное субмеридиональное направление, для Щучинской структуры характерно наличие брахиформной складчатости субширотной ориентировки. Это несогласие направлений

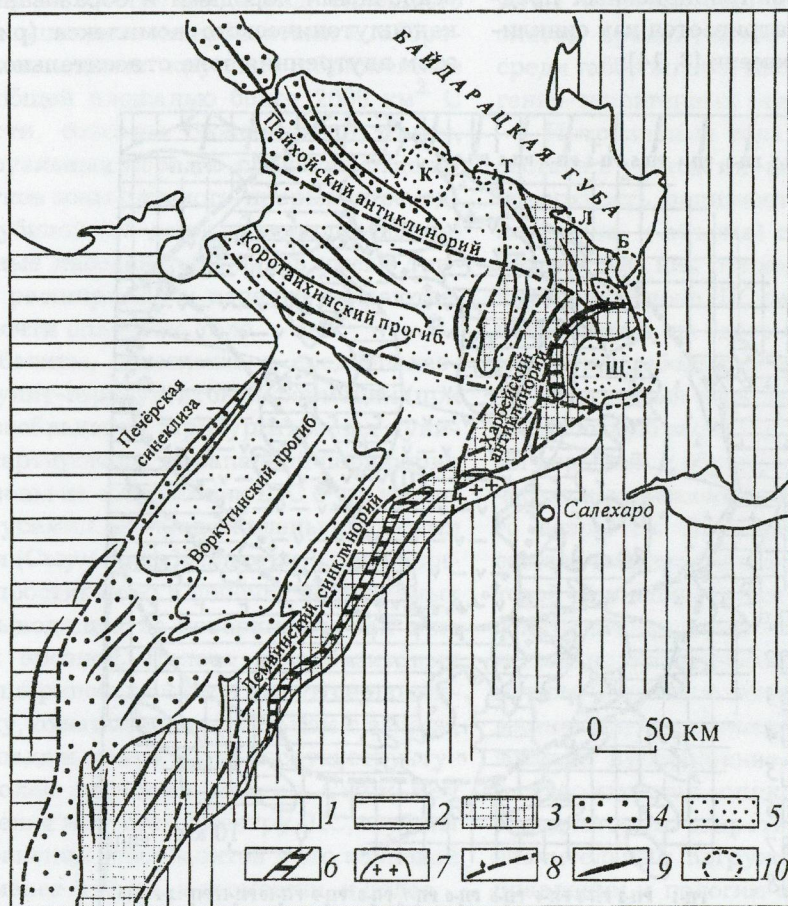


Рис. 1. Схема расположения Щучинской кольцевой структуры в структурах севера Урала, составлена на основе Тектонической карты Евразии м-ба 1:5 000 000 под ред. А.Л.Янишина, 1966:

1 — Западно-Сибирская плита; 2 — Восточно-Европейская платформа; структуры Урала: 3 — выступы древних структур в ядрах антиклинорий, PR, PZ₁, 4 — нижний структурный ярус, O-D₂, 5 — верхний структурный ярус, D₂-C₁; магматические породы: 6 — ультрабазиты, 7 — гранитоиды; 8 — глубинные разломы; 9 — оси складчатых структур; 10 — кольцевые структуры: К — Карская, Т — Тарасовейская, Л — Левдиевская, Б — Байдарацкая, Щ — Щучинская

Относительно ее структурной позиции существуют две противоположные точки зрения. Согласно одной из них [3, 8, 9], Щучинский синклиниорий относится к уральским структурам и является северным окончанием Тагил-Магнитогорского прогиба. По другой [14], Щучинский синклиниорий представляет собой

складчатости подчеркивается и тектоническими нарушениями, имеющими в Щучинском синклинории дугообразную форму и кулисообразное расположение.

Исторически сложилось так, что Щучинская структура, независимо от отнесения ее к уральским структурам или фундаменту ЗСП,

всегда понималась как синклиорий с центри-клинальным замыканием на западе при сочле-нении ее с Харбейским антиклинорием уралид и погружением в восточном направлении под отложения чехла ЗСП [8, 9, 11]. Исключение составила работа В.П.Пономарева с соавторами, посвященная региональным металлогеническим построениям, в которой, вопреки сложившимся представлениям, ЩС отнесена к вулканоплутонической структуре кальдерного типа. Однако эти данные не изменили традиционных пред-ставлений, и ЩС рассматривается как синкли-орий до настоящего времени [3, 14].

На многочисленных схемах дешифрирова-ния космических снимков ЩС выделяется как кольцевая структура с поперечником 80–100 км, границы которой полностью совпадают с ее гра-ницами на геологической карте.

По вещественному составу ЩС имеет кон-центрически-зональное строение, обусловлен-ное наличием двух структурно-вещественных зон — внешней и внутренней. Первая из них сложена интрузивными породами, вторая — осадочными породами и образованиями вул-каноплутонического комплекса (рис. 2). При этом внутренняя зона относительно геометрии

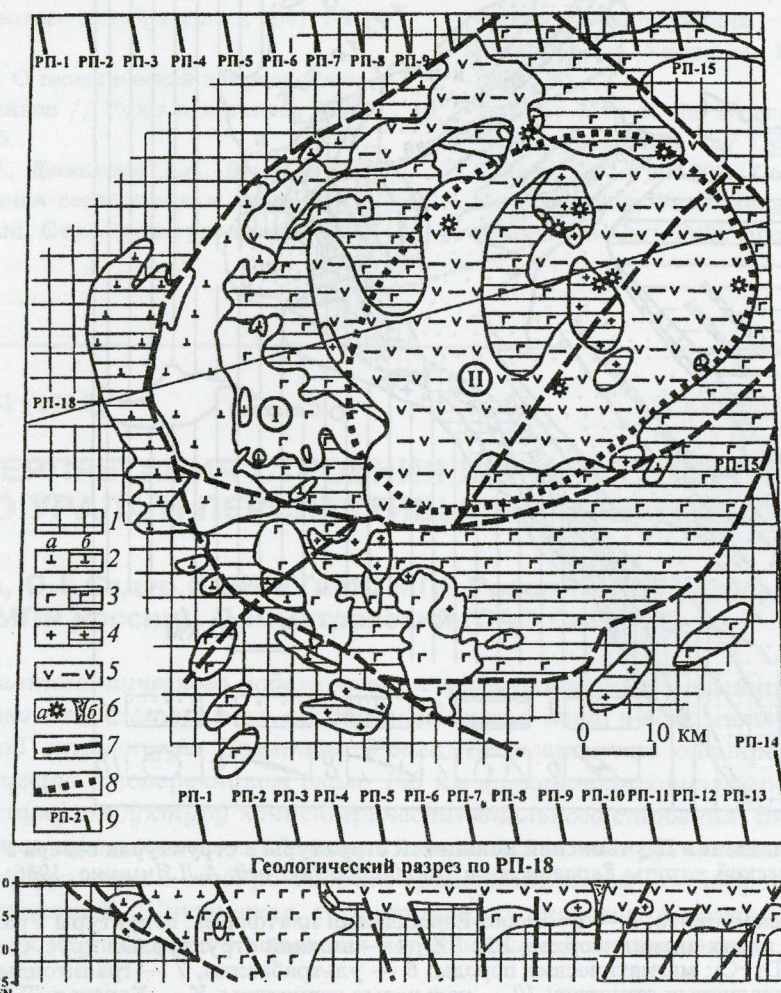


Рис. 2. Схема размещения магматических образований Щучинской вулканоплутонической кольцевой структуры по данным моделирования:

1 — комплексы обрамления: метаморфические сланцы и гнейсы, вулканогенно-осадочные породы; магматические и вулканогенно-осадочные образования (а — выходящие на поверхность, б — установленные по данным моделирования на глубине); 2 — гипербазиты, 3 — габброиды, 4 — силур-девонские гранитоиды, 5 — верхнепалеозойские осадочные и вулканогенные породы (в том числе липарит-базальтовый, липаритовый, базальт-андезит-дацитовый и андезит-базальт-трахибазальтовый комплексы), 6 — вулканические аппараты центрального типа (а — в плане, б — в разрезе); 7 — тектонические нарушения; 8 — граница структурно-вещественных зон (I — внешняя, II — внутренняя); 9 — расчетные профили и их номера

ческого центра структуры смещена в ее северо-восточную часть, в связи с чем картина зональности несколько асимметрична. Асимметричность еще более подчеркивается неравномерной шириной внешней зоны — более широкой (до 30 км) в западной части структуры и узкой (до 5–10 км) в восточной, а также присутствием значительных гипербазитовых масс только в ее широкой западной части.

Внешняя зона непрерывно прослеживается по всему периметру ЦС в виде сплошного кольца, насыщенного гипербазитами и габброидами, слагающими крупные сближенные массивы общей площадью более 2000 км². С поверхности, согласно геологической карте, поле интрузивных пород в пределах отдельных участков зоны пятнисто-прерывистое, однако с глубиной (по данным моделирования) интрузивные массивы габброидов имеют тенденцию к расширению и нередко сливаются, образуя почти сплошное тело.

Гипербазиты, относимые к среднепалеозойской дунит-гарцбургитовой формации (при резком преобладании гарцбургитов над дунитами), закартированы по западной периферии внешней зоны на сопряжении ЦС с уральскими структурами. Они представлены крупными массивами (Сыум-Кеу, Харчерузь), переходящими по простиранию в цепочку сближенных тел как выходящих на поверхность, так и не вскрытых эрозией. Полоса гипербазитовых массивов шириной до 12 км имеет серповидную форму, охватывая полукольцом с запада, северо-запада и севера Щучинскую структуру. Наиболее крупный массив Сыум-Кеу имеет падение на восток к центру ЦС, глубина распространения гипербазитов в его корневой части не менее 6–8 км, а возможно, и более.

Габброиды (габбро-нориты, габбро, рогово-обманковые габбро, метагаббро, габбро-амфиболиты) рассматриваются в составе габбро-диорит-гранодиоритовой и габбро-плагиогранитной формаций того же, что и гипербазиты, среднепалеозойского возраста. Примыкая на западе к гипербазитам, они в виде кольцеобразной полосы прослеживаются на противоположном крае ЦС, замыкая ее восточный фланг. Ширина габброидного «кольца» неодинакова. Она колеблется от 5 км на востоке до 20 км в его западной части, совместно с гипербазитами определяя асимметричность всей структуры. По данным моделирования устанавливается, что наиболее крупные массивы основных пород имеют изометричную, неред-

ко грибообразную форму с корневыми частями, уходящими за пределы моделируемых глубин (более 10–12 км) и общим падением к центру структуры. В верхних горизонтах широко развиты пологолежащие тела мощностью до 2–4 км, представляющие собой, вероятно, периферические части крупных грибообразных массивов. Породы более кислого, чем габброиды, состава (диориты, тоналиты, плагиограниты и граниты) в обеих формациях развиты в резко подчиненных количествах, слагая сравнительно небольшие тела как среди габброидных массивов, так и в вулканогенно-терригенных отложениях.

Интрузивные тела базит-гипербазитового состава с учетом их частей, не выходящих на поверхность, занимают почти 50% площади (а возможно, и объема) структуры, причем три четверти из них приходятся на габброиды. Во внутренней зоне ЦС гипербазиты и габброиды встречаются, но здесь они слагают единичные и в целом небольшие массивы.

Внутренняя зона занимает почти всю северо-восточную часть ЦС. Она сложена осадочными породами и образованиями вулканоплутонических комплексов средне- и позднепалеозойского возрастов. Последние рассматриваются в составе андезит-базальтовой и липарит-базальтовой формаций. Среди полей распространения эффузивов при геологической съемке выделено несколько вулканических аппаратов центрального типа. Осадочные отложения представлены известняками и терригенными породами. Палеозойские вулканогенно-осадочные толщи характеризуются спокойной брахиформной складчатостью широтного плана с общим незначительным погружением в восточном направлении и пологим залеганием слоев в локальных структурах, что резко отличает их от напряженной и линейной складчатости уралид. Полнота разреза вулканогенно-осадочных образований и их мощность неодинаковы по площади внутренней зоны. Наибольшее количество осадков накапливалось в ее северо-восточной части, где фиксируются наиболее полный разрез и максимальная мощность отложений, достигающая 3,5 км. Разница в мощности вулканогенно-осадочных толщ и полноте их разреза отражает, вероятно, неравномерное проседание структуры при вулканических процессах, наиболее интенсивно прошедших в северо-восточной части структуры в области развития девонских вулканитов.

Не менее четко, чем на геологической

карте, концентрически-зональное строение и кольцевой характер ЦС отражаются в магнитном и гравитационном полях — высоконапряженных во внешней зоне и слабоинтенсивных во внутренней (рис. 3).

ее центральная часть — образованиями вулканоплутонического комплекса и осадочными породами.

Кольцевые вулканоплутонические структуры, с которыми можно сравнивать Щучин-

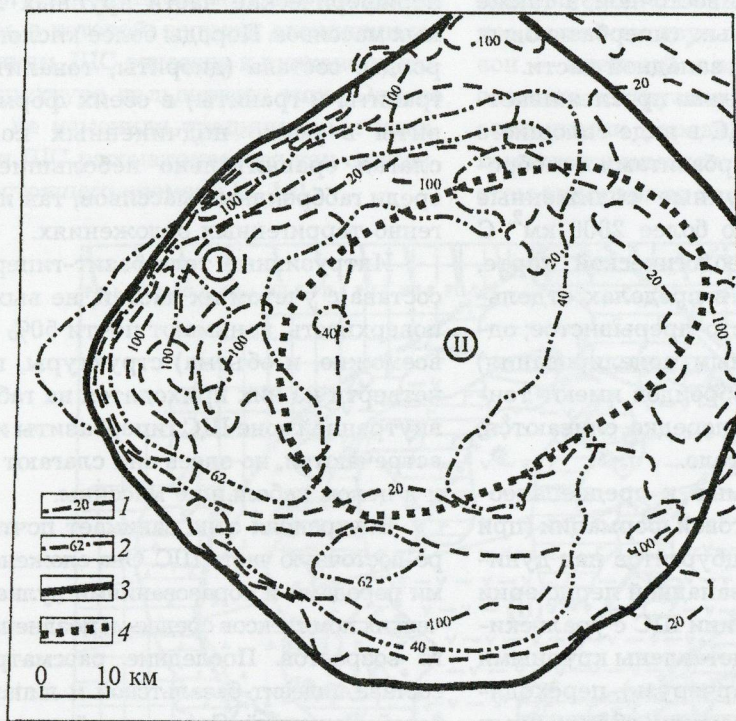


Рис. 3. Гравимагнитные поля Щучинской кольцевой структуры:

1 — изолинии магнитного поля, нТл; 2 — изолинии гравитационного поля, у.е.; 3 — контур кольцевой структуры; 4 — граница зон: I — внешней высокоинтенсивных и высокоградиентных потенциальных полей, II — внутренней слабоинтенсивных и низкоградиентных потенциальных полей

По данным моделирования ЦС на глубине имеет чашевидную или даже конусовидную форму, определяемую падением интрузивных пород к центру структуры. Особенно четко конусовидность структуры на глубине (до 18 км) и ее концентрически-зональное строение выражены на плотностной модели, составленной в системе PANGEA [3] (рис. 4).

Таким образом, вышеприведенные данные о морфологических, структурно-тектонических и геологических особенностях ЦС, ранее определяемой как синклинали, позволяют сделать вывод о том, что она представляет собой не синклинорий, а кольцевую вулканоплутоническую структуру эндогенного типа с поперечником около 100 км, заложившуюся на окраинной части ЗСП. Внешняя зона ЦС выполнена огромными объемами интрузивных пород преимущественно основного состава, а

скую кольцевую структуру (ЩКС), распространены достаточно широко и известны во многих районах мира, в том числе и в России. В практическом отношении наиболее приемлемо сравнение ЩКС с соседней Карской структурой Пай-Хоя и Бушвельдской — Южной Африки.

Карская структура находится в 180 км северо-западнее ЩКС и морфологически представляет собой кольцевую структуру диаметром 60 км (по другим данным — 80 км) в поле развития пород пермского возраста. Она выполнена в основном обломочными вулканогенными образованиями — лавобрекчиями, кластолавами, туфолавами, которые в зависимости от соотношения в них стекла и обломочной составляющей определяются в терминологии импактного метаморфизма как тагамиты, зювиты и т.д. Мощность этих отло-

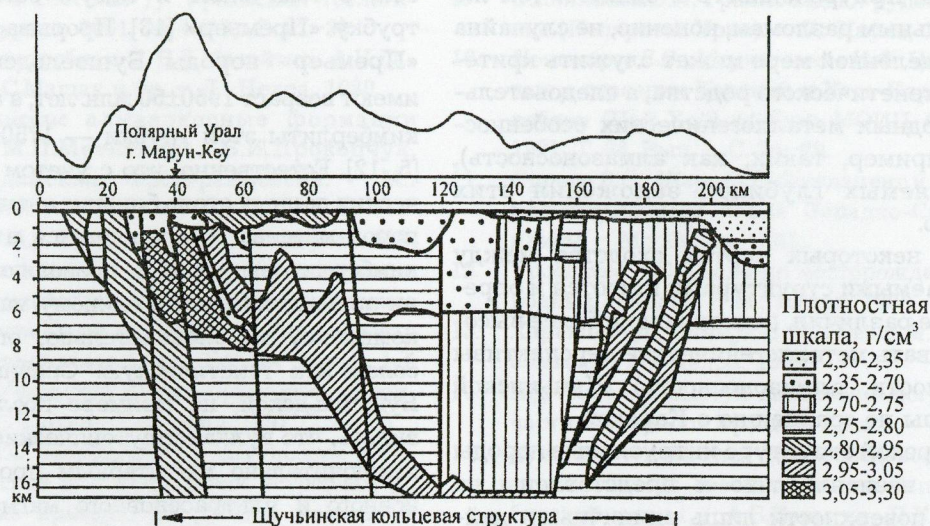


Рис. 4. Глубинная плотностная модель Щучинской кольцевой структуры, по В.Н.Воронову, 2001

жений по геофизическим данным определяется по-разному — от 3,5 до 8 км. В пределах структуры, преимущественно в ее краевых частях, выделяется несколько гипотетических вулканических аппаратов центрального типа. Интрузивные образования с поверхности и на доступных бурению глубинах развиты незначительно и представлены мелкими дайковыми телами габбро-диабазов. Однако по геофизическим данным в центральной части структуры на глубине предполагается крупное тело магматических пород основного состава [2]. Кимберлитовые или лампроитовые тела в пределах Карской структуры не выявлены. Тектоническая позиция этой кольцевой структуры определяется ее положением на пересечении северо-восточного глубинного разлома с системой северо-западных Хуутинско-Байдарацких разломов, контролирующих также положение ЦС.

Карская структура алмазоносна. Алмазы — технического типа, ресурсы которых оцениваются очень высоко [6]. Однако, как отмечает В.А.Душин с соавторами [6], в последнее время в протоловках из больших проб установлены минералы-спутники алмазов, типичные для кимберлитов и лампроитов Урала и, кроме того, даже ювелирные разновидности алмазов размером до 3 мм, что дает основание предполагать в этой структуре присутствие алмазоносных кимберлитовых и (или) лампроитовых пород.

Относительно генезиса Карской структуры, как, впрочем, практически и всех других структур подобного типа, существуют две противоположные точки зрения. Согласно первой, высказанной П.С.Вороновым, а позже поддержанной и развитой В.Л.Масайтисом с соавторами [1, 4], Карская структура представлена астроблемой, а выполняющие ее породы вулканогенного облика — импактитами. Согласно второй точке зрения [2], это эндогенная (вулканоплутоническая) кольцевая (криптовулканическая) структура.

Не вдаваясь в анализ обоснованности изложенных гипотез, авторы разделяют взгляд на эндогенную природу Карской структуры и относят ее к образованиям вулканоплутонического (криптовулканического) типа. Сходные черты Карской и Щучинской структур заключаются в следующем.

Прежде всего обращает на себя внимание их пространственная близость. Они располагаются всего в 180 км друг от друга (это меньше, чем два диаметра ЦС). Кроме того, между Карской и Щучинской структурами имеются еще три криптовулканических структуры — Тасеевская, Левдиевская и Байдарацкая [2], причем последняя находится не более чем в 20 км от Щучинской (см. рис. 1).

При кольцевой форме структуры имеют близкие размеры — 60 (80) км Карская и 100 (80) км Щучинская и приурочены к единой системе глубинных Хуутинско-Байдарацких

разломов. Приуроченность к одним и тем же региональным разломам, конечно, не случайна и в определенной мере может служить критерием их генетического родства, а следовательно, и сходных металлогенических особенностей (например, таких, как алмазонасность), определяемых глубиной заложения этих структур.

При некоторых чертах сходства между сравниваемыми структурами имеются и определенные различия, позволяющие более высоко оценивать металлогенические перспективы (в частности, алмазонасность) Щучьинской структуры по сравнению с Карской.

В Карской структуре интрузивные породы развиты незначительно и представлены на дневной поверхности лишь единичными дайками габбро-диабазов. И только на глубине в корневых частях структуры по геофизическим данным предполагается наличие крупных магматических масс основного состава [7, 10]. В ЩКС магматические образования, представленные главным образом породами основного и ультраосновного состава, развиты чрезвычайно широко, слагая не менее половины ее поверхности и объема. По развитию основных и ультраосновных пород ЩКС можно сравнить с Бушвельдской структурой Южной Африки. Проявление основного и ультраосновного магматизма в исключительно больших масштабах, по-видимому, отражает особую геодинамическую обстановку (возможно, существование мантийного плюма) и может рассцениваться как благоприятный фактор для оценки перспектив алмазонасности. В связи с этим Щучьинская кольцевая структура может оказаться предпочтительнее Карской.

Еще одним отличием между Щучьинской и Карской структурами является их возраст. Если первая датируется поздним палеозоем, то вторая сформировалась только в палеогене. Однако следует отметить, что возраст кимберлитовых трубок соседней с Карской алмазонасной Архангельской провинции также, как и ЩКС, позднепалеозойский, что и должно учитываться при оценке металлогении последней.

При изучении платиноносности гипербазитового массива Сыум-Кеу в пределах Щучьинской структуры Л.И.Гурская в 1999 г. отмечала, что он имеет ряд общих черт по составу пород и характеру платиновой минерализации с Бушвельдским массивом Южной Африки. Бушвельдская структура включает несколько алмазонасных кимберлитовых тру-

бок, в том числе и самую богатую в мире трубку «Премьер» [13]. Прорываемые трубкой «Премьер» породы Бушвельдского массива имеют возраст 1950 ± 50 млн. лет, а алмазонасные кимберлиты этой трубки — 1750 ± 100 млн. лет [5, 12]. Естественно, что с учетом общегеологических данных столь близкие значения возраста пород массива и находящихся в его пределах кимберлитовых трубок позволяют говорить об их принадлежности к единому магматическому комплексу и, следовательно, определять их связь как генетическую. Сравнивая ЩКС с Бушвельдской, на примере последней можно видеть, что вулканоплутонические структуры с исключительно масштабным проявлением основного и ультраосновного магматизма могут быть алмазонасными и что их алмазонасность генетически связана с магматизмом именно этой структуры.

Следовательно, проводя аналогию между Бушвельдской и Щучьинской структурами, в последней следует ожидать проявление алмазонасного кимберлитового магматизма.

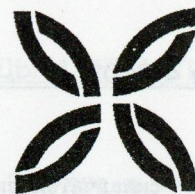
Таким образом, по результатам обобщения материалов дешифрирования космических снимков, геологических съемок и данных моделирования гравитационных и магнитных полей устанавливается, что Щучьинская структура Полярного Урала, известная в литературе как Щучьинский синклиний, представляет собой эндогенную кольцевую вулканоплутоническую структуру, близкую по своему строению кольцевым алмазонасным структурам других регионов. Радикальное изменение представлений о структурно-генетическом типе ЩКС повлечет за собой столь же радикальное изменение представлений и о ее металлогенических особенностях, среди которых в настоящее время нами акцентируется внимание только на возможной алмазонасности, ранее здесь вообще не предполагавшейся.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алмазонасные импактиты Попигаийской астроблемы / В.Л.Масайтис, М.С.Мащак, А.И.Райхлин и др. — СПб.: Изд-во ВСЕГЕИ, 1998.
2. Взрывные кольцевые структуры щитов и платформ / В.И.Ваганов, П.Ф.Иванкин, П.Н.Кропоткин и др. — М.: Недра, 1985.
3. Воронов В.Н. Особенности тектонического строения Щучьинского синклинория — фрагмента Арктического сектора Уральской

- складчатой системы // Уральский геологический журнал. 2001. № 4 (22). С. 27–39.
4. Геология астроблем / В.Л.Масайтис, А.Н.Данилин, М.С.Мащак и др. – Л.: Недра, 1980.
 5. Докембрийские алмазоносные формации мира / М.П.Метелкина, Б.И.Прокопчук, О.В.Суходомская, Ф.Е.Францессон. – М.: Недра, 1976.
 6. Душин В.А., Кузнецов В.И., Григорьев В.В. Оценка перспектив и условий локализации новых и нетрадиционных видов минерального сырья севера Урала // Полярный Урал — новая минерально-сырьевая база России (труды 1-й Полярно-Уральской научно-практической конференции). Тюмень-Салехард, 1997. С. 26–36.
 7. Мащак М.С. Морфология и внутреннее строение Карской и Усть-Карской астроблем // Импактные кратеры на рубеже мезозоя и кайнозоя. Л., 1990. С. 37–55.
 8. Охотников В.Н. Структура и восточная граница северной части Полярного Уральского поднятия // Советская геология. 1973. № 2. С. 80–92.
 9. Охотников В.Н. Гранитоиды и рудообразование (Полярный Урал). – Л.: Наука, 1985.
 10. Пономарев Г.Я., Маркитанов И.Ф. Новые данные о строении Карской и Усть-Карской астроблем (Пай-Хой) // Бюл. МОИП. Отд. геол. 1991. Т. 66. Вып. 1. С. 24–29.
 11. Сурков В.С., Жеро О.Г. Фундамент и развитие платформенного чехла Западно-Сибирской плиты. – М.: Недра, 1981.
 12. Трофимов В.С. Геология месторождений природных алмазов. – М.: Недра, 1980.
 13. Харьков А.Д., Зинчук Н.Н., Зуев В.М. История алмаза. – М.: Недра, 1997.
 14. Щучинский выступ палеозоя в пограничной части Полярного Урала и Ямала — островодужный тектонотип домезозойского структурного этажа северной части Западно-Сибирской плиты / А.В.Каныгин, Н.К.Бахарев, А.К.Башарин и др. // Тектоника неогена: общие и региональные аспекты. Т. 1. Мат-лы XXXIV тектонического совещания. М., 2001. С. 284–288.

ПОЗДРАВЛЯЕМ С ЮБИЛЕЕМ



30 июня 2002 г. исполнилось 70 лет со дня рождения ведущего инженера ЦНИГРИ **Александра Александровича Буйнова**.

Вся трудовая деятельность А.А.Буйнова с 1955 г. связана с ЦНИГРИ. Длительное время он работал в отделе геолого-экономической оценки, заведовал отделом внедрения.

А.А.Буйнов успешно занимался изучением геологии свинцово-цинковых и золото-серебряных месторождений, оценкой прогнозных ресурсов, состояния и перспектив развития минерально-сырьевой базы этих металлов, был ответственным исполнителем народнохозяйственных тем и специальных заданий министерства геологии и Советов министров СССР, обеспечивал существенное повышение научно-технических разработок института при внедрении их в производство.

Последние восемь лет А.А.Буйнов трудится в группе ученого секретаря ЦНИГРИ. Он успешно проводит научно-организационную работу, обеспечивает учет и контроль за качеством документации по научно-технической продукции института, осуществляет мероприятия по регистрации и информационной отчетности перед ВНИИЦентром и ВИЭМСом. По собственной инициативе не прекращает творческий поиск в области совершенствования методов оценки ресурсного потенциала отдельных золотоносных регионов.

А.А.Буйнов — автор 70 научных трудов, 38 из которых опубликованы. Его работа неоднократно отмечалась благодарностями министерства геологии СССР, он награжден знаком «Отличник разведки недр», медалью «Ветеран труда».

Трудолюбие, принципиальность, высокая требовательность к качеству выполняемой работы снискали А.А.Буйнову авторитет и уважение коллектива института.

Поздравляем Александра Александровича с юбилеем, желаем ему крепкого здоровья, благополучия и дальнейших творческих успехов.



*Ученый совет ЦНИГРИ
Редколлегия журнала*

28 июля 2002 г. **Алексею Демьяновичу Харькиву**, доктору геолого-минералогических наук, старшему научному сотруднику отдела геологии алмазов ЦНИГРИ, исполнилось 70 лет.

Более сорока лет А.Д.Харькив занимается изучением коренных и россыпных месторождений алмазов России. Он участвовал в поисках и разведке крупных коренных месторождений алмазов — кимберлитовых трубок Айхал и Сыгы-канская, изучал геологическое строение кимберлитовых трубок Мир, Интернациональная, им. XXIII съезда КПСС, Айхал, Юбилейная, Сыгы-канская, Удачная, является соавтором отчетов с подсчетом запасов алмазов перечисленных выше коренных месторождений и россыпного месторождения Водораздельные галечники.

С 1968 по 1982 г. Алексей Демьянович руководил научно-исследовательской Алмазной лабораторией ЦНИГРИ в г. Мирном, а с 1983 г. перевелся в отдел геологии алмазов ЦНИГРИ.

По результатам изучения многих кимберлитовых трубок России и ряда зарубежных стран А.Д.Харькивым создана обобщенная количественная модель кимберлитовой трубки Якутии и дополнены конкретным фактическим материалом существующие модели кимберлитовых и лампроитовых трубок Архангельской алмазонасной провинции, Южной Африки, Австралии. По особенностям строения и состава пород верхней мантии он выделил вещественно-индикационные модели, а по составу и механическим свойствам вмещающих коровых пород — модели формирования. На базе этих моделей выработаны рекомендации по поискам погребенных кимберлитовых трубок под многометровыми отложениями верхнепалеозойских пород и траппов. По диагностике впервые выделенных им кратерных фаций кимберлитов были рекомендованы новые критерии определения величины эрозийного среза трубок. Эти исследования способствовали открытию первых в мире погребенных трубок Восток, Победа и многих других, в том числе крупного коренного месторождения алмазов — трубки Юбилейная.

А.Д.Харькив — автор более 300 научных трудов, в том числе 19 монографий. Совершенствованию наиболее перспективного метода поисков алмазных месторождений — шлихоминералогического — посвящены две монографии — «Минералогические основы поисков алмазных месторождений» (1978 г.) и «Геолого-генетические основы шлихо-минералогического метода поисков алмазных месторождений» (1994 г.). Результаты изучения геологического строения и вещественного состава кимберлитов России и ряда зарубежных стран изложены в коллективной четырехтомной монографии «Месторождения алмазов СССР» (1984 г.) и в книге «Геология и генезис алмазных месторождений» (1989 г.), за которую он в числе других исследователей был удостоен Государственной премии СССР (1991 г.). Две последние фундаментальные монографии — «История алмаза» (1997 г.) и «Коренные месторождения алмазов мира» (1998 г.) — получили широкий отклик среди геологов.

За серию работ по тематике «Геолого-генетические основы прогнозирования и поисков алмазных месторождений (на примере Сибирской платформы)» А.Д.Харькив в 1997 г. был удостоен премии имени В.А.Обручева.

А.Д.Харькив принимал участие в работе многих экспертных советов Мингеологии СССР, был членом Межведомственного совета по алмазным месторождениям, в настоящее время — член Ученого совета ЦНИГРИ по защите докторских диссертаций.

Алексея Демьяновича отличают преданность любимому делу, исключительное трудолюбие и высокий профессионализм.

Сердечно поздравляем Алексея Демьяновича Харькива с юбилеем, от всей души желаем ему крепкого здоровья, долголетия и благополучия.



*Ученый совет ЦНИГРИ
Редколлегия журнала*

Поздравляем с юбилеем **Ольгу Дмитриевну Захарченко**, научного сотрудника отдела геологии, методов поисков и экономики месторождений алмазов.

После окончания геологического факультета МГУ О.Д. Захарченко была распределена в Айхальскую партию Амакинской экспедиции Якутского ТГУ. Раз прикоснувшись к алмазной проблеме, она «заболевает» на всю жизнь этим «благородным неметаллом». Первые годы работы минералогом в Якутии (1967–1972 гг.) и партии № 12 Московской экспедиции ГУЦР (1972–1973 гг.) Ольга Дмитриевна занималась в основном изучением алмазов и минералов-спутников алмаза. Работу в ЦНИГРИ она начала старшим инженером в отделе минералогических исследований, где занималась изучением уникальных алмазоносных пород и алмазов единственного в мире месторождения алмазов импактного типа — Попигайского метеоритного кратера на севере Сибири. Ею были выделены типоморфные особенности минералов, которые можно использовать как критерии для поиска подобных структур. С 1982 года О.Д. Захарченко работает в отделе алмазов и занимается всесторонним изучением алмазов из коренных и россыпных месторождений Русской платформы — прежде всего Архангельска и Урала, являясь ведущим специалистом института по этому направлению. Ею детально изучены тысячи кристаллов алмаза, информация о которых сведена в базы данных. В результате этих работ впервые были охарактеризованы особенности морфологии, физических свойств, изотопного состава алмазов и минеральных включений в алмазах кимберлитовых трубок Зимнего Берега, выявлены типоморфные особенности алмазов как возможные прогнозно-поисковые критерии, проведено сопоставление с алмазами других регионов, что нашло отражение в кандидатской диссертации. Будучи ответственным исполнителем ряда тем, Ольга Дмитриевна внесла большой вклад и в разработку детальных классификаций алмазов. Написанные ею главы вошли в отчет по подсчету запасов алмазов месторождения им. Ломоносова. О.Д. Захарченко — автор многих опубликованных работ, в последние годы ею подготовлен атлас по морфологии и свойствам алмазов Архангельска. Очень интересные результаты получены и при изучении алмазов Ганы, Венесуэлы, Бразилии. Она ведет большую многолетнюю организационную работу в качестве секретаря научно-методического совета отдела алмазов.

Поздравляем Ольгу Дмитриевну с днем рождения, желаем ей новых творческих достижений, хорошего настроения и здоровья.



Ученый совет ЦНИГРИ
Редколлегия журнала

Подготовлена и издана серия методических руководств «Оценка прогнозных ресурсов алмазов, благородных и цветных металлов»

А.И.Кривцов, И.Ф.Мигачев, А.Г.Волчков, Р.Н.Володин, В.С.Звездов, О.В.Минина, Ю.В.Никешин. Методическое руководство по оценке прогнозных ресурсов алмазов, благородных и цветных металлов. Выпуск «Медь». Под редакцией А.И.Кривцова. – М.: ЦНИГРИ, 2002, 212 с., илл. 57.

Охарактеризованы принципы оценки прогнозных ресурсов, дан анализ системы их выявления, учета и геолого-экономической оценки. Рассмотрены методические основы и приемы выявления перспективных площадей и оценки прогнозных ресурсов меди, приведены классификации основных типов месторождений меди и показана их роль в мировой МСБ. Приведен комплекс характеристик мировой МСБ меди, а также основные показатели ряда зарубежных горнорудных проектов, что может быть использовано для оценки значимости объектов прогноза и определения их геолого-экономического значения. Описаны геолого-промышленные количественные модели месторождений, характеристики которых могут быть использованы для разбраковки объектов.

Дано описание прогнозно-поисковых моделей объектов оценки прогнозных ресурсов (металлогенические провинции и зоны, рудные районы, поля и перспективные участки) и их ведущих признаков, позволяющих выделять и оконтуривать перспективные площади; предложены оптимизированные комплексы методов для решения прогнозно-поисковых задач, на основе которых возможно выделение металлогенических таксонов и оценка прогнозных ресурсов.

Методическое руководство предназначено для специалистов в области прогноза и оценки меднорудных месторождений.

В.И.Ваганов, Ю.К.Голубев, В.Е.Минорин. Методическое руководство по оценке прогнозных ресурсов алмазов, благородных и цветных металлов. Выпуск «Алмазы». Отв. редактор Ю.К.Голубев. — М.: ЦНИГРИ, 2002, 76 с., илл. 19.

Охарактеризованы принципы оценки прогнозных ресурсов, дан анализ системы их выявления, учета и геолого-экономической оценки. Рассмотрены методические основы и приемы выявления перспективных площадей и оценки прогнозных ресурсов алмазов, приведены классификации основных типов месторождений алмазов. Описаны геолого-промышленные количественные модели месторождений, характеристики которых могут быть использованы для разбраковки объектов.

Дано описание прогнозно-поисковых моделей объектов оценки прогнозных ресурсов (металлогенические провинции и зоны, рудные районы, поля и перспективные участки) и их ведущих признаков, позволяющих выделять и оконтуривать перспективные площади; предложены оптимизированные комплексы методов для решения прогнозно-поисковых задач, на основе применения которых возможно выделение металлогенических таксонов и оценка прогнозных ресурсов.

Г.В. Ручкин, В.Д. Конкин, А.И. Донец, И.А. Августинчик, Н.Г. Кудрявцева. Методическое руководство по оценке прогнозных ресурсов алмазов, благородных и цветных металлов. Выпуск «Свинец и цинк». Под редакцией Г.В. Ручкина. — М.: ЦНИГРИ, 2002, 169 с., илл. 44.

Охарактеризованы принципы оценки прогнозных ресурсов, дан анализ системы их выявления, учета и геолого-экономической оценки. Рассмотрены методические основы и приемы выявления перспективных площадей и оценки прогнозных ресурсов свинца и цинка, приведены классификации основных типов месторождений свинца и цинка и показана их роль в мировой МСБ. Приведен комплекс характеристик мировой МСБ свинца и цинка, а также основные показатели ряда зарубежных горнорудных проектов, что может быть использовано для оценки значимости объектов прогноза и определения их геолого-экономического значения. Описаны геолого-промышленные количественные модели месторождений, характеристики которых могут быть использованы для разбраковки объектов. Дано описание прогнозно-поисковых моделей объектов оценки прогнозных ресурсов (металлогенические провинции и зоны, рудные районы, поля и перспективные участки) и их ведущих признаков, позволяющих выделять и оконтуривать перспективные площади; предложены оптимизированные комплексы методов для решения прогнозно-поисковых задач, на основе которых возможно выделение металлогенических таксонов и оценка прогнозных ресурсов. Для специалистов в области прогноза и оценки свинцово-цинковых месторождений.

