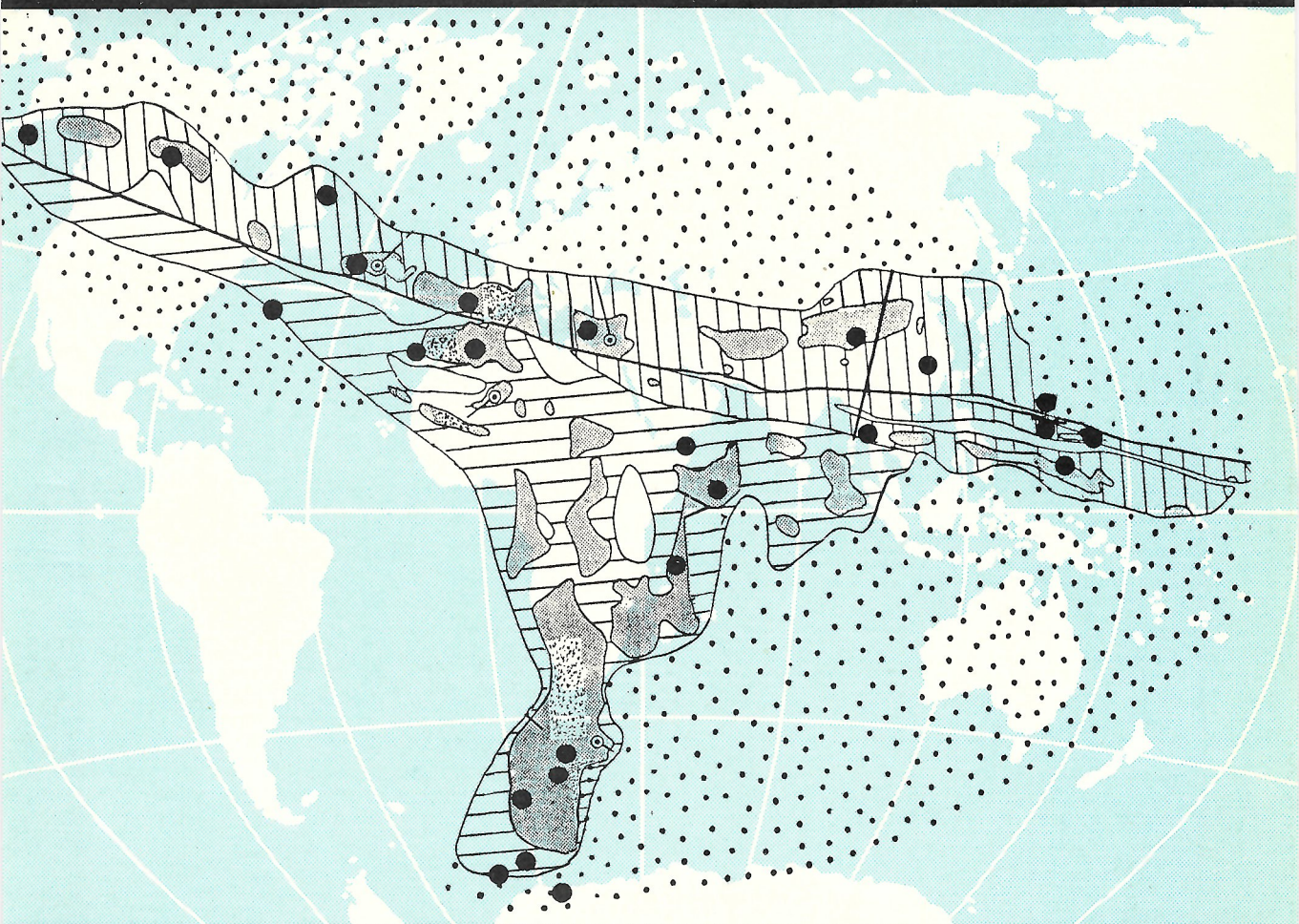


ISSN 0869-7175

Отечественная геология



8/1996

ПРОБЛЕМЫ ВЫСШЕЙ ШКОЛЫ

РУДНЫЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ ТАЛНАХА

ОРЕОЛЫ ВОРОНЦОВСКОГО ЗОЛОТОРУДНОГО
МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Отечественная ГЕОЛОГИЯ

Ежемесячный научный журнал

Основан в марте 1933 года

8/1996

Учредители:

Комитет по геологии
и использованию недр РФ
Российское геологическое общество
Центральный
научно-исследовательский
геологоразведочный институт
цветных и благородных металлов

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Главный редактор А. И. Кривцов

Бюро: *И. Ф. Глумов, Р. В. Добровольская* (зам. главного редактора),
В. А. Ерхов, В. И. Казанский, А. А. Кременецкий, Г. А. Машковцев,
Н. В. Милетенко, Л. В. Оганесян (зам. главного редактора), *М. В. Ро-*
гачева (отв. секретарь), *А. Ю. Розанов, Г. В. Ручкин* (зам. главного
редактора), *Б. А. Соколов, В. И. Старостин, А. А. Шпак, А. Д. Щеглов*
(председатель редсовета)

Редсовет: *А. Н. Барышев, Э. К. Буренков, В. С. Быкадоров, Г. С. Вартамян,*
Н. Н. Ведерников, И. С. Грамберг, А. Н. Еремеев, А. И. Жамойда, А. Н. Золо-
тов, А. Б. Каздан, М. М. Константинов, Т. Н. Корень, Л. И. Красный,
Н. К. Курбанов, Н. В. Межеловский, И. Ф. Мигачев, В. М. Питерский,
В. Ф. Рогов, Е. И. Семенов, В. В. Семенович, В. С. Сурков, В. Я. Ярмолюк

ОРГАНИЗАЦИЯ, УПРАВЛЕНИЕ, ЭКОНОМИКА, НЕДРОПОЛЬЗОВАНИЕ		<i>Бухарин А.К., Масленникова И.А., Брежнев В.Д.</i>	
<i>Трофимов В.Т.</i>		Зарождение и становление Урало-Тянь-Шань- ского палеозойского складчатого пояса	35
Традиции и новации современного высшего гео- логического образования в России	3	ГИДРОГЕОЛОГИЯ И ИНЖЕНЕРНАЯ ГЕОЛОГИЯ	
<i>Мирлин Г.А.</i>		<i>Вартанян Г.С., Гольдберг В.М.</i>	
К истории геологических служб СНГ	8	Влияние изменчивости проницаемости глин и напряженного состояния пород на условия за- крытости водоносных систем	43
МЕТАЛЛОГЕНИЯ И МИНЕРАГЕНИЯ		НАУКА И ПОИСК	
<i>Кривцов А.И.</i>		<i>Воскресенская И.Е.</i>	
Распределение масс и содержаний металлов в гидротермальных рудообразующих системах	13	Зарисовки к процессу творчества	47
РУДНЫЕ И НЕРУДНЫЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ		ХРОНИКА	
<i>Лихачев А.П.</i>		<i>Рогов В.Ф., Ручкин Г.В.</i>	
К динамике становления талнахских рудонос- ных интрузий и связанных с ними платино-мед- но-никелевых месторождений	20	В президиуме Российского геологического обще- ства	51
<i>Исакович И.З.</i>		65-летие Алексея Николаевича Золотова	53
Минералогические ореолы Воронцовского золо- торудного месторождения	26	85-летие Льва Исааковича Красного	54
СТРАТИГРАФИЯ, РЕГИОНАЛЬНАЯ ГЕОЛОГИЯ И ТЕКТНИКА		85-летие Василия Александровича Унксова	56
<i>Граусман В.В., Рудавская В.А., Васильева Н.И.</i>			
Стратиграфия верхнего докембрия и нижнего кембрия Оленекского поднятия	30		

Редакция: Р.В. Добровольская, Г.В. Вавилова, М.В. Розачева

Сдано в набор 07.06.96. Подписано в печать 11.07.96. Формат 70×108/8. Бумага мелованная.
Печать офсетная. Тираж 1000 экз.

Адрес редакции: 113545, Москва, Варшавское шоссе, 1296.
Телефон: 315-28-47

Отпечатано Государственным картографо-геодезическим предприятием «Поликарт»

Традиции и новации современного высшего геологического образования в России

В.Т.ТРОФИМОВ (МГУ)

Обсуждая традиции и новации в современном высшем геологическом образовании в России, следует иметь в виду, что радикальные политические и, главное, экономические изменения, происшедшие и происходящие сейчас в стране, чрезвычайно негативно повлияли на положение дел в геологическом секторе (отрасли) народного хозяйства. Резко сократились объемы геологоразведочных работ, более чем в два раза уменьшился кадровый состав геологической отрасли, произошли его существенные структурные изменения, возникли большие сложности с трудоустройством молодых специалистов и как следствие этого остро встала проблема разрыва преемственности поколений в производственной и в научной сферах отрасли. Все это привело к падению престижа профессии геолога, снижению конкурса в вузы. Многие работники высшей школы стали остро ставить вопрос о реформировании высшего геологического образования, резком сокращении численности обучающихся, приспособлении подготовки специалистов-геологов к рыночной экономике, часто совершенно забывая, что последняя еще не сформировалась и что образование, особенно высшее, — явление консервативное.

Напомним, что до недавнего времени во всех геологических вузах действовала (а в большинстве из них действует и сейчас) одноуровневая система подготовки специалистов, в соответствии с которой готовились дипломированные геологи по восьми специальностям, строго отвечающим государственному реестру. Для этой системы характерны унификация учебных планов и программ учебных курсов, читаемых в различных вузах, государственно определяемая численность приема студентов на первый курс и государственное распределение выпускников. Изменение (или введение новой) специализации даже внутри одной специальности формально требовало изменения так называемой оборотной стороны учебного плана в объеме не менее 500 ч.

Такая жесткая система в сочетании с административно-распределительной системой обладала рядом несомненных достоинств: унификация учебных планов и программ осваиваемых курсов, которые разрабатывались ведущими специалистами страны; ориентированная специализация подготовки и централизованный контроль за ней, способствовавшие подготовке специалистов,

отличающихся высоким профессиональным уровнем; трудоустройство выпускников и обеспечение геологической отрасли специалистами в рамках плановой экономики.

Сейчас, даже у нас в России, большинству ясно, что данная система подготовки геологов — одна из лучших в мире. Ведущие геологи страны это знали и ранее и сохраняли традиции при разработке новых учебных планов, которые пересматривались каждые пять лет. Но еще в рамках СССР именно они ставили вопрос о необходимости дальнейшего развития высшего геологического образования, в частности, путем предоставления большей степени свободы в реализации типового учебного плана в каждом вузе, введения на старших курсах так называемых «курсов по выбору», дифференциации подготовки на заключительном этапе обучения студентов, ориентированных в дальнейшем на работу в производственных и научно-исследовательских организациях. Эти идеи начали реализовываться еще в конце 80-х годов в рамках Минвуза СССР. Поэтому не надо забывать и декларировать, что все новации в современном высшем геологическом образовании в России связаны с требованиями рыночной экономики.

Что же можно отнести к традициям в современном высшем геологическом образовании в России? Назовем лишь некоторые из них.

Первая традиция (может быть, главная) — геология и сейчас сохранена как самостоятельное направление в системе высшего образования в России, несмотря на имевшиеся попытки изменить это положение.* Это подчеркивает фундаментальность геологии и как сферы научной деятельности, и как сферы производственной. И это очень важно для восстановления престижа профессии геолога.

Вторая традиция заключается в том, что и сейчас подготовка геологов осуществляется в вузах трех типов — университетах, геологоразведочных и нефтяных институтах, академиях. Этим, в также наличием ряда специальностей сохраняется специализация подготовки будущих геологов.

Третья и очень важная традиция — сохранены фундаментальность подхода и сис-

* В частности, рассматривать ее как составную часть направления «Науки о Земле».

темные принципы формирования учебных планов и программ курсов, большой объем времени на учебные и производственные практики. Главнейшая черта этой позиции выражается в разработке общероссийских стандартов высшего геологического образования, типовых учебных планов и программ учебных курсов, которые создаются ведущими работниками вузов в рамках деятельности учебно-методических объединений (УМО).

Четвертая традиция — создание перечня перспективной подготовки и издания учебников и учебных пособий в рамках деятельности учебно-методических объединений. И учебники, и учебные пособия, несмотря на известные финансовые трудности, издаются. И это позволяет совершенствовать учебный процесс не только в вузе, где работает автор учебника, но и во всех геологических вузах России.

Еще одна традиция — сохранение (может быть, очень небольшое снижение) численности подготавливаемых в вузах специалистов. Очень часто приходится слышать, что необходимо резко сократить число принимаемых студентов и выпускаемых специалистов, поскольку они не найдут место для работы в геологическом секторе народного хозяйства. Эти доводы не бесспорны. Вспомним, что и раньше при существовавшем жестком распределении далеко не каждый выпускник становился геологом уже в первый год после окончания вуза. Через 10 лет в геологии продолжали работать только 50 % выпускников.* И это естественно, так как геология — профессия «избранных», не очень многие выдерживают, тут, если хотите, работает интеллектуальный, психологический и физический отбор. А если это так, то число выпускаемых специалистов не столь уж велико.

Подчеркнем, что во всех странах Западной Европы, территория которых не соизмерима с территорией России, да и геологически изучена лучше, во многих университетах ведется подготовка геологов. На 1 км² территории у них готовится на 2—3 порядка геологов больше, чем у нас. И правильно, если учитывать, что геология — фундаментальная наука и сфера производственной деятельности, в которой останется работать, даже в их условиях, лишь часть выпускников.

Кроме того, следует иметь в виду, что дипломированные специалисты-геологи — это люди с высшим образованием. А именно образованные члены любого общества определяют его менталитет и, если хотите, способность успешно развиваться. Перейдя в другие секторы экономики из геологического, специалисты приносят и принесут пользу обществу, особенно если в современной Рос-

сии будет восстановлена система переподготовки кадров.

И последняя традиция, которую необходимо назвать. Многие вузы сохранили одноуровневую систему образования с пятилетним сроком подготовки специалистов. Можно считать, что они руководствовались принципом «от добра добра не ищут». И правильно сделали, с моей точки зрения.

Все эти шесть позиций, сохраненных от предшествующих этапов развития высшего геологического образования в стране, положительные. Именно они явно выражают «консерватизм геологического образования», не позволяют развалить сформировавшуюся в России систему подготовки геологов.

Перейдем к рассмотрению новаций в высшем геологическом образовании России. Знали или задумывались ли мы, будучи студентами, а затем и сотрудниками разных организаций, что подготовка геологов в вузах СССР, в т.ч. в классических университетах (Московский, Ленинградский, Киевский, Одесский, Ташкентский и др.), велась по направлению 08, которое относилось к техническим, а также что направления «Геология» не было среди естественно-научных направлений, к которым в Перечне направлений базового высшего образования относились физика, математика, химия, биология, география и т.п. Этим, по существу, признавалось, что геология — не естественно-научное, не фундаментальное направление высшего образования. С другой стороны, этим же признавалось, что техническое направление развивается в классических университетах, хотя геология — фундаментальная и явно не техническая наука. Такое положение являлось своеобразным «домоковым мечом», который «висел» над университетским геологическим образованием и мог в определенный момент лишь по воле одного, правда, очень высокопоставленного, человека начать опускаться.

В этой ситуации учебно-методическое объединение по геологии (университеты) неоднократно ставило перед Государственным комитетом по высшему образованию СССР, а затем перед Государственным комитетом РСФСР по делам высшей школы вопрос об открытии направления «Геология» в разделе «Естественно-научные направления». И такое направление под индексом «Е-10 Геология» было открыто приказом Комитета по высшей школе Миннауки России в сентябре 1992 г. Это была чрезвычайно важная новация.

После открытия этого направления предполагалось, что подготовка в его рамках будет осуществляться во всех университетах и геологоразведочных вузах России. Двумя учебно-методическими объединениями (по геологии в рамках УМО университетов и УМО по геологии геологоразведочных институтов) были разработаны предложения по

* В странах Западной Европы, в частности в Англии, не работают по специальности более 50 % выпускников геологических факультетов и кафедр.

открытию новых специальностей в рамках направления «Е-10 Геология». Однако эта позиция не была реализована.

В мае 1993 г. произошло разделение геологического образования на два направления — естественно-научное «511000 — Геология» и научно-техническое «553200 — Геология и разведка полезных ископаемых», что зафиксировано в Классификаторе направлений высшего образования. В направлении «511000 — Геология» открыты следующие специальности: геология; геофизика; геохимия; гидрогеология и инженерная геология; геология и геохимия горючих ископаемых. В направлении «553200 — Геология и разведка полезных ископаемых» открыты такие специальности: геологическая съемка и поиск месторождений полезных ископаемых; геология и разведка месторождений полезных ископаемых; поиски и разведка подземных вод и инженерно-геологические изыскания; геофизические методы поисков и разведки месторождений полезных ископаемых; геология нефти и газа; прикладная геохимия, петрология, минералогия; технология и техника разведки месторождений полезных ископаемых; исследования природных ресурсов аэрокосмическими методами. В итоге ранее единое геологическое образовательное пространство вузов России распалось на два — одно якобы научное, другое — якобы методическое. С моей точки зрения, такой своеобразный раздел высшего геологического образования нельзя считать положительным явлением.

Столь же негативно автор относится еще к одной новации — существованию трех самостоятельных учебно-методических объединений по геологии — геологического образования в университетах, геологического образования в геологоразведочных вузах и геологического образования в нефтяных вузах. Совместная эпизодическая работа по тем или иным позициям ряда секций этих УМО не может заменить систематической совместной их работы, принятия общих для всего образовательного геологического пространства решений и, с моей точки зрения, создание одного для России УМО по высшему геологическому образованию (для всех типов вузов) — важнейшая задача сегодняшнего дня. В этом вопросе во главу обсуждения должна быть вынесена его содержательная сторона, а не интересы отдельных лиц, университетов-институтов или структуры Госкомвуза, что, видимо, возобладало в конце 80-х годов.

Следующая, четвертая, новация, на которой необходимо остановиться, это вопрос о системе многоуровневого высшего геологического образования. Суть ее заключается в том, что конкретный вуз может сам выбрать уровень осуществляемой подготовки — готовить ли только бакалавров геологии (4 года), дипломированных специалистов (5 лет)

и магистров геологии (6 лет) или сочетать эти позиции. Необходимая учебно-методическая документация по этому вопросу разработана учебно-методическими объединениями по геологическому образованию и имеется в вузах. Задача вуза — самому принять решение по этому вопросу. Никто из вне до настоящего времени ни один вуз к принятию того или иного решения не принуждал. И вузы пошли разными путями. Одни перешли на подготовку бакалавров геологии, другие (и их больше всего) сохранили за собой подготовку дипломированных специалистов, а Московский государственный университет в порядке эксперимента принимает выпускников-специалистов (5 лет обучения) в 1,5-годичную магистратуру, после успешного завершения которой вручает диплом «Магистр геологии».

Казалось бы все просто и ясно. В действительности не совсем так. С моей точки зрения, вузы сами могут (точнее, должны иметь возможность) выбирать, кого они будут готовить — бакалавров или дипломированных специалистов. Подготовка же «магистров геологии» не может осуществляться во всех геологических вузах России. Это право должно быть предоставлено на первом этапе внедрения системы лишь ведущим вузам страны — МГУ, СПбГУ, МГТА, ГАНГ, СПбГИ, НГУ и ряду другим, в которых сосредоточены общепризнанные научные школы и которые лучше оснащены аналитико-экспериментальной базой.

Второе, что хотелось подчеркнуть по этому вопросу, заключается в следующем. Ведущие геологические вузы, перешедшие на многоуровневую систему подготовки, не должны осуществлять прием в бакалавриат. Они принимают на факультет для подготовки специалистов и магистров. План обучения в течение первых четырех лет у всех общий. При успешном выполнении учебного плана этих четырех лет обучения студенту присваивается квалификация бакалавра и выдается соответствующий диплом. Для желающих продолжить образование открыты два пути — либо продолжение обучения по выбранной специальности в течение одного года и получение диплома специалиста-геолога, либо поступление на конкурсной основе в магистратуру со сроком обучения два года, защитой диссертации и получением диплома «Магистр геологии».

Пятая новация, новация в кавычках, т.е. негативная по содержанию, — резкое уменьшение возможности направления студентов на производственные практики после третьего и четвертого курсов. Дипломные практики в производственных или научных коллективах были главнейшим преимуществом подготовки геологов в высшей школе СССР по сравнению с другими странами. Именно этому по-хорошему завидовали наши зарубежные коллеги, удивлялись нашим возможностям в этом отношении. Сейчас

это преимущество, надеюсь временно, мы растеряли, вышли «на мировой уровень».

Необходимо подчеркнуть, что в 1995 г. намелились, хотя и небольшие, но все же положительные сдвиги в решении вопроса о производственных практиках для студентов специальностей «геология» и «геофизика». Дальнейшее увеличение объемов работ, прежде всего в системе Роскомнедра России, позволит сnivelировать отрицательные последствия рассматриваемой новации.

Следующая новация, которая сыграла положительную роль в развитии подготовки студентов на геологическом факультете МГУ, — открытие филиалов кафедр в институтах Российской академии наук и Роскомнедра России. Это позволило студентам: ознакомиться с институтами и исследованиями, проводимыми в их стенах; обучаться, а затем и проводить исследования на установках, которых нет на кафедрах геологического факультета; познакомиться, прослушать лекции специалистов названных организаций и затем в ряде случаев сотрудничать с ними как в ходе производственных практик, так и при подготовке курсовых и дипломных работ.

Чрезвычайно важная новация, к которой подошли многие вузы и которая была впервые реализована в МГУ, — подготовка по специальности «экологическая геология» (1994 г.). Анализ ситуации показал, что существуют три альтернативных пути подготовки геологов, которые будут специализироваться в эколого-геологических исследованиях: 1) экологически ориентированные специализации в рамках ранее названных геологических специальностей; 2) геологическая специализация специальности «геоэкология» направления «Экология и природопользование»; 3) открытие новой специальности «экологическая геология» в рамках направления «Геология». Из них третий путь для геологов является предпочтительным, поскольку именно он позволяет осуществить фундаментальную подготовку студентов как в геологии, так и в необходимых географо-экологических областях.

В структуре учебного плана этой новой специальности 20 % времени отводится на естественно-научные, 20 % — на профессиональные геологические, 25 % — на специальные геологические дисциплины. При этом фундаментальность и широта геологической подготовки (включая общепринятые учебные геологические практики) соответствуют содержанию общепрофессионального образования традиционных геологических специальностей. В то же время цикл экологически направленных дисциплин соответствует блоку общепрофессиональных дисциплин специальности «геоэкология» и даже превосходит его по содержанию за счет введения таких важных курсов, как «Экологическая геология», «Экологическая геохимия», «Экологическая гидрогеология»,

«Экологическая геодинамика» и т.п. Будем надеяться, что специалисты данного профиля смогут успешно работать в организациях различных министерств и ведомств, связанных с геологическим обоснованием экологических проектов разного масштаба и разной направленности.

Еще одна новация, заслуживающая внимания, — создание центра МГУ—ЮНЕСКО по морским геолого-геофизическим работам при геологическом факультете, который является лидером в осуществлении программы МГУ—ЮНЕСКО—ЕСФ «Обучение через исследования» и ее проекта «Плавучий университет». Главнейший элемент этой программы — ежегодный (начиная с 1991 г.) 45-суточный рейс научно-исследовательского судна ГП «Южморгеология» «Геленджик» в Черное и Средиземное моря. На нем работает по единой научной программе интернациональный коллектив, в состав которого входят научные сотрудники, инженерно-технический персонал, научно-производственный персонал ГП «Южморгеология», профессора и студенты различных университетов Европы, Северной Африки и Западной Азии. Одно требование соблюдается неукоснительно — профессорско-преподавательский состав прибывает с группой своих студентов, причем представители МГУ работают по научной программе в течение всего рейса (45 суток). Главные итоги пятилетней работы: 1) студенты обучались непосредственно в процессе выполнения научных исследований, обеспеченных современным оборудованием, включая новейшие экспериментальные разработки, под руководством лидеров данного направления исследований; они являлись прямыми участниками серии геологических открытий, осуществленных в ходе научных исследований; 2) студенты воочию убедились, что российское оборудование позволяет получать результаты, которые не были достигнуты на этих же площадях исследовательскими работами западных коллег (в этом же убедились зарубежные участники рейсов); 3) наши студенты, а это студенты, окончившие третий курс, поняли, что уровень их подготовки в теоретическом и практическом отношении достаточно высокий, по многим позициям превосходящий подготовку даже более старших по возрасту иностранных студентов.

Последняя новация, с которой руководство учебно-методического объединения все чаще сталкивается в последнее время, — стремление к увеличению числа вузов, в которых якобы должна вестись подготовка геологов. По-существу, это стремление осуществлять лозунг: «Пусть какое-нибудь, но свое».

С этой тенденцией учебно-методическому объединению и университетов, и геолого-разведочных вузов бороться сложно, а при современной политике Госкомвуза России

реально не всегда возможно. Но противостоять надо. Вспомним, что говорил по этому поводу выдающийся геолог XX в., академик, профессор Московского университета В.И.Смирнов: «Важно, кто читает этот курс». А если мы учтем, что таких курсов даже при подготовке студентов в данном вузе по одной специальности очень много, то вопрос о соответствующем обеспечении кадрами преподавателей стоит очень остро везде. Хороший современный новый вуз за короткий срок создать нельзя.

В заключение сравним некоторые тенденции развития высшего геологического образования в России и странах Западной Европы на основании материалов, собранных совместно с Р.Н.Соболевым.

Европейская федерация геологов в качестве одной из главнейших задач выдвигает вопрос об унификации (в пределах Европы) высшего геологического образования с целью присвоения единой квалификации «Дипломированный геолог Европы». Как тут не вспомнить наши (и в СССР, и в современной России) типовые учебные планы и типовые учебные программы, единую форму диплома и некоторые другие достижения по унификации содержательных элементов высшего геологического образования.

Наиболее четко проблемы дальнейшего развития высшего геологического образования Европейская федерация геологов обозначила на примере Великобритании в меморандуме «Геологическое образование, практики и повышение профессионального уровня в высшей школе» (1995 г.). Их можно свести к следующим позициям: 1) срок обучения для получения степени «Магистр геологии» должен быть сокращен до 4—5 лет (в большинстве европейских стран сейчас он 5—6 лет) за счет изучения основ геологии в школе; 2) подготовка геологов должна проводиться по двум направлениям — традиционному (геология месторождений полезных ископаемых) и новому (охрана геологической среды), специалисты последнего направления должны хорошо знать основы инженерной геологии и гидрогеологии; 3) все выпускники-геологи должны иметь хорошую математическую подготовку; 4) в связи с тем, что более половины выпускников направления «Геология» в дальнейшем в европейских странах не работают по этой специальности, важно ввести в учебные планы такие академические курсы, которые помогут выпускникам адаптироваться к изменяющимся запросам общества; 5) необходимо увеличить объем полевой практики до минимального объема 105 дней; 6) для формирования полноценного специалиста-геолога необходима практика на производстве и при четырехлетнем сроке обучения ей может быть посвящен третий год целиком; 7) на последнем курсе обучения для всех специальностей необходим курс «Фунда-

ментальные проблемы современной геологии»; 8) необходима разработка национальной программы, направленной на повышение квалификации дипломированных специалистов и создание возможности получения ими ученых степеней; 9) обязательно активное влияние промышленных министерств на формирование учебной программы.

Сопоставляя то, что уже сделано в отечественном высшем геологическом образовании с позициями, которые выдвинуты в названном меморандуме, приходим к выводу, что часть проблем, вставших сейчас перед подготовкой в высшей школе Европы, была успешно решена в нашей стране (пятилетний срок обучения, большое внимание учебным и производственным практикам, открытие специальности «экологическая геология», тесные контакты с министерствами, производственными и научными организациями, система переподготовки и повышения квалификации геологов и др.).

Вместе с тем, в настоящий момент существуют общие проблемы в развитии высшего геологического образования во всех европейских, включая и Россию, странах: время подготовки специалистов-геологов; определенная экологизация образования геологов; создание такого плана обучения, который позволил бы выпускнику-геологу успешно адаптироваться к работе вне геологической сферы.

Однако по ряду вопросов уже наметилась и дивергенция в подготовке специалистов-геологов. Назовем лишь три позиции: 1) в западно-европейских странах явно выражено стремление к сокращению сроков получения высшего образования (4—5 лет для получения степени магистра), у нас — к увеличению (6 лет для получения той же степени); 2) мы вынуждены в силу только экономических причин сокращать сроки проведения учебных и особенно производственных практик, а цель западных коллег — увеличение их продолжительности; 3) у нас резко проявилась тенденция ухудшения связи с производственными организациями, на западе прорабатывается альтернативный подход.

В заключение подчеркнем, что сейчас на повестке дня стоит необходимость разработки концепции высшего геологического образования первой четверти XXI в. При ее осуществлении следует помнить о достижениях XX в. — «золотого века геологии» и «золотого века геологического образования», фундаментальном положении об определенном консерватизме высшего геологического образования, наследовать все фундаментальное не только с научной, но и с методической точки зрения. Это позволит не только сохранить, но и, главное, развить действительно уникальную систему высшего геологического образования России.

К истории геологических служб СНГ

Г.А.МИРЛИН

В первой половине XIX столетия в связи с быстрым ростом промышленного производства во многих странах мира для изыскания необходимых минерально-сырьевых материалов стали создаваться специальные геологические учреждения, финансируемые правительствами и функционирующие как государственные координирующие центры по геологическому изучению и разведке недр. Такие государственные органы (департаменты, комитеты, бюро) были созданы в Великобритании (1832), Канаде (1848), во Франции (1855), в Швеции (1858), США (1879). В 1882 г. подобный геологический центр создается и в России; им стал Геологический комитет, положивший начало государственной геологической службе в нашей стране. Уже в 1883 г. Геолкомом был принят «Общий план геологического исследования России», основой которого была 10-верстная геологическая съемка главных районов страны, сопровождающаяся поисково-оценочными работами.

Позднее, сначала в России, а затем в СССР в связи с увеличивавшейся потребностью в топливном и минеральном сырье и, соответственно, с ростом объемов геологоразведочных работ, возникла необходимость совершенствования их организации, координирования и улучшения методического руководства проведением, что особенно актуально для условий таких громадных государств, как Россия, территория которой обладает крайне разнообразным геологическим строением. При значительном расширении фронта геологоразведочных работ рамки Геолкома оказались узкими. В 1929 г. он был преобразован в Главное геологоразведочное управление (ГГРУ) с широкой сетью территориальных (районных) геологоразведочных организаций, первоначально подчиненное Высшему Совету народного хозяйства (ВСНХ), затем с 1931 г. входившее в состав Народного комиссариата тяжелой промышленности (Наркомтяжпрома). Незадолго до начала войны, в марте 1939 г. на базе ГГРУ был создан Комитет по делам геологии при Совнаркоме СССР, т.е. непосредственно при правительстве страны.

Укрепление государственной геологической службы и развитие геологоразведочных работ в стране позволили своевременно обеспечивать разведанными запасами топливного, рудного, химического и других видов минерального сырья не только становление довоенной мирной экономики, но и потребности военной промышленности и фронта в годы Великой Отечественной войны. В бесперебойном обеспечении воюющей армии и производства боевой техники и

боеприпасов черными, цветными, легирующими и редкими металлами, химическим и другим сырьем, а также моторным топливом, — большая доля заслуг принадлежит отечественной геологической службе. Осуществленные ею форсированные поиски и разведка месторождений стратегического минерального сырья, главным образом в восточных районах страны, позволили компенсировать временную потерю энергетических и коксующихся углей Донбасса, высококачественных железных руд Кривого Рога, марганцевых руд Никополя, бокситов Тихвина, других источников стратегического минерального сырья, оказавшихся в захваченных врагом районах.

После завершения Великой Отечественной войны в России, на Украине, в Белоруссии и других республиках, территории которых оказались в зоне разрушительных военных действий, велись большие восстановительные работы. Одновременно развивалась экономика районов Поволжья, Урала, Сибири, других восточных районов. Стояла нелегкая задача восстановления довоенного уровня промышленного и сельскохозяйственного производства, а затем и дальнейшего его роста. В крупных масштабах велось промышленное и гражданское строительство. Все это требовало ускоренной подготовки новых крупных ресурсов минерально-сырьевых материалов — угля, нефти, газа, металлов, минеральных удобрений, цемента, стекольного сырья, других строительных материалов, источников подземного водоснабжения. Геологоразведочные работы становились одной из важнейших и основополагающих отраслей экономики, обеспечивая ее устойчивое развитие.

Следует напомнить, что в феврале 1946 г. состоялось известное и памятное многим людям старшего поколения (особенно металлургам, угольщикам, нефтяникам и геологам) выступление И.В.Сталина, в котором было объявлено о необходимости уже в ближайшем будущем увеличить ежегодное производство до 60 млн. т чугуна, 60 млн. т стали, 500 млн. т угля, 60 млн. т нефти. В сравнении с добычей и производством в истекшем 1945 г. (8,8 млн. т чугуна, 12,3 млн. т стали, 149 млн. т угля и 19,4 млн. т нефти) названные цифры казались почти фантастическими и трудно достижимыми. Вместе с тем из объявленной программы вытекала необходимость ускоренного роста всех отраслей горнодобывающей промышленности и радикального усиления геологоразведочных работ для выявления и подготовки новых и крупных источников сырья.

Всего лишь по прошествии одного года после окончания войны и нескольких месяцев после февральского выступления И.В.Сталина, указом Верховного Совета СССР от 13 июня 1946 г. Комитет по делам геологии был преобразован в Министерство геологии СССР — первое геологическое министерство в мире. Тем самым, не только открывалась новая страница в истории отечественной геологической службы, но и подчеркивалось все возрастающее значение геологоразведочной отрасли в жизни страны, в первую очередь, для будущего развития ее экономики.

Постановлением Совета Министров СССР № 1244 от 13 июня 1946 г. об организации Министерства геологии устанавливалось, что:

«...задачей Министерства геологии СССР является обеспечение народного хозяйства разведанными в недрах запасами минерального сырья путем ведения геологосъемочных, поисковых и разведочных работ на всей территории СССР; осуществление контроля за геологическими работами, проводимыми всеми организациями на территории СССР; утверждение и учет разведанных запасов полезных ископаемых в недрах; обобщение результатов геологических работ в СССР и составление сводных геологических карт территории СССР».

Одновременно в системе министерств, осуществлявших добычу минерального сырья, усиливались промысловая и рудничная геологическая службы, в функции которых входили проведение разведочных работ на уже эксплуатируемых месторождениях, а также осуществление мер по сокращению потерь полезных ископаемых в процессе добычи.

Постановлением Совета Министров СССР № 2574 от 1 декабря 1946 г. был утвержден персональный состав коллегии учрежденного Министерства геологии — самый первый состав членов коллегии, на плечи которых легла вся тяжесть по организации и формированию создававшегося геологического министерства в Москве и в значительной мере по укреплению его территориальных подразделений во всех главных регионах страны. В этом первом составе коллегии были утверждены: министр И.И.Малышев, первый заместитель министра С.В.Горюнов, заместители министра и члены коллегии Г.К.Волосюк, академик И.Ф.Григорьев, Я.Я.Данильченко, Н.А.Быков, А.К.Матвеев, Г.А.Мирлин. Несколько позднее в состав коллегии был введен В.И.Смирнов — известный исследователь рудных месторождений, назначенный в 1946 г. председателем Всесоюзной комиссии по запасам полезных ископаемых (ВКЗ)*.

Региональные подразделения формиро-

вавшегося Министерства геологии, называвшиеся в те годы территориальными геологическими управлениями, возглавлялись сравнительно молодыми, но уже опытными и необычайно энергичными специалистами. В Российской Федерации, например, руководителями территориальных организаций в те годы были И.Е.Галаган, И.Е.Драбкин, Б.М.Зубарев, И.А.Кобеляцкий, В.М.Латыш, О.В.Лахтионов, А.А.Корольков, Н.С.Мамлин, М.И.Моргунов, В.А.Перваго, Б.А.Рыбьев, В.Е.Рябенко, Н.Ф.Рябоконе, Б.С.Сакович, В.Н.Силаков, Л.Д.Старовров, С.М.Ткалич, Ю.Г.Эрвье, В.А.Ярмолук. Много энергии в организацию геологической службы Российской Федерации вложили С.В.Горюнов, Ю.Б.Голуб, Е.Я.Дмитриев, А.Г.Ивашенцов, Б.М.Косов, К.П.Коршунов, И.И.Молчанов, Л.А.Потемкин, К.С.Филатов, С.А.Щербаков и др. Таким же деятельным и энергичным специалистам принадлежат заслуги создания в послевоенные годы геологической службы в других союзных республиках.

В числе ведущих руководителей геологоразведочных организаций отраслевых министерств в послевоенное время должны быть названы А.А.Амирасланов, Б.М.Косов (Министерство цветной металлургии), А.А.Жиликов (Министерство черной металлургии), С.А.Скоров (Министерство угольной промышленности), М.Ф.Мирчинк, А.А.Бакиров, М.И.Варенцов, А.Н.Мустафинов (Министерство нефтяной промышленности), Б.А.Екимов (Министерство промышленности строительных материалов).

С самого начала Министерство геологии придавало особое значение геологической науке. Известно, что все геолого-поисковые и разведочные работы по содержанию и существу — комплексный научно-производственный процесс, сочетающий научное исследование (или научное обоснование) с индустриальными методами их выполнения (массовое применение буровой и горно-проходческой техники, различных видов сложной аппаратуры и приборов). В находившихся в ведении Министерства научно-исследовательских институтах — ВСЕГЕИ, ВИМС, ЦНИГРИ, ВИРГ, ВСЕГИНГЕО, несмотря на трудности послевоенного времени, выполнялись и теоретические, и, преимущественно, прикладные геологические исследования, служившие научной основой геолого-поисковых и разведочных работ. С участием ученых широко внедрялись геофизические, геохимические и другие эффективные методы исследования и оценки перспектив изучаемых территорий и открываемых новых месторождений. Научные сотрудники ВСЕГЕИ непосредственно участвовали в проводившихся территориальными геологическими управлениями геологосъемочных работах, в планомерном геологическом картировании наиболее перспективных регионов, начатом еще в довоенные

* Увы, время неумолимо. Из первого состава коллегии созданного в стране Министерства геологии, остался в живых лишь один — автор настоящей статьи.

годы и продолженном сразу после окончания войны. На помощь геологам пришла авиация, что не только радикально облегчило транспортировку геологических партий и их грузов в удаленные районы, но и привело к значительному повышению эффективности региональных геологических работ путем широкого применения аэрофотосъемки, аэрогеологических и аэрогеофизических исследований. Была разработана и начала осуществляться программа бурения опорных скважин в наиболее перспективных, особенно в геологически сложных или закрытых (молодыми отложениями) регионах. Сотрудники ВИМС оказывали поисковикам и разведчикам большую помощь в химико-аналитических исследованиях, оценке технологических свойств рудного сырья разведываемых и открываемых месторождений.

Много внимания Министерство геологии уделяло техническому перевооружению геологоразведочных работ, в первую очередь, буровых. Вместо устаревших станков колонкового бурения типа КА-2М-300 и КАМ-500 была начата разработка новых буровых агрегатов типов ЗИФ-300, ЗИФ-650 и ЗИФ-1200, а также ЗИВ-75 и ЗИФ-150. В течение 1947 и 1948 гг. заводами были изготовлены опытные образцы новой буровой техники, а уже с 1949 г. началось их серийное производство. При всех финансово-экономических и производственно-технических трудностях первых послевоенных лет, государство все же изыскивало возможности не только регулярного финансирования геологоразведочных работ, но и оснащения их необходимыми техническими средствами — буровым и горно-проходческим оборудованием, авто- и авиатранспортом, геофизической аппаратурой и т.д.

В первые же годы после войны (1946—1948) во всех регионах страны были возобновлены работы по поискам и разведке месторождений минерального сырья, требовавшегося послевоенной экономике. В те годы геологоразведочные работы на нефть и газ осуществлялись в основном геологической службой Министерства нефтяной промышленности. Главное внимание организаций Министерства геологии было сосредоточено тогда на поиске и разведке новых угольных месторождений, на ускоренной подготовке рудно-сырьевых ресурсов для черной и цветной металлургии, производства минеральных удобрений и промышленности строительных материалов. Впервые в истории отечественной геологии начались в крупных масштабах поиски и разведка месторождений урановых и других радиоактивных руд.

Большая программа геологоразведочных работ была разработана и на 1949 г. Однако этот год для недавно созданного Министерства геологии, как и для ряда научно-исследовательских институтов и территориальных геологоразведочных организаций (осо-

бенно сибирских), оказался трагическим. По доносу клеветников ряд геологов и среди них такие крупные ученые, как академик И.Ф.Григорьев, член-корр. Академии наук А.Г.Вологдин и другие были обвинены во «вредительстве», «умышленном сокрытии минеральных богатств» и репрессированы по так называемому «делу геологов» или «Красноярскому делу».*

В апреле 1949 г. в Министерстве геологии в течение трех суток в дневные и ночные часы заседала правительственная «тройка» в составе В.М.Молотова, А.И.Микояна и Л.З.Мехлиса, разбиравшихся в существе обвинений, инкриминированных геологам органами безопасности. Каждый член коллегии Министерства подробно докладывал «тройке» о характере и содержании деятельности вверенного ему участка работ. Члены «тройки» забрасывали докладывающих множеством вопросов, и по существу, и каверзных. Особенно свирепствовал Л.З.Мехлис. В.М.Молотов и А.И.Микоян, лучше знавшие деятельность министерства геологии (и бывшего Комитета по делам геологии при Совнаркоме), вынуждены были сдерживать яростные нападки Л.З.Мехлиса и пытались перевести рассмотрение вопросов в более спокойное и деловое русло.

Конечно, как и следовало ожидать, никаких «преступлений» геологов «тройка» В.М.Молотова не обнаружила. Тем не менее, лишь недавно утвержденная правительством страны и самим И.В.Сталиным коллегия Министерства геологии вскоре была расформирована, все члены коллегии сняты со своих должностей. Еще до заседания «тройки» заместителя министра геологии академика И.Ф.Григорьева — исследователя рудных месторождений, являвшегося в 1945—1947 гг. главным геологом Комиссии по созданию государственной базы атомного сырья и ставшего в 1948 г. директором объединенного Геологического института академии наук, арестовали. Министр геологии И.И.Малышев «за потерю бдительности» был снят с должности и направлен на работы по разведке железных руд Карелии. Заместитель министра Г.К.Волосюк и член коллегии Н.А.Быховер были отправлены в Забайкалье для организации нового Читинского геологического управления, а член коллегии А.К.Матвеев — на разведочные работы в Карагандинский угольный бассейн. Заместители министра С.В.Горюнов и Я.Я.Данильченко, а также являвшийся членом коллегии и начальником управления минеральных ресурсов автор этих строк — были выведены из состава коллегии, сняты со своих должностей, но оставлены в Москве «в помощь» новому начальству Министер-

* Названы все их имена и рассказано об их трудной судьбе в вышедшем сборнике «Репрессированные геологи» (ВСЕГЕИ, 1995).

ства для выработки мер «по устранению их последствий...».

Последовавшие 1950, 1951 и 1952 гг. были для отечественной геологии нелегкими. Конечно, геологоразведочные работы в стране продолжали развиваться. Однако мириться с надуманными и злостными обвинениями многих выдающихся представителей отечественной геологической науки и геологоразведочной практики было, конечно, невозможно. Дополнительными расследованиями «дела геологов», проводившимися в эти годы по решительному настоянию геологической общественности, в частности, благодаря энергичным и смелым действиям П.Я.Антропова (с 1953 г. новый министр геологии), было установлено, что все обвинения во «вредительстве», в «сокрытии минеральных богатств» и прочих «преступлениях» являются злостным вымыслом бессовестных нечестных людей, пожелавших выслужиться перед режимом власти того времени. В период до 1954 г. все респрессированные в 1949 г. геологи были полностью реабилитированы, с них были сняты все обвинения. Большинство из них, к счастью, смогло возвратиться на места своей прежней работы. Однако И.Ф.Григорьев, В.К.Котульский, Л.И.Шиманский, Я.С.Эдельштейн и другие были реабилитированы уже посмертно.

В 1953 г. Министерство геологии было преобразовано в Министерство геологии и охраны недр, а в 1957 г. — в союзно-республиканское министерство с образованием в наиболее крупных и богатых минеральными ресурсами республиках, в том числе в Российской Федерации, на Украине, в Казахстане и Узбекистане республиканских министерств геологии. При этом впервые в истории отечественной геологической службы все геологоразведочные работы, выполнявшиеся на территории страны, в том числе геологическими службами отраслевых добывающих министерств (кроме собственно эксплуатационной разведки), были переданы в Министерство геологии. Такое объединение геологоразведочных работ в одной системе позволило не только устранить допущавшийся параллелизм в работах геологических учреждений разных министерств и ведомств, но и значительно повысить эффективность многих из проводившихся разведочных работ. Формирование геологической службы не по ведомственной принадлежности, а по территориальному принципу под координирующим и научно-методическим руководством квалифицированного государственного центра (геологического министерства, комитета — дело не в названии), содействовало всестороннему и комплексному изучению недр страны в целом и, что особенно важно, комплексному исследованию перспектив каждого региона и района с их разнообразной спецификой геологического строения.

Вместе с тем проблемы объединения гео-

логоразведочных работ в одной системе приводили к бурным дискуссиям и ожесточенным спорам. Многие специалисты были противниками такого объединения и небезосновательно считали, что отрывать разведку конкретного месторождения (особенно детальную) от всего процесса промышленного освоения и его последующей эксплуатации недопустимо. Объективности ради надо признать, что при передаче ряда геологоразведочных трестов, экспедиций и геологических партий из отраслевых горнодобывающих министерств в систему Министерства геологии действительно было допущено изрядное число просчетов и ошибок.

Наибольшая тяжесть трудного переломного времени, пришедшегося на 1953—1957 гг., легла на плечи П.Я.Антропова, В.И.Кузьменко, В.И.Смирнова, Е.Т.Шаталова, В.И.Красникова, И.С.Бурдюгова, Н.М.Силуянова, С.А.Ершова, В.В.Соловьева. Был в 1953 г. восстановлен в коллегии Министерства геологии и автор этих строк.

Большую роль в дальнейшем развитии государственной геологической службы, кроме названных лиц, сыграли А.В.Сидоренко, М.А.Евсеев, В.И.Игнатовский, Н.П.Лавров, В.А.Перваго, А.Д.Щеглов, Н.А.Беляевский, Г.И.Горбунов, Н.А.Калинин, В.В.Семенович, В.В.Федынский, В.А.Ярмолюк, И.К.Минеев, А.А.Ямнов и др., а в Российской Федерации — С.В.Горюнов, Б.М.Зубарев, Б.М.Косов, К.С.Филатов и др. На последующих этапах развития геологической службы, когда геологоразведочные работы превратились уже в одну из важнейших и базовых отраслей экономики страны, деятельностью Министерства руководили Е.А.Козловский, Б.М.Зубарев, А.Д.Щеглов, Ю.Г.Эрвье, Ф.К.Салманов, В.М.Волков, И.Д.Ворона, В.Ф.Рогов, Р.А.Сумбатов, В.А.Перваго, А.И.Кривцов, В.Ф.Логинов, Л.И.Ровнин, А.А.Рясной, А.М.Быбочкин, В.В.Попов, К.Д.Беляев и другие опытные и энергичные специалисты.

С распадом в 1991 г. СССР было расформировано и союзно-республиканское геологическое министерство.

За четыре с половиной десятилетия деятельности Министерства геологии (1946—1991) в стране было открыто и разведано большое число новых и крупных месторождений разнообразных полезных ископаемых, во много раз увеличились разведанные запасы всех важнейших видов минерального сырья, особенно природного газа, нефти, энергетических и коксующихся углей, железной, марганцевой и хромовой руды, бокситов и других видов алюминиевого сырья, руд, меди, никеля, цинка, свинца, олова, вольфрама, молибдена, ртути, сурьмы, многих редких металлов и редкоземельных элементов, урана, золота, серебра, платины, минеральных удобрений для сельского хозяйства, асбеста, слюды, горного хрусталя, алмазов, цветных и поделочных камней,

	1940	1945	1950	1960	1970	1980	1985	1988	1990
Добыча угля, млн. т	166	149	261	509	624	716	726	772	703
Добыча нефти, млн. т	31,1	19,4	37,9	148	353	603	595	624	570
Добыча газа, млрд. м ³	3,2	3,3	5,7	45,3	198	435	643	770	815
Добыча железной руды, млн. т	29,9	2,6	39,6	105,9	196	245	248	250	236
Выплавка стали, млн. т	18,3	12,3	27,3	65,3	116	148	155	163	154
Производство минеральных удобрений, в пересчете на 100 % питательных веществ, млн. т	0,7	0,3	1,3	3,3	13,1	24,8	33,2	37,1	31,7
Производство цемента, млн. т	5,7	1,8	10,2	45,5	95,2	125	131	139	137
Примечание. Приведены данные: 1) довоенного 1940 г. — для сравнения; 2) 1988 г. — как наивысшие (кроме газа).									

серы, цементного, керамического, стекольного сырья и других видов строительных материалов, многих других полезных ископаемых, а также ресурсы подземных вод — лечебных, питьевых, технических. Минерально-сырьевая база страны стала одной из самых мощных и надежных в сравнении с минерально-сырьевыми источниками других стран мира. О мощности минерально-сырьевого потенциала бывшего СССР, в первую очередь, входивших в его состав Российской Федерации, Украины, Белоруссии, Казахстана, республик Средней Азии и Кавказа, а также о надежности разведанных в их недрах запасов свидетельствуют следующие данные динамики добычи и производства сырьевых материалов из открытых и разведанных геологами месторождений (таблица).

Только при устойчивой минерально-сырьевой базе могли быть достигнуты столь высокие уровни добычи и производства и столь ускоренный их рост. Столь же высок был рост добычи рудного сырья для цветной металлургии, а также производства цветных, легирующих и редких металлов, особенно важных для технического прогресса.

До 1991 г. все минеральные ресурсы недр, независимо от границ республик, краев и областей, составляли единый минерально-сырьевой комплекс страны, что создавало большие преимущества в долгосрочном обеспечении экономики минеральным сырьем как государства в целом, так и входящих в его состав субъектов. Кроме того, топливные и рудные минерально-сырьевые материалы занимали значительное место в экспорте страны и обеспечивали наибольшую долю валютных поступлений.

С распадом СССР даже самая богатая минеральным сырьем Российская Федерация испытывает затруднения с обеспечением ее промышленности таким важным рудным сырьем, как марганец и хром, а также, в значительной степени природными запасами свинцовых руд, вольфрама, молибдена, ртути, сурьмы, урана.

В последнее время проведение геологоразведочных работ сталкивается с большими и непрерывно возрастающими трудностями, объективно обусловленными негативными природными факторами. Повсеместно увеличиваются глубины поисков и разведки;

подавляющую часть поисков новых месторождений приходится вести в «закрытых» районах, где месторождения глубокого залегания перекрыты мощными толщами более молодых отложений; резко уменьшается вероятность открытия новых крупных месторождений; все в большей степени приходится ориентироваться на открытие и разведку месторождений небольших, с рядовыми или даже с бедными рудами; с течением времени, особенно в условиях Российской Федерации, геологоразведочные работы все больше и больше перемещаются в новые, нередко крайне труднодоступные, суровые и совсем еще необжитые северные и северо-восточные районы. В то же время в промышленно освоенных районах с проведением дополнительных разведочных работ обостряются экологические проблемы.

Все перечисленные факторы неизбежно вызывают потребность в дополнительных технических средствах, значительном увеличении денежных затрат и, главное, в активной помощи геологической науке. К сожалению, и научно-исследовательские институты, да и сами производственные геологоразведочные организации оказались в настоящее время в трудном положении, обусловленном преимущественно крайне ограниченным финансированием.

Между тем длительная эксплуатация месторождений в главных добывающих районах (Кольский полуостров и Карелия, Северный Кавказ, Урал, нефтеносные провинции Поволжья и Западной Сибири и др.) при происходящем в последние годы сокращении геологоразведочных работ ведет к опасному снижению обеспеченности горных предприятий таких районов разведанными запасами. В крайне недостаточных размерах ведется доразведка дополнительных запасов и на эксплуатируемых месторождениях, осуществляемая промысловой и рудничной геологической службой добывающих предприятий. Состояние обеспеченности подготовленными к выемке запасами на действующих рудниках, шахтах, карьерах и промыслах снижается. Ввод в промышленное освоение новых, ранее разведанных месторождений почти прекращен.

Учитывая большую инерционность горнодобывающей промышленности и геологоразведочных работ (особенно глубокого разведе-

данного бурения на нефть и газ), указанные негативные процессы без осуществления необходимых и срочных мер могут принять необратимый характер и вызвать тяжелые последствия.

Как ни велика и значительна минерально-сырьевая база России, для восполнения ежегодно добываемых из недр запасов требуется их компенсация отысканием новых месторождений. Укрепление сырьевой базы в количественном и качественном отношении — важнейшее условие стабильности экономики Российской Федерации (как и ряда других стран Содружества). В этой связи особое значение приобретает Федеральная геологическая служба, поддерживаемая государством на необходимом уровне, направляющая и координирующая геологоразведочные работы в интересах экономики страны (как это имеет место в США, Канаде, Австралии, Китае, Германии и ряде других стран). Ослабление централизованного государственного регулирования и контроля в сфере выявления и использования невозобновляемых минеральных ресурсов недр, горного производства и геологоразведочных работ может привести к утрате возможности ориентировать их развитие в нуж-

ном, наиболее актуальном для экономики государства направлении.

Почти полустолетний опыт деятельности Министерства геологии с его сильными региональными подразделениями и мощными научно-исследовательскими центрами, образовавшими систему государственной геологической службы, главными функциями которого являлись регулирование и координация проводившихся в стране геологоразведочных работ, осуществление квалифицированного методического руководства этими работами, обобщение результатов работ по регионам и в стране в целом, — не следует забывать. Этот опыт, накопленный на долгом и тернистом пути отечественной геологии многими тысячами специалистов и ученых, весьма важен для начавшихся процессов интеграции стран — членов СНГ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. 50 лет Советской геологии. — М.: Недра, 1968.
2. Жариков В.А. и др. Состояние и перспективы минерально-сырьевой базы России // Вестник РАН. Т. 63. № 11. 1993.
3. Мирлин Г.А., Пельмский Г.А. Минерально-сырьевой потенциал России после распада СССР // Вестник МГУ. Сер. Экономика. № 3. 1995.
4. Репрессированные геологи. Биографические материалы. — С.-Пб. ВСЕГЕИ, 1995.

Металлогения и минерагения

УДК 553.065:553.2

© А.И.Кривцов, 1996

Распределение масс и содержаний металлов в гидротермальных рудообразующих системах

А.И.КРИВЦОВ (ЦИНГРИ)

К продуктам гидротермальных рудообразующих систем (ГРС) принадлежат месторождения многих металлов, сформированные в весьма разнообразных обстановках и условиях — от субмаринных (океаническое дно) до континентальных (над- и околоинтрузивные зоны). Независимо от условий функционирования, во всех ГРС в качестве транспортирующих агентов (Т) рассматриваются флюиды (растворы), поступающие из источников (В) и переносящие заимствованное в них рудное вещество в зоны рудоотложения (рудные тела Р).

В классической ортогенетической концепции ГРС (магматогенно-гидротермальной) принимается, что все массы растворов и рудного вещества (металлов) выводятся непосредственно из тех или иных магматических тел — материнских интрузий. Приложимость данной концепции к реальным объектам ограничивается низкой растворимостью флюидов в силикатных расплавах

(первые проценты, максимум 5—7 %; [1]). Второе ограничение вытекает из малой растворимости рудного вещества (в любых соединениях) в магматогенных флюидах, что следует из многих физико-химических построений, экспериментальных работ и результатов изучения современных геотермальных систем. Указанные ограничения отвечают проблеме дефицита масс растворителя в ортогенетической модели ГРС. «Барьер дефицитности» иногда преодолевается допущениями весьма значительных (гигантских) размеров и масс материнских интрузивов, что однако не подтверждается геофизическими исследованиями многих месторождений. В некоторых работах материнские интрузивы рассматриваются как флюидопроводники, выводящие рудоносные растворы из глубинных зон, что противоречит базовым постулатам ортогенетической концепции, поскольку при таких подходах меняются представления о природе источни-

ков, а их возможные размеры теряют разумные ограничения. Ортогенетические модели весьма детально исследованы в отношении количественных характеристик растворов и физико-химических равновесий при минералообразовании, т.е. преимущественно в областях рудоотложения. При этом, как правило, априори принимается достаточное флюидобеспечение ГРС.

Альтернативные генетические построения основаны на двухфлюидной модели ГРС, в которой в качестве транспортирующих агентов выступают как магматогенные, так и активизированные метеорные воды, вовлекаемые в околоинтрузивные конвективно-рециклинговые потоки. Конвективно-рециклинговая модель ГРС, вначале разработанная применительно к субмаринному сульфидонакоплению (колчеданообразованию) и меднопорфировым месторождениям, в дальнейшем стала привлекаться и для объяснения генезиса жильных месторождений благородных и цветных металлов.

Конвективно-рециклинговая модель ГРС, описанная в работах М.Соломона, Е.Спунера, Л.Кэтлеса, А.И.Кривцова, У.Файфа и других исследователей, получила дальнейшее развитие на основе итогов изучения современных геотермальных систем, для которых комплексом исследований (включая методы радиоизотопных меток) доказаны метеорная природа вод и их многократное обращение в зонах воздействия тепловых источников [2].

Дальнейшие исследования по созданию и развитию моделей ГРС требуют получения их количественных характеристик, в первую очередь, на основе анализа распределения масс и содержаний между различными элементами таких систем. В некоторых наших работах отмечалось, что антропогенные (техногенные) системы концентрирования рудного вещества так или иначе воспроизводят природные процессы рудонакопления и отличаются лишь тем, что технологии обогащения и переработки руд реализуются в области более высоких содержаний металлов. Это позволяет использовать для анализа баланса масс и содержаний в ГРС расчетные приемы, близкие к применяемым в сфере обогащения руд и концентрирования металлов [2, 3].

Рудные тела представляют собой конечные продукты функционирования ГРС, концентрирующие в себе часть рудного вещества, вынесенного транспортирующими агентами из источников. Соответственно количественные характеристики ГРС в части баланса масс и содержаний могут быть получены через анализ их распределения между сопряженными парами элементов таких систем: источник В — транспортирующие агенты Т, Т — рудные тела Р или месторождения и Р—Т.

Распределение масс и содержаний между В и Т оценивается через отношение выне-

сенного растворами металла ($Q_T = M_T C_T$) к его исходным запасам в источнике ($Q_B = M_B C_B$), что отвечает показателю металлоотдачи источника a в транспортирующие агенты:

$$a = M_T / M_B \times C_T / C_B. \quad (1)$$

Применительно к ортогенетическим моделям ГРС отношение масс в выражении (1) отвечает массовой доле флюида в источнике (растворимости в материнском расплаве). Выше уже отмечались возможные диапазоны значений этого показателя, в общем случае вряд ли достигающего 10 %. Металлоотдача источника заведомо меньше единицы, поскольку в любых материнских интрузивах после рудообразования сохраняются те или иные остаточные запасы металла.

Отношения содержаний отвечают коэффициенту распределения металла между флюидной и силикатной составляющими материнских расплавов. Такое распределение молибдена и меди в молибден-меднопорфировых магматогенно-гидротермальных системах проанализировано в работе [4]. Этими исследователями, в частности, показано, что металлы, изначально содержащиеся в материнских магматических телах, в процессе их эволюции распределяются между флюидной, расплавной и кристаллической фазами. При этом извлечение молибдена и меди в раствор увеличивается с ростом флюидонасыщенности расплава.

Судя по данным упомянутых исследований, геохимическим характеристикам материнских тел, результатам изучения флюидных включений, отношения содержаний металлов в транспортирующих агентах и источниках могут меняться в весьма широких пределах — от разбавленных до высококонцентрированных остаточных растворов — рассолов. Достоверные данные о тенденциях изменения отношения содержаний в процессе функционирования ГРС отсутствуют, что допускает многовариантные построения.

Уравнение (1) отражает гиперболическую зависимость между используемыми переменными, связанными определенными значениями показателя a . Указанные выше предельные значения M_T / M_B и a в выражении (1) ограничивают возможный диапазон отношений C_T / C_B . Следует подчеркнуть, что последние могут возрастать не только за счет увеличения концентраций металла в растворе, но и за счет их убыли в источнике, так что более высокие значения отношений не могут считаться показателем большей металлоносности растворов.

Выведение флюидов из источника отражается в уменьшении отношения M_T / M_B . При этом M_B может считаться постоянной на всех стадиях развития ГРС в силу весьма значительных масштабов материнских магматических тел. Металлоотдача a в процессе функционирования ГРС, как следует из ми-

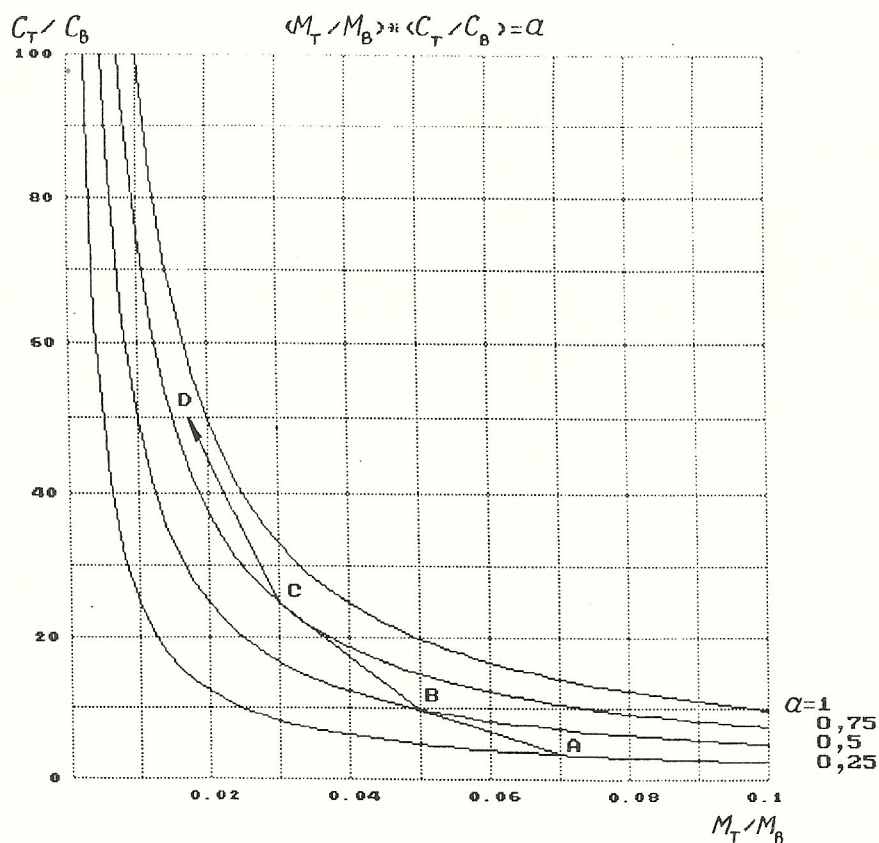


Рис. 1. Зависимости насыщенности флюидов рудным веществом C_T/C_B и их массовой доли в источнике M_T/M_B при различных значениях коэффициента металлоотдачи источника α

нералогических исследований руд, должна возрастать от ранних к поздним стадиям (продуктивные минеральные ассоциации) и убывать к завершающим стадиям рудоотложения (постпродуктивные минеральные ассоциации).

Флюидоотдача источника (уменьшение M_T/M_B) при росте его металлоотдачи (рис.1) должна сопровождаться увеличением отношения содержаний металла (например, по произвольно выбранной ломаной линии ABCD).

Геологическим подтверждением этого положения служит то обстоятельство, что во многих жилах отложение основной массы рудных минералов приходится на средние и поздние стадии; соответствующие минеральные агрегаты занимают обычно внутренние части жильного выполнения, тогда как у стенок трещин располагаются нерудные минералы с рассеянной вкрапленностью рудных.

Из рис.1 следует, что поздние порции флюидов обладают минимальными массами, чему должны отвечать весьма высокие значения отношения содержаний. Вопрос о том, достаточна ли масса таких обогащенных флюидов для возникновения соответствующих рудных тел по ортогенетической модели ГРС, требует особого рассмотрения.

Кроме α — металлоотдачи источников в

растворы, для характеристики ГРС целесообразна оценка металлоотдачи растворов в рудные тела ($b = Q_p/Q_T$) и общей продуктивности ГРС ($p = Q_p/Q_b$; $p = ab$).

Конкретные значения этих показателей ортогенетической ГРС могут быть рассмотрены на основе работы [5], в которой анализируется накопление вольфрама в процессе формирования грейзенового месторождения Акчатау в Казахстане (табл. 1). Металлоотдача источника в раствор a при принятых исходных показателях равна флюидоотдаче и составляет 5 %. Доля металла, отложившегося в рудных телах b , составляет 2 % его запасов в транспортирующих агентах. Продуктивность ГРС p оценивается лишь в 0,1 %.

Данные авторы отмечают, что в условиях Акчатау имело место интенсивное рассеивание металла растворами в околорудном пространстве, а рудонакопление реализовывалось на весьма локальных участках, с чем, вероятно, можно связать низкую эффективность ГРС в части накопления промышленных содержаний вольфрама. Вместе с тем, все приведенные выше показатели прямо зависят от массы (размеров) источника, объем которого принят равным 1500 км³ (?!). Уменьшение M_T на порядок приводит к соответствующему увеличению металлоотдачи растворов (до 20 %) и источника (до

Показатель	Элементы ГРС		
	Источник В	Растворы Т	Руда Р
Масса, т	$M_B = 4 \cdot 10^{12}$	$M_T = 2 \cdot 10^{11}$	$M_P = 1 \cdot 10^7$
Содержания металла	$M_T:M_B = 1:20$	$M_P:M_T = 1:2000$	$M_P:M_B = 1:4 \cdot 10^5$
	$C_B = 5 \cdot 10^{-6}$	$C_T = 5 \cdot 10^{-6}$	$C_P = 2 \cdot 10^{-3}$
Запасы металла, т	$C_T:C_B = 1:1$	$C_P:C_T = 400:1$	$C_P:C_B = 400:1$
	$Q_B = 2 \cdot 10^7$	$Q_T = 1 \cdot 10^6$	$Q_P = 2 \cdot 10^4$
	$Q_T/Q_B = 0,05$ (a)	$Q_P/Q_T = 0,02$ (b)	$Q_P/Q_B = 0,001$ (p)

1%), что представляется более близким к показателям реальных ГРС.

Конвективно-рециклинговая модель ГРС, альтернативная ортогенетической, как уже отмечалось, не имеет жестких ограничений по массе транспортирующих агентов. Интегральный объем последних, определяемый числом обменов вод в ГРС, зависит от длительности энергообеспечения, что является главным фактором рудонакопления.

Масса вод, одновременно находящихся в области питания (в источнике), лимитируется в первую очередь ее проницаемостью, которая может быть выражена через отношение занятого объемами объема V_T к объему вмещающего их источника V_B , т.е. $k = V_T/V_B$. Интегральный объем вод в ГРС оценивается через число их обменов в системе ($W = n V_T = n k V_B$). При переходе от масс к объемам выражение (1) преобразовывается в форму

$$a = nk \frac{d_T C_T}{d_B C_B}, \quad (2)$$

где d_B и d_T — плотность источника и растворов соответственно. Приняв $d_T = 1$, $d_B = 2,5$, получаем

$$a = 0,4 nk \frac{C_T}{C_B}. \quad (3)$$

Проницаемость конвективно-рециклинговых систем оценивается в тысячные доли (до 0,01), а число обменов — от $m \cdot 10^3$ до $m \cdot 10^4$. Соответственно значения kn могут находиться в диапазоне от 1 до 100. Поскольку a заведомо меньше единицы, равенство в выражениях (2) и (3) может достигаться при весьма малых отношениях C_T/C_B , что и допускается в расчетно-аналитических исследованиях конвективно-рециклинговых ГРС — низкие содержания металлов в многократно обменивающихся водах.

Проницаемость рассматриваемых систем, как показано во многих работах, связана с весьма высокой трещиноватостью интрузивнадынтрузивных зон, что обусловлено как формированием магматогенных (сининтрузивных) поднятий и разрывов, так и явлениями контракции магматических тел при их кристаллизации. Сокращение объемов магматических расплавов может достигать 10 %, что компенсируется развитием штокверковых зон трещиноватости в верхних

частях интрузивов и в породах их рамы. В.С.Звездовым (1984), в частности, выявлено центростремительное развитие трещиноватости на ранних и средних стадиях формирования меднопорфировых месторождений и центростремительное — на поздних.

Длительность трещинообразования, сопровождающего весь период функционирования ГРС, определяет возможности перемещения вод разновременных обменов по новым путям как в магматитах, так и в породах их рамы, что обеспечивает вынос вещества из разных частей источников.

Гиперболическая зависимость между переменными уравнения (3) отражена на рис.2, из которого следует относительно интенсивное обеднение растворов рудным веществом при увеличении числа обменов вод (нарастании их интегральной массы). Из графика следует, что с развитием ГРС по рассматриваемой модели увеличение интегральной массы вод сопровождается уменьшением концентраций металла в поздних порциях растворов. Такие обедненные рудным веществом, но обладающие значительной агрессивностью растворы при поступлении в зоны ранее накопившихся руд могут вовлекать их в перетолжение с перемещением на другие гипсометрические уровни системы, что требует особого рассмотрения.

Ортогенетическая и конвективно-рециклинговая модели ГРС принципиально различаются по тенденциям флюидообеспечения. В первом случае развитие ГРС сопровождается уменьшением флюидообеспечения с соответствующим ростом относительных концентраций ($C_0 = C_T/C_B$). Во второй модели нарастание интегральной массы флюидов сочетается с убылью относительных концентраций ($C_k = C'_T/C'_B$). Используя выражения (1) и (3), можно сравнить сопоставляемые модели при условии равной металлоотдачи источников в растворы. Для первой модели $a = v C_0$ (где v — флюидоотдача источника), а для второй $a = 0,4 k n C_k$ (см. выше). Соответственно для случая равной металлоотдачи различных моделей ГРС справедливо выражение

$$C_0/C_k = 0,4nk/v. \quad (4)$$

Если допустить для обеих моделей равенство содержаний металлов в источниках, то ортогенетические системы должны обладать существенно большей металлоносностью растворов по сравнению с рециклинговыми.

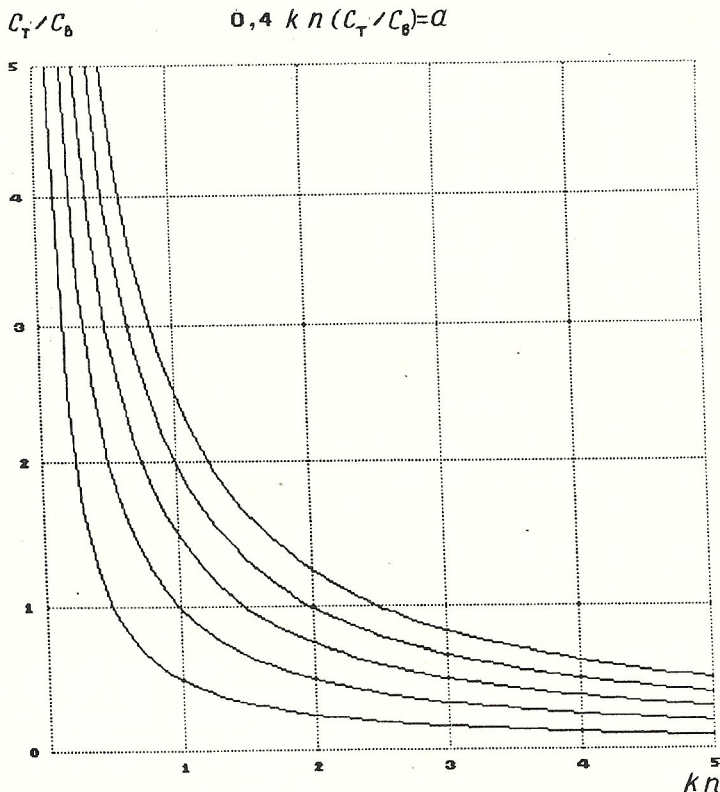


Рис. 2. Зависимость водообеспечения kn конвективно-рециклинговой ГРС и отношения содержаний в растворах и источнике C_T/C_B при различных значениях коэффициента металлоотдачи источника a

Таким образом, ортогенетическая и конвективно-рециклинговая модели ГРС принципиально различаются по флюидообеспечению и распределению содержаний. Если в первом случае развитие ГРС сопровождается убылью транспортирующих агентов и ростом в них содержаний металлов, то во второй модели при увеличении интегральной массы флюидов имеет место уменьшение концентраций в них металла.

Металлоотдача b транспортирующих агентов в рудные тела оценивается из зависимости

$$b = \frac{M_p C_p}{M_T C_T} \quad (5)$$

Поскольку в ортогенетических ГРС масса транспортирующих агентов M_T определяется через флюидоотдачу W источника массой M_B ($M_T = v M_B$), выражение (5) может быть преобразовано в форму

$$bv = \frac{M_p C_p}{M_B C_T} \quad (6)$$

Вследствие рассеивания части переносимого металла за пределами рудных тел, показатель b , увеличивающийся в процессе развития ГРС, не достигает единицы. Флюидоотдача ортогенетических ГРС не превышает, как показано выше, первых процентов и убывает от ранних к поздним стадиям. Соответственно произведение bv не может превышать сотых долей единицы.

При постоянстве массы источника масса

руды возрастает в процессе развития ГРС, а отношения этих масс на всех отрезках рудонакопления составляют малые величины. Увеличение массы руды при уменьшении таковой растворов принципиально не меняет исходное значение их отношений. С другой стороны, содержания металла в руде заведомо превышают его концентрации в растворах. Изложенным определяются граничные значения показателей, учитываемых уравнениями (5) и (6).

В рециклинговых ГРС транспортировка рудного вещества обеспечивается интегральной массой вод, определяемой, как показано выше, через число их обменов в системе. Соответственно металлоотдача из растворов в рудные тела может быть оценена по выражению:

$$b' = kn \frac{M_p C_p}{M_B C_T} \quad (7)$$

Сравнение выражений (6) и (7) при одних и тех же значениях M_p , M_B и C_p позволяет определить отношение металлоотдачи растворов в руду по сравниваемым моделям ГРС

$$b'/b = knv. \quad (8)$$

Проблема соотношений в различных ГРС объемов пространства рудоотложения и рудоносных растворов пока недостаточно исследована. Априори допускается существование некоторого баланса между объемами зон рудоотложения и питающих их рудоносных растворов. Вместе с тем, вполне допу-

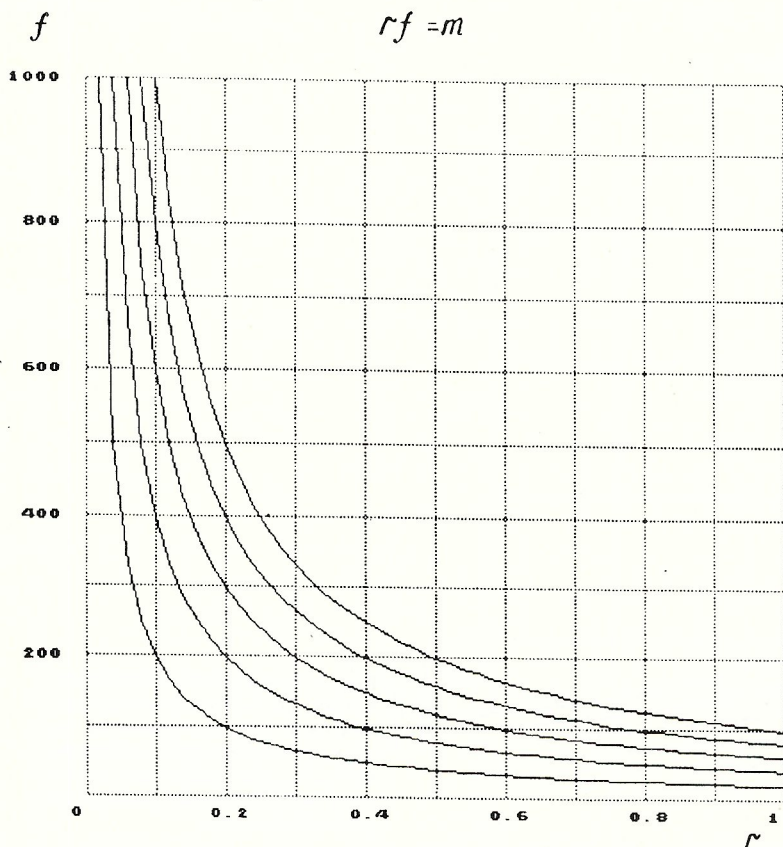


Рис. 3. Зависимости доли заполнения f в пористой среде рудным веществом и эквивалентного флюидообеспечения f в объемном выражении

стимулы два крайних варианта этих соотношений — недостаточность объемов флюидов для заполнения рудным веществом всех доступных полостей в зонах рудонакопления и обратный — избыточность объемов транспортирующих агентов.

Реальность первого варианта подтверждается наличием на некоторых месторождениях (в первую очередь, приповерхностных жильных) значительных по объемам полостей, не занятых рудным веществом (хотя это может быть объяснено и транзитным прохождением флюидов через трещинные структуры с разгрузкой за их пределами). Второму варианту могут отвечать те ситуации, когда дефицит пространства, возникший на определенных стадиях развития ГРС, впоследствии преодолевается механическим воздействием флюидных фаз на среду — возникновением взрывных (гидротермальных) брекчий при вскипании растворов, явлениями гидроразрыва, расширением ранее образованных и формированием новых штокверковых и линейных трещинных структур в интрузив-надвентуризованных зонах. Подобное структурное саморазвитие ГРС так или иначе обеспечивает баланс объемов среды рудоотложения и рудоносных растворов.

Синрудное трещинообразование, сопровождающееся как развитием ранее возникших полостей, так и формированием новых, имеет существенные металлогенические последствия. Изменения геометрии рудовмещающего пространства определяют возникновение рудных тел разных морфологиче-

ских типов при близости минерального состава. С другой стороны, изменения путей фильтрации растворов, сопряженные с трансформацией режимов их поступления, могут вызвать формирование руд нового состава, в т.ч. и за счет переотложения ранее накопившегося рудного вещества.

Функционирование ГРС предполагает, что рудное вещество постепенно (стадийно) заполняет пористое пространство с начальным объемом V_n . Рудонасыщенность пористой среды r на любом отрезке развития ГРС может быть охарактеризована отношением объемов ($r = V_p / V_n$, где V_p — объем отложенного рудного вещества). С другой стороны, накопление руды, объемом V_p , обеспечивается эквивалентным объемом растворов V_r . Отношение $V_r / V_p = f$ отвечает показателю флюидообеспечения соответствующего отрезка рудонакопления. Произведение показателей $rf = V_r / V_n$ позволяет оценить отношение объемов рудоносных растворов к исходному объему пористой среды на разных стадиях рудонакопления, характеризующихся соответствующими значениями r .

Гиперболическая зависимость $rf = m$ отражает баланс между пространством рудоотложения, рудоносными растворами и отлагающимися из них рудами (в относительном объемном выражении). Значение r в процессе рудоотложения возрастает от 0 до 1 (в пределе). Величина f может быть определена через баланс привнесенного и отложенного металла ($Q_p = Q_r$), из которого следует, что $f = C_p / C_r$. Отношения содержа-

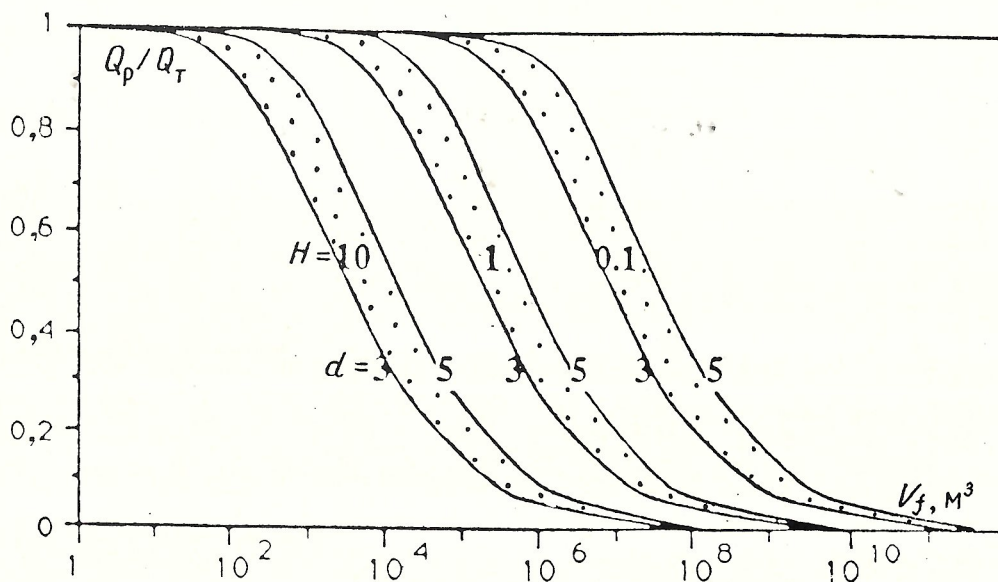


Рис. 4. Зависимость отношений массы отложенного сульфида свинца к его растворенной массе Q_p/Q_T и объемов рудоносных растворов V_f при различных мощностях трещин H (в мм) и глубине d (в км) [5]

ний в подсистеме руда — раствор, как показано выше, оценивается для различных ГРС в весьма широком диапазоне. На рис. 3 приведены некоторые частные случаи рассматриваемой зависимости при максимальном значении f , равном 1000.

Анализ соотношений объемов рудовмещающих трещин и рудоносных растворов дан в работе [5]. Этими исследователями рассмотрена модель восходящего турбулентного потока применительно к трещинам различной мощности, находящимся на разной глубине. Для принятых в работе физических характеристик флюида и среды показано, что скорость восходящего по вертикали потока U и ширина трещин H связаны зависимостью $U = 157H^{5/7}$.

Авторами оценена зависимость между долей отложенного в трещинах сульфида свинца от его массы в растворе и объема последнего (рис. 4), а также — степени заполнения трещин разной мощности кремнеземом от объема флюидов (рис. 5).

В цитируемой работе анализируются возможности формирования месторождений миссисипского типа по элизионно-катагенетической модели. Аналитические оценки авторов обосновывают достаточность исходного объема проницаемой среды для транспортировки и отложения рудного вещества необходимым для возникновения руд объемом флюидов.

В целом, проведенный анализ соотношений масс и содержаний в различных моделях ГРС и их элементов, а также соотношений объемов проницаемого пространства и рудоносных флюидов может быть использован для получения соответствующих количественных показателей конкретных месторождений и оценки приложимости к ним конкурирующих генетических моделей.

Работа выполнена при поддержке Международного научного фонда (ISF), грант J9J100.

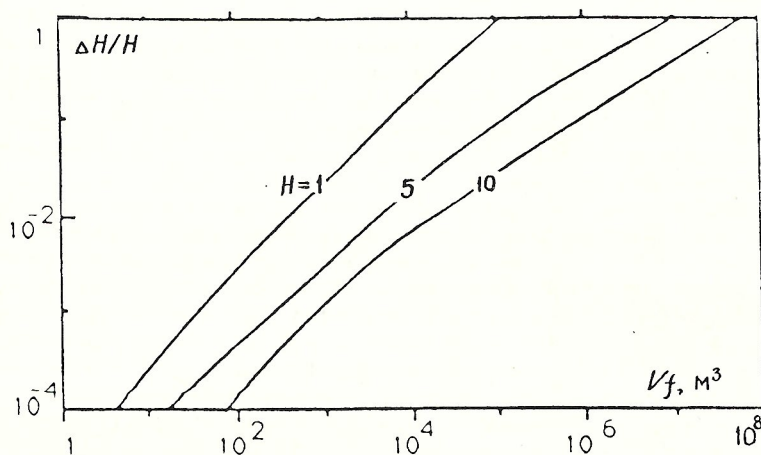


Рис. 5. Зависимость долей заполнения трещин $\Delta H/H$ кремнеземом и объемов растворов V_f при различной мощности полостей H (в мм) [5]

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Жариков В.А., Зарайский Г.П. Генезис грейзенового месторождения Акчатау (численное моделирование) // «Смирновский сборник-95». М., 1995. С. 29—91.
2. Кривцов А.И. Прикладная металлогения. — М.: Недра, 1989.
3. Кривцов А.И., Чижова И.А., Егорова И.В. Баланс масс и содержаний в магматогенных сульфидно-силькатных рудообразующих системах // Отечественная геология. 1996. № 1. С. 3—8.
4. Candela P.A., Holland H.D. A mass transfer model for copper and molybdenum in magmatic hydrothermal systems: the origin of porphyry-type ore deposits. Econ. Geology, 1986. Vol. 81. N 1. P. 1—20.
5. Deloule E., Turcotte D.L. The flow of hot brines in cracks and formation of ore deposits. Econ. Geology, 1989. Vol. 84. N 8. P. 2217—2226.

Рудные и нерудные месторождения

УДК 553.52

© А.П.Лихачев, 1996

К динамике становления талнахских рудоносных интрузий и связанных с ними платино-медно-никелевых месторождений

А.П.ЛИХАЧЕВ (ЦНИГРИ)

Для выяснения динамики становления талнахских рудоносных интрузий и связанных с ними платино-медно-никелевых месторождений применен микроструктурный анализ — оптический метод определения ориентировки зерен породообразующих минералов в прозрачных шлифах на столике Федорова. Использовались опубликованные в литературе данные по микроструктурному изучению ориентированных образцов [1, 4] и полученные нами результаты определения относительной ориентировки зерен минералов.

Относительная ориентировка зерен минералов определяется в обычных, неориентированных по странам света, шлифах путем измерения положения осей оптической индикатрисы кристалла по отношению к длинной стороне предметного стекла. Получаемые при этом результаты позволяют судить о наличии или отсутствии ориентировки зерен минералов в породе (горизонте) и степени их ориентированности. В ряде шлифов рудоносных дифференциатов (в основном пикритового габбролерита) можно определять положение горизонта, его верха и низа, на период становления интрузива по каплевидным выделениям сульфидов, дифференцированным на халькопиритовую часть вверх и пирротинтовую вниз.

Степень ориентированности зерен кумулятивных минералов (оливина, плагиоклаза и пироксена) отражает состояние магмы при становлении интрузии, указывая на наличие или отсутствие в ней течения, а также скорость и тип (характер) течения.

Характер течения магмы определяется числом Рейнольдса [2]:

$$Re = 2\rho Ql\eta,$$

где ρ — плотность магмы; Q — объемная скорость течения магмы; r — радиус канала; η — динамическая вязкость магмы.

При $Re < 2000$ течение магмы ламинарное, а при $Re > 2000$ — турбулентное. В случае полного отсутствия течения магмы зерна кристаллизующихся минералов и фенокристы оседают на дно магматической камеры удлиненной осью и уплощенными поверхностями, приобретая плоскостную ориентировку (рис. 1). Ламинарное течение магмы сопровождается линейно-плоскостной (при сравнительно небольших значениях Re) и преимущественно линейной (при высоких значениях Re) ориентировкой зерен. Турбулентное течение фиксируется по отсутствию ориентировки зерен минералов.

Для установления характера течения магмы талнахских рудоносных и нижнеталнахских безрудных интрузий, а также пикритовых базальтов использовались преимущественно зерна оливина (см. рис. 1), у которых ось N_m оптической индикатрисы совпадает с кристаллографической осью C , ось N_g перпендикулярна к первому (100), а ось N_p ко второму (010) пинакоидам.

Модели ориентировки зерен породообразующих минералов и накопления рудного вещества. Возможные варианты (модели) ориентировки зерен минералов в горизонтах интрузий норильского типа и накопления рудного вещества показаны на рис. 2.

1. При одноактном внедрении и ламинарном течении магмы с последующей ее кристаллизацией в практически неподвижном состоянии возникает линейная ориентировка зерен минералов в приконтактных частях интрузива — в верхнем и нижнем контактных горизонтах. В остальных частях разреза зерна кумулятивных минералов имеют плоскостную ориентировку. Сульфидное вещество концентрируется в придонной части интрузива с образованием сравнительно бедной вкрапленной минерализации.

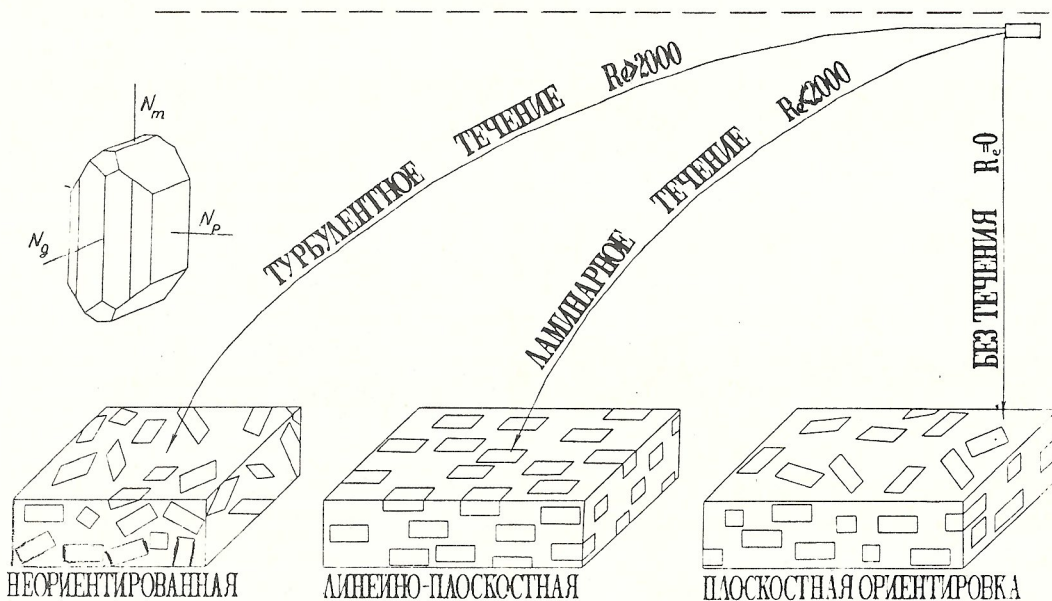


Рис. 1. Варианты отложения зерен кристаллизующихся минералов в магматическом объеме

II. В случае продольного ламинарного течения магмы в постинтрузивный период, проявляющегося в однонаправленном (с выходом на земную поверхность) или продольно-циркуляционном (с возвращением магмы в очаги питания [3, 5]) вариантах и продолжающегося до полного затвердевания интрузива, зерна минералов приобретают линейную ориентировку во всех горизонтах интрузии. Сульфиды скапливаются в нижней и предфронтальной частях интрузии, образуя вкрапленное оруденение по всей длине интрузива.

III. При прекращении течения магмы на стадии затвердевания адкумулятивных горизонтов зерна минералов эндоконтактовых частей интрузива и его кумулятивных слоев приобретают линейную ориентировку, в остальной части интрузии плоскостную. Сульфидная составляющая концентрируется в кумулятивных горизонтах и подстилающих породах, образуя вкрапленное оруденение.

IV. Турбулентное однонаправленное и продольно-циркуляционное течение магмы обуславливает неориентированное расположение зерен минералов. Сульфидное вещество тяготеет к нижним частям интрузива, формируя сравнительно бедную вкрапленную минерализацию.

V. Резкие изменения поперечного сечения магматического канала по его длине вызывают изменение течения магмы от ламинарного в расширенных частях интрузии до турбулентного в суженных. Сульфиды концентрируются в местах перехода от суженных к расширенным участкам с формированием крупных массивных залежей и вкрапленных руд в нижней части интрузива и подстилающих его породах.

VI. Чередование ламинарного течения с остановками в движении магмы обуславливает переслаивание горизонтов с линейной

и плоскостной ориентировками зерен минералов в разрезе интрузии. Сульфидное вещество скапливается в основном в нижних частях интрузии, образуя ритмичное вкрапленное оруденение.

VII. Смена ламинарного и турбулентного течений магмы во времени приводит к чередованию горизонтов с линейно ориентированными и неориентированными зернами минералов. Сульфиды формируют вкрапленную минерализацию в ориентированных слоях интрузии.

VIII. Апофизы интрузий характеризуются линейной ориентировкой зерен минералов и бедной вкрапленной сульфидной минерализацией.

IX. Каналы, соединяющие магматические камеры и выводящие магму на земную поверхность, отличаются неупорядоченным размещением зерен минералов, обусловленным турбулентным течением магмы и сравнительно бедной вкрапленной минерализацией.

X. Одноактное внедрение кашеобразной магмы (с большим количеством кристаллической фазы, подобным пикриту Нори́льского района) приводит к неупорядоченному расположению зерен в маломощных сечениях магматического тела, связанному с турбулентным течением, и к линейной ориентировке кристаллов в участках с большим сечением (мощностью) тела за счет ламинарного течения магматической массы. Сульфидное вещество проявляется в виде редкой вкрапленной минерализации в нижних частях интрузии при общей слабой дифференциации магматического тела в вертикальном разрезе.

Ориентировка зерен минералов и распределение рудного вещества в интрузиях Талнахского рудного поля. Определение ориентировки зерен минералов (в основном

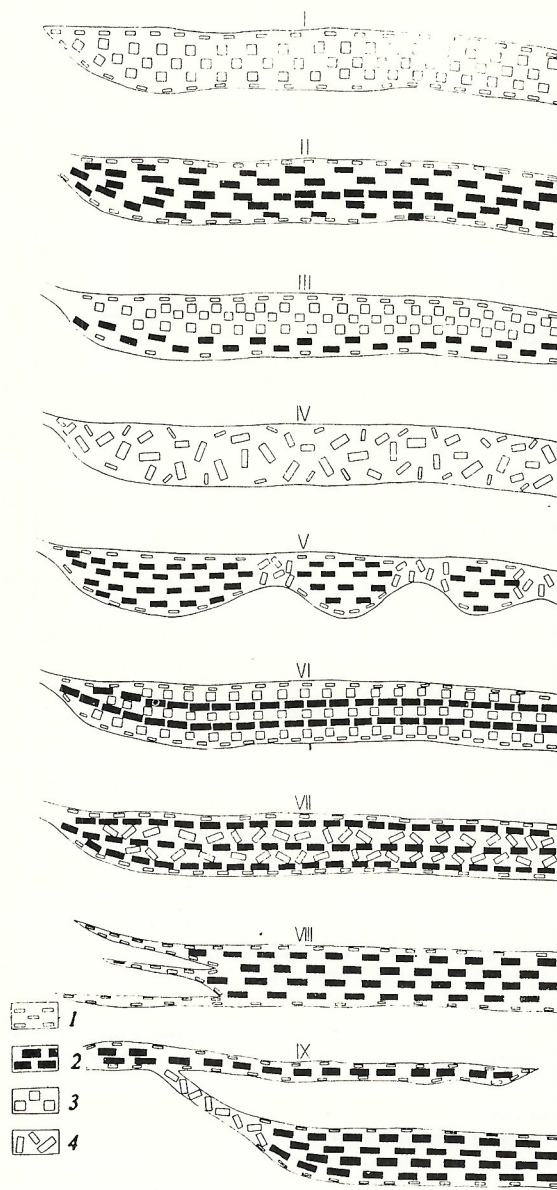


Рис. 2. Модельные варианты ориентировки зерен минералов в норильских интрузиях:

I — линейная ориентировка в эндоконтактных зонах интрузии; 2 — линейная во внутренней части интрузии; 3 — плоскостная; 4 — неориентированное расположение; I—IX — модельные варианты становления интрузий и накопления рудного вещества: I — однонаправленное внедрение магмы: линейная ориентировка зерен породообразующих минералов в эндоконтактных частях интрузива, плоскостная — в остальной части; накопление сульфидов в нижнем эндоконтакте в основном в виде вкрапленной минерализации; II — ламинарное течение магмы в проточном или продольно-циркуляционном режимах до конца становления интрузии: линейная ориентировка зерен во всех горизонтах интрузива; накопление вкрапленных сульфидов в придонной части интрузии и наличие редких сульфидных выделений во всем разрезе интрузива; III — ламинарное течение магмы на стадии формирования кумулятивного горизонта и отсутствие ее течения в адкумулятивную стадию: линейная ориентировка зерен в кумулятивном и плоскостная в адкумулятивном горизонтах; накопление сульфидов в придонной части интрузива с образованием в основном вкрапленных руд; IV — турбулентное течение магмы: неупорядоченная ориентировка зерен во всех горизонтах интрузива; отсутствие существенных скоплений сульфидного вещества, редкая вкрапленная минерализация сульфидов по всему разрезу интрузива; V — продольное чередование участков с ламинарным и турбулентным течениями магмы: чередование интервалов с упорядоченными (линейно ориентированными) и неупорядоченными зернами; накопление сульфидов в местах перехода от суженных к расширенным участкам с образованием крупных залежей массивных и вкрапленных руд талнахского типа; VI — чередование ламинарного течения с остановками в движении магмы: переслаивание горизонтов с линейной и плоскостной ориентировками зерен; ритмичное распределение сульфидов в нижних частях интрузива с образованием преимущественно вкрапленных руд; VII — чередование во времени ламинарного и турбулентного течений магмы: переслаивание участков с линейной ориентировкой зерен с неориентированными; неравномерное распределение вкрапленных выделений сульфидов по разрезу интрузива с преимущественной приуроченностью их к ориентированным слоям; VIII — заполнение магмой краевых маломощных апофиз интрузии: линейная ориентировка зерен в ответвлениях с редкой сульфидной вкрапленностью в них; IX — ответвления — каналы, выводящие магму в более высокие горизонты и на земную поверхность: отсутствие ориентировки в ответвлениях — каналах, свидетельствующее о турбулентном течении магмы; редкая вкрапленная минерализация сульфидов в каналах

оливина в пикритовом габбродолерите) производилось в Талнахской, Хараелахской, Томулахской и Нижнеталнахской интрузиях (рис. 3—5).

Как видно из приведенных данных (рис. 5, б) по длине Талнахской интрузии чередуются интервалы, имеющие линейную ориентировку зерен минералов (см. рис. 6, в, г, ж, з), с интервалами, в которых ориентировка минералов отсутствует (см. рис. 6, а, б, д, и). К первым относятся расширенные, а ко вторым суженные участки интрузии. Согласно рассмотренным выше модельным ситуациям, отсутствие ориентировки зерен минералов в суженных участках свидетельствует о проявлении в них турбулентного течения магмы. Линейная же ориентировка зерен в расширенных участках указывает на ламинарное течение магмы. Промежутки между расширенными и суженными участками характеризуются промежуточной упорядоченностью ориентировки зерен минералов (см. рис. 6, е).

Рудное вещество интрузии приурочено в основном к местам перехода от суженных участков, к расширенным (см. рис. 5, [3, 5]).

В вертикальном разрезе пикритового горизонта в проанализированных скважинах не отмечается принципиальных изменений в ориентировке оливина: в суженных участках по всему разрезу отсутствует ориентировка зерен, а в расширенных наблюдается однотипная линейная ориентировка с проявлением незначительных флуктуаций в степени упорядоченности ориентировки зерен.

В ходе изучения шлифов юго-западной ветви Талнахской интрузии выяснилось, что зерна оливина в ней имеют линейную ориентировку при сравнительно небольшой площади поперечного сечения тела (см. рис. 3, 4), соответствующей суженным участкам основного интрузива, для которых характерно отсутствие ориентировки зерен минералов и соответственно турбулентное тече-

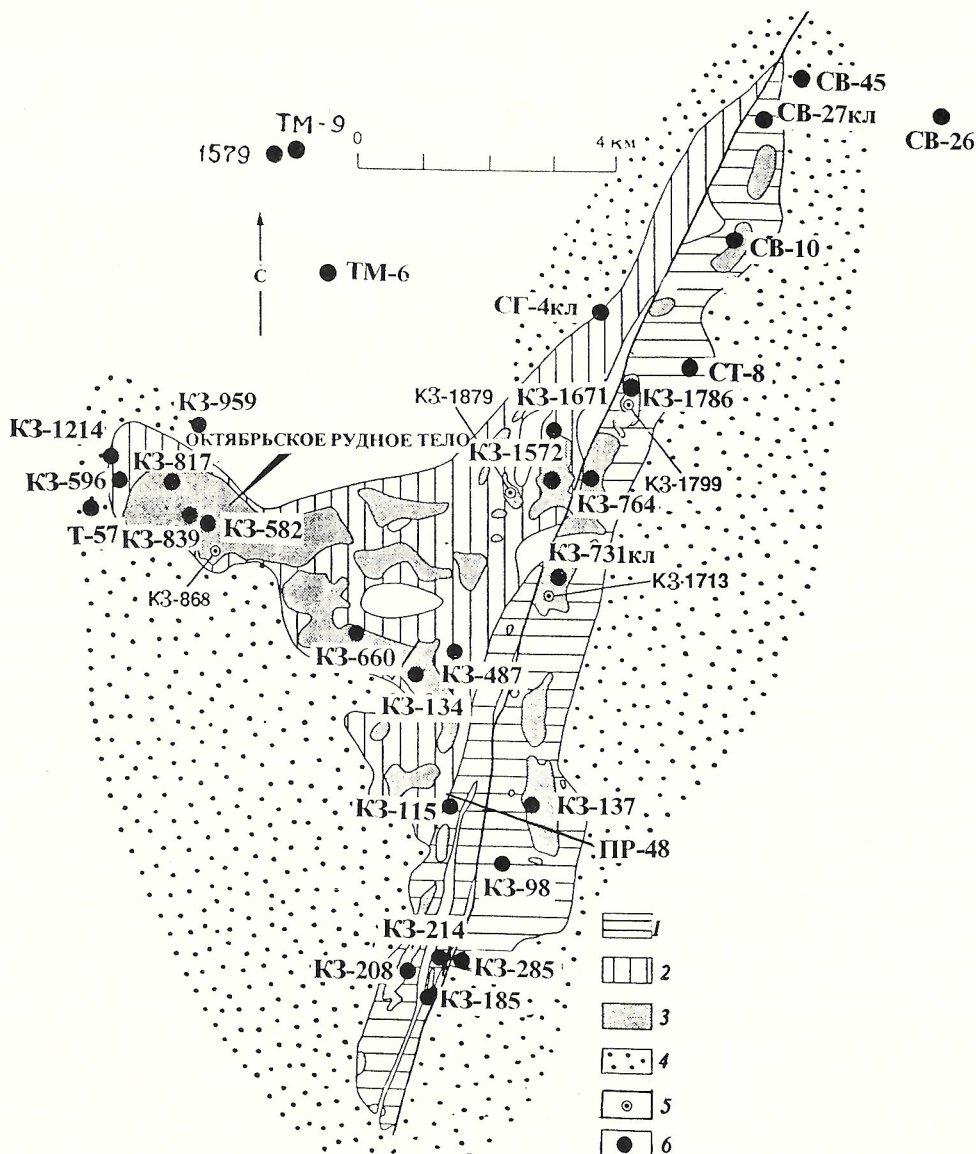


Рис. 3. План Талнахской и Хараелахской рудоносных интрузий:

1 — Талнахская интрузия; 2 — Хараелахская интрузия; 3 — массивные залежи сульфидных руд; 4 — периферическая часть рудоносных интрузий — силл лейкократового габбро; 5 — опорные скважины детальных геохимических исследований; 6 — скважины определения относительной ориентировки зерен минералов

ние магмы. Эти результаты показывают, что юго-западная ветвь является самостоятельным магматическим каналом (телом) с собственным гидродинамическим режимом течения магмы, накоплением рудного вещества и становлением интрузива. Сделанный вывод подтверждается геологическими данными, свидетельствующими об изолированности этого интрузивного массива (см. рис. 3, 4).

В Хараелахской интрузии (см. рис. 3) доминирует линейная ориентировка зерен минералов, указывающая на ламинарное течение магмы. Линейная ориентировка зерен минералов устанавливается и в относительно маломощных ответвлениях интрузии, что свидетельствует об отсутствии в них турбулентного течения. То есть данные

ответвления не могли служить каналами, выводящими магму к земной поверхности. В северной суженной части Хараелахской интрузии (см. рис. 3, скв. КЗ-1671) зерна оливина расположены беспорядочно. Это говорит о турбулентном течении магмы и наличии здесь подводящего магматического канала.

Томулахская интрузия представляет собой небольшое сульфидоносное тело, окруженное большим ореолом глубокометаморфизованных вмещающих пород (скв. 1579 и ТМ-9). Выполненные микроструктурные измерения показали отсутствие ориентировки зерен оливина в ее пикритовом горизонте.

Нижнеталнахский слабосульфидоносный интрузив в относительно маломощной части

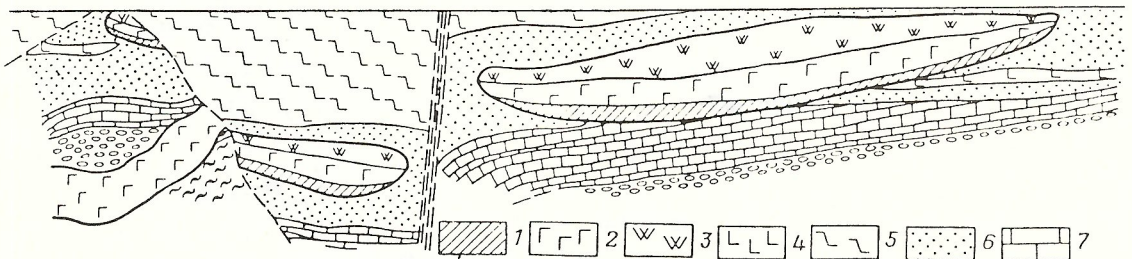


Рис. 4. Поперечный разрез Талнахской интрузии:

1 — рудоносные горизонты — контактовый, такситовый и пикритовый габбродолериты; безрудные дифференциаты: 2 — оливинный, оливинсодержащий и безоливинный габбродолериты, 3 — габбродиорит; 4 — силл лейкократового габбро; 5 — базальты; 6 — терригенные отложения тунгусской серии; 7 — девонские карбонатные отложения

(<50 м, скв. КЗ-134, см. рис. 3) характеризуется неупорядоченной ориентировкой зерен минералов, тогда как в более мощных частях (50—100 м, скв. СТ-8, СВ-26, СГ-4 кл, Ст-4, ТМ-6, Т-57, см. рис. 3) степень упорядоченности зерен увеличивается, приближаясь к линейной ориентировке.

Условия становления интрузий. Полученные данные по Талнахской интрузии соответствуют рассмотренному варианту V (см. рис. 2). Здесь чередуются суженные (с неупорядоченным расположением зерен минералов и турбулентным течением магмы) и расширенные (с линейной ориентировкой зерен минералов и ламинарным течением магмы) участки.

Интервалы перехода от суженных участков к расширенным, в которых изменяется скорость (уменьшается на один порядок [4])

и характер (от неупорядоченного турбулентного к упорядоченному ламинарному) течения магмы, являются местами наибольшей концентрации рудного вещества. На суженных участках (при турбулентном течении магмы) формируется только сравнительно бедная рудная минерализация и полностью отсутствуют массивные залежи сульфидных руд.

В вертикальном разрезе Талнахской интрузии отсутствуют признаки изменения течения магмы в ходе становления интрузии и имеются свидетельства о существовании течения на протяжении всего времени ее становления. Последнее обстоятельство подтверждает сделанное ранее заключение о том, что формирование Талнахской интрузии и связанных с ней платино-медно-никелевых руд происходило в магматическом

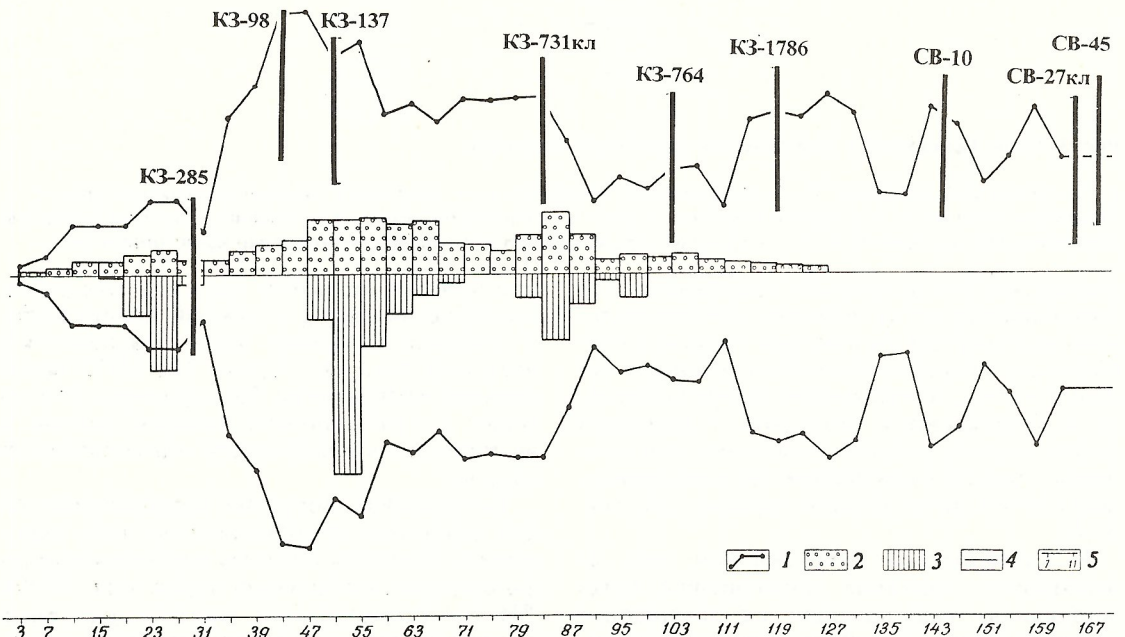


Рис. 5. Изменение площади поперечного сечения (диаметра) по длине Талнахского интрузива (в наиболее расширенной части диаметр около 500 м):

1 — контур интрузива; 2 — масса сульфидов, вкрапленных в интрузии руд; 3 — масса сульфидов сплошных руд; 4 — осевая линия интрузива; 5 — линии поперечных профилей бурения (интервал между линиями 400 м)

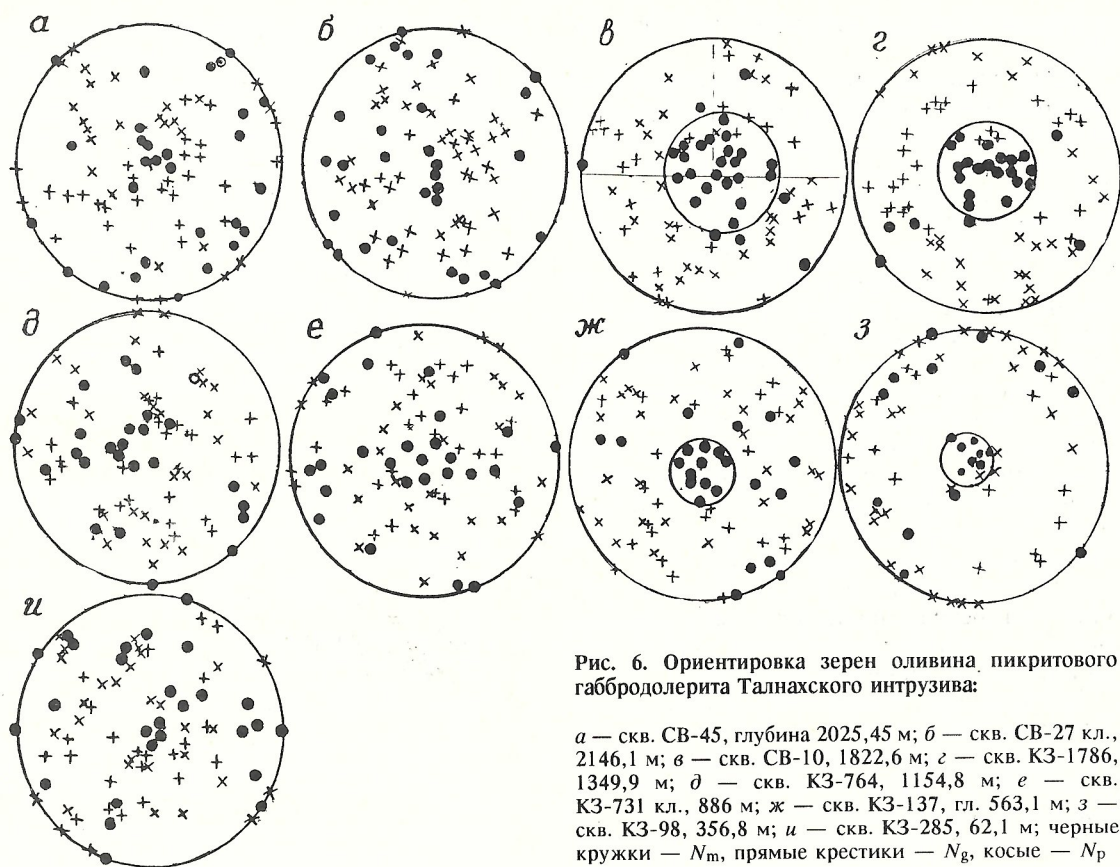


Рис. 6. Ориентировка зерен оливина пикритового габбродолерита Талнахского интрузива:

а — скв. СВ-45, глубина 2025,45 м; б — скв. СВ-27 кл., 2146,1 м; в — скв. СВ-10, 1822,6 м; г — скв. КЗ-1786, 1349,9 м; д — скв. КЗ-764, 1154,8 м; е — скв. КЗ-731 кл., 886 м; ж — скв. КЗ-137, гл. 563,1 м; з — скв. КЗ-98, 356,8 м; и — скв. КЗ-285, 62,1 м; черные кружки — N_m , прямые крестики — N_g , косые — N_p

потоке, осуществляемом в замкнутом продольно-циркуляционном режиме [3, 5].

Юго-западная ветвь Талнахской интрузии, характеризующаяся относительно небольшим поперечным сечением и линейной ориентировкой зерен минералов, является самостоятельным телом, питающимся через собственный магматический канал. При этом обеспечивались сравнительно равномерное распределение вкрапленного оруднения по всей длине интрузива и накопление рудного вещества до массивных залежей в предфронтальной части магматического тела (модельный вариант II).

В Хараелакской интрузии, как отмечалось, исследовались расширенные участки основного тела, ее сравнительно маломощные ответвления и северная суженная часть. Для расширенных участков тела характерна линейная ориентировка зерен минералов, свидетельствующая о ламинарном течении магмы. В ответвлениях интрузии также проявляются линейная ориентировка зерен минералов и ламинарное течение магмы. Эта ситуация соответствует варианту VIII (см. рис. 2), отражающему случай отсутствия выхода магмы на земную поверхность. Северная суженная часть интрузии, характеризующаяся неупорядоченной ориентировкой зерен оливина, отвечающей турбулентному течению, представляла собой входной канал, по которому поступала магма в камеру становления интрузии. Рудное вещество в Хараелакской интрузии, как и в

Талнахской, накапливалось преимущественно в местах перехода от суженных участков к расширенным.

Томулахская интрузия проявляет признаки проточного магматического канала, через который прошли значительные массы сульфидоносной магмы (модельный вариант IX).

В Нижнеталнахской интрузии, характеризующейся отсутствием ориентировки зерен в маломощных частях и умеренной их упорядоченностью в участках с увеличенной мощностью, имело место одноактное внедрение кашеобразной магматической массы без последующего ее течения. В результате сформировалось малодифференцированное тело со слабой вкрапленной сульфидной минерализацией (модельный вариант X).

В заключение можно сделать следующие выводы.

1. Относительная ориентировка зерен кумулятивных пороодообразующих минералов отражает динамику становления магматических тел и позволяет оценивать скорость и определять тип течения магмы.

2. В норильских интрузиях существовало как ламинарное, так и турбулентное течение магм без проявления признаков их выхода на земную поверхность.

3. Турбулентное течение магмы не благоприятно для рудонакопления.

4. Наибольшее скопление рудного вещества происходит на участках перехода от

турбулентного к ламинарному течению магмы.

5. По относительной ориентировке зерен минералов можно определять, к какой части интрузива относится данное (пересеченное скважиной) тело: к краевой апофизе, к суженному или расширенному участкам основного массива, к его канальным (подводящим и отводящим магму) частям.

6. Тела с неупорядоченной ориентировкой зерен минералов не формируют значительных скоплений рудного вещества и бесперспективны на богатые промышленные руды.

7. Интрузии с ламинарным течением магмы и соответственно с линейной ориентировкой зерен минералов формируют промышленные скопления рудного вещества только при многократной смене магматического материала, вероятнее всего, путем продольной циркуляции магмы.

8. Юго-западная ветвь Талнахской интрузии — самостоятельное тело, сформировавшееся в условиях ламинарного течения при многократной смене объема магмы.

9. Западные ответвления Хараелахской интрузии не являются каналами, выводящими магму на земную поверхность, а северная суженная ее часть представляет собой подводящий магматический канал.

10. Томулахский интрузив — длительно действующий магматический канал, пропу-

стивший через себя значительное количество сульфидоносной магмы норильского типа.

11. Формирование Нижнеталнахской интрузии подчинялось законам гидродинамики (с проявлением ламинарного течения в расширенных и турбулентного в суженных частях), но не сопровождалось многократной сменой магматического материала (из-за большого количества кристаллической фазы). По этой причине в ней не происходило накопление рудного вещества.

Автор благодарит А.Е.Старых за участие в работе по проведению микроструктурного анализа, построению и оформлению диаграмм.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Золотухин В.В. Основные закономерности протектоники и вопросы формирования рудоносных трапповых интрузий (на примере Норильской). — М.: Наука, 1964.
2. Кокс Л.Г., Белл Дж.Д., Панкхерст З.Дж. Интерпретация изверженных горных пород. — М.: Недра, 1982.
3. Лихачев А.П., Ямнова В.В. Распределение металлов платиновой группы и других рудных компонентов в Талнахской рудоносной интрузии // Тр. VII Международного платинового симпозиума. М., 1996.
4. Петрология и перспективы рудоносности траппов севера Сибирской платформы / Под ред. В.В.Золотухина, А.М.Виленского. — Новосибирск: Наука, 1978.
5. Likhachev A.P. Ore-bearing intrusions of the Noril'sk region // Proceedings of the Sudbury — Noril'sk symposium. Ontario, 1994. Special vol. 5. P. 185—201.

УДК 550.8:553.411

© И.З.Исакович, 1996

Минералогические ореолы Воронцовского золоторудного месторождения

И.З.ИСАКОВИЧ (ЦНИГРИ)

На золоторудных месторождениях различных формационных типов в околорудном пространстве постоянно отмечаются ореолы прожилково-вкрапленной минерализации разнообразного состава и генетической природы. Минералогические ореолы часто образуют выдержанные в пространстве прожилковые системы, обрамляющие рудные залежи и обнаруживающие тесные пространственные и временные соотношения с оруденением. При работе в конкретном рудном районе благодаря систематическому картированию ореолов с учетом различных характеристик прожилково-вкрапленной минерализации (состав, стадийность, зональность и т.д.) можно локализовать участки, благоприятные для обнаружения промышленного оруденения, в т.ч. находящегося в слепом залегании. В то же время в пределах золоторудных месторождений минералогические ореолы служат источником дополнительной информации о структурных особенностях рудовмещающих толщ, выявляют рудофока-

лизующие и рудозакранирующие структуры [2], а также уточняют морфологию рудных тел. Последнее имеет немаловажное значение, т.к. в большинстве случаев рудные залежи оконтуриваются только на основании данных опробования.

Воронцовское месторождение (Северный Урал) вследствие полигенности [3] представляет особый интерес для изучения закономерностей пространственного сочетания минералогических ореолов различного состава. В связи с тем, что на Воронцовском месторождении кроме коренного оруденения наблюдаются также золотоносные коры выветривания, роль эндогенных минералогических ореолов значительно возрастает с позиций их соотношения со вторичными минералогическими ореолами зон гипергенеза.

Воронцовское месторождение расположено в пределах Краснотурьинского рудного узла и приурочено к западному экзоконтакту Ауэрбаховского массива габбро-диорит-

гранодиоритовой формации. На западе оно ограничено долгоживущим Воронцовским взбросом. Рудовмещающий разрез представлен толщей пород раннедевонского возраста, в основании которой преимущественно развиты известняки и их брекчии, а в верхней части — вулканогенно-осадочные образования (туфопесчаники, туфоалевролиты, туфоаргиллиты). Перечисленные породы образуют моноκлиналь, осложненную надвигом вблизи контакта карбонатной и вулканогенно-осадочной толщ.

В.Н.Сазонов и В.Н.Бобров, изучавшие вещественный состав руд и околорудных метасоматитов в 1988—1991 гг., придерживаются полиформационной природы рудообразования при ведущей роли золото-мышьяково-ртутной рудной формации в зонах аргиллизации и джаспериодизации известняков.

Основная масса рудных тел приурочена к центральной части месторождения в связи с интенсивным проявлением здесь надвиговой структуры и опоярющих ее зон трещиноватости. В околорудном пространстве Воронцовского месторождения отмечается минерализация различного состава, картирование которой показало довольно сложный характер строения рудных зон вследствие пространственного совмещения разновозрастных минералогических ореолов. Основные визуально картируемые минералы ореолов — хлорит, эпидот, гранат, кальцит, железистые карбонаты, а из рудных — пирит, магнетит, гематит, аурипигмент и реальгар. Прожилково-вкрапленная минерализация парагенетически тесно связана с различными формационными типами метасоматитов. Метасоматические формации на месторождении представлены пропилитами, березитами, кварц-серицитовыми метасоматитами и пострудными аргиллизитами [4]. Данные формации сопровождают золотое оруденение, однако наиболее значима в промышленном отношении ассоциация кварц-серицитовых метасоматитов, вмещающая основную массу богатых скоплений прожилково-вкрапленных золото-сульфидных руд.

Условно на месторождении можно выделить последовательный ряд минералогических ореолов (от ранних к поздним): 1) эпидот, гранат, магнетит, приуроченные к полям развития скарноидов и скарнов (прожилки, жилы, густая вкрапленность); 2) эпидот, хлорит, кальцит, пирит, являющиеся типоморфными минералами пропилитов (рассеянная вкрапленность, нитевидные прожилки); 3) пирит, образующий густую сеть прожилков в березитах и кварц-серицитовых метасоматитах; 4) железистые карбонаты (Fe-кальцит, анкерит), широко распространенные во внешних зонах березитов; 5) аурипигмент, реальгар — вкрапленность среди кварц-серицитовых метасоматитов и джаспериодов в известняках.

Ореолы [2] с рассеянной вкрапленностью

эпидота и пирита, часто сопровождающиеся кальцитовой минерализацией, широко развиты в вулканогенно-осадочных породах в наднадвиговой части разреза (рис. 1). Чаще всего они имеют жиллообразную форму, выдержаны по падению и трассируют систему даек диорит-порфиритов. Мощность ореолов варьирует от 5 до 20 м, возрастая в западной части месторождения при приближении к Воронцовскому разлому. Ореолы составляют 40 % от объема вмещающих пород. Среди ореолов [2] малоинтенсивной эпидотизации и пиритизации в виде реликтов локально сохраняются ореолы [1] густой вкрапленности и прожилков эпидота (до эпидозитов) часто в ассоциации с гранатом и магнетитом. Данные ореолы тяготеют к полям развития даек диорит-порфиритов, характеризуются неправильной или линзовидной формой. Появление этих ореолов тесно связано с ранними процессами скарнирования, наиболее развитыми в восточной и западной частях рудовмещающего разреза. Мощность и протяженность «скарноидных» ореолов увеличиваются к северному флангу месторождения, где они локализируются в крутопадающих структурах, опоярющих Воронцовский разлом. Основным минералом данных ореолов в этой части месторождения является эпидот. На восточном фланге месторождения (см. рис. 1) возрастает интенсивность развития гранатовой и магнетитовой минерализации. «Скарноидные» ореолы на месторождении составляют не более 10 %.

Ореолы интенсивной прожилково-вкрапленной пиритизации [3] наиболее широко развиты на месторождении, мощность их изменяется от 5 до 30 м. Преобладают линейные крутопадающие ореолы, трассирующие дайки диорит-порфиритов, причем ореолы пластообразной формы играют подчиненную роль. Последние локализируются в зонах пологой трещиноватости, опоярющих надвиговую структуру на контакте известняков и вулканогенно-осадочных пород (см. рис. 1). На пересечении ореолов различной ориентировки наблюдаются значительные раздувы в их мощности. Становление ореолов пиритизации обусловлено в основном процессами предрудного метасоматического преобразования вмещающих пород, и в дальнейшем в них концентрируется значительная часть промышленного оруденения. Наиболее интенсивно ореолы пиритизации проявлены в восточной части месторождения, где они приурочены к полям развития кварц-серицитовых метасоматитов и березитов.

На фоне ореолов с равномерной прожилково-вкрапленной пиритизацией отмечают локальные участки интенсивнейшего развития пирита вплоть до образования массивных серноколчеданных руд. Жилообразные тела последних локализируются в висячем боку даек диорит-порфиритов и вблизи орсо-

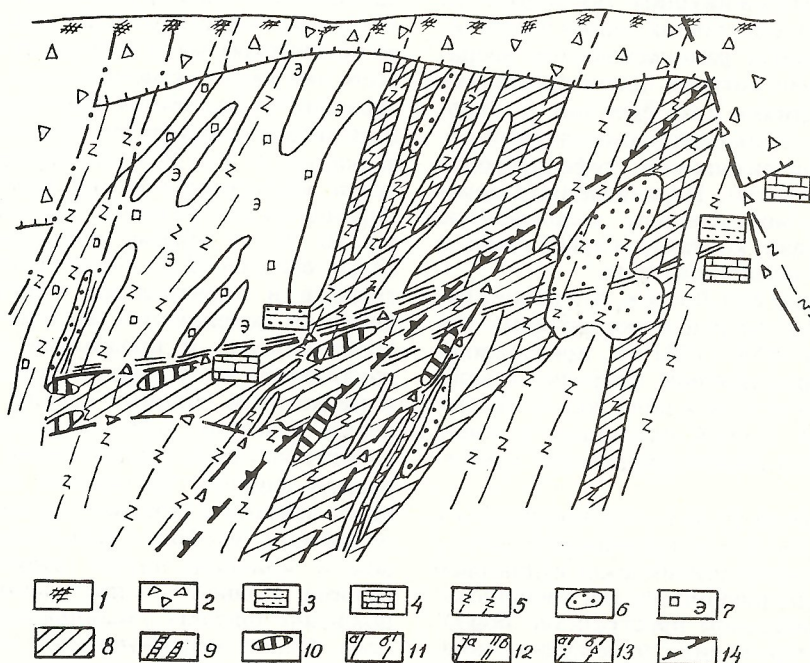


Рис. 1. Минералогические ореолы в поперечном разрезе через центральную часть Воронцовского месторождения:

1 — почвенный слой; 2 — кора выветривания; 3 — вулканогенно-осадочные породы; 4 — известняки; 5 — дайки диорит-порфиров; ореолы прожилково-вкрапленной минерализации: 6 — гранат, 7 — магнетит, эпидот (рассеянная вкрапленность), 8 — пирит (густая вкрапленность), 9 — пирит (массивные залежи), 10 — аурипигмент, реальгар; 11 — границы минералогических ореолов прослеженные; 12 — контакты кор выветривания с рудовмещающей толщей (а), вулканогенно-осадочных пород с известняками (б); 13 — тектонические нарушения (а — разломы. б — зоны дробления и милонитизации; 14 — надвиг

лов «скарноидной» минерализации (см. рис. 1). В тесной ассоциации с ореолами пиритизации наблюдаются прожилки железистых карбонатов — анкерита и железистого кальция (ассоциация 4). Последние типичны для полей развития внешних зон березитов. Наиболее интенсивно данная минерализация проявлена в северной части месторождения, где она тяготеет к его восточному флангу. Ореолы железистых карбонатов представляют собой серию сближенных мало мощных жилообразных ореолов, трассирующих дайки диорит-порфиров.

Аурипигмент-реальгаровая минерализация (5), типоморфная только для рудных зон с аналогичным типом руд, отмечается среди известняков. Данные ореолы локализуются чаще всего в пологих, а иногда и в крутопадающих зонах трещиноватости, оперяющих надвиг (см. рис. 1). Ореолы аурипигментной и реальгаровой минерализации имеют линзовидную форму, встречаются только в центральной части месторождения. С ними ассоциирует тончайшая вкрапленность пирита.

Характер пространственного соотношения вышеописанной минерализации с первичными геохимическими ореолами позволяет говорить об определенной тенденции в гео-

химической специализации минералогических ореолов. Так, для самых ранних ореолов «скарноидной» минерализации типоморфна ассоциация Cu и Co, а для самой поздней аурипигмент-реальгаровой — Sb, Ag, Ba. В то же время наибольшая концентрация таких элементов, как мышьяк и золото, являющихся сквозными для всех типов минералогических ореолов, обнаруживается в ореолах интенсивной пиритизации.

Анализ соотношений между составом минералогических ореолов и степенью их золотоносности показал ряд закономерностей. Все минералогические ореолы в той или иной степени золотоносны, однако промышленные содержания золота тяготеют к ореолам, локализующимся в зоне надвига, в крутопадающих и пологих структурах, оперяющих надвиг вблизи контакта между известняками и вулканогенно-осадочными породами (рис. 2). Минералогическое картирование выявило приуроченность богатых содержаний золота к участкам совмещения полиформационных ореолов различной структурной ориентировки. В этом отношении наиболее благоприятен восточный фланг месторождений, где надвиговая структура сопряжена с крутопадающей зо-

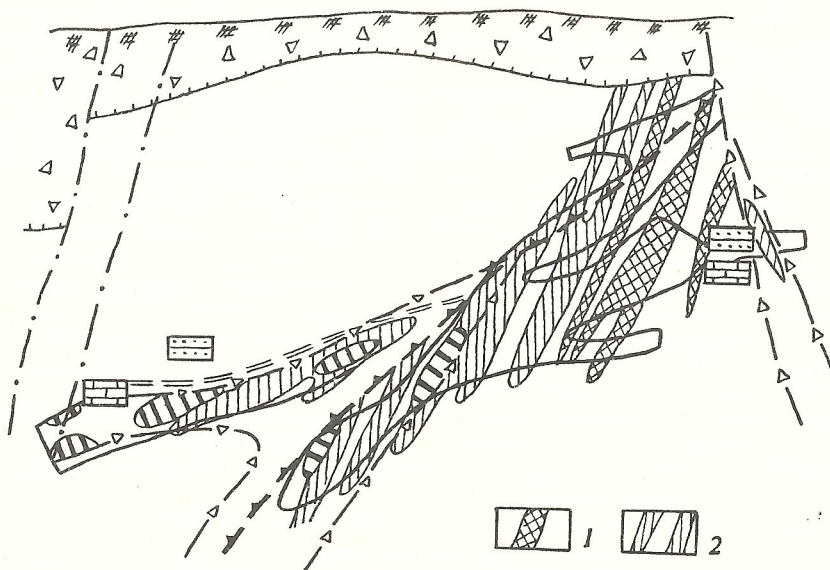


Рис. 2. Продуктивные минералогические ореолы в контуре промышленного оруденения Воронцовского месторождения:

продуктивные минералогические ореолы: 1 — золото-гранат-магнетитовые, 2 — золото-пиритовые, 3 — золото-реальгар-аурипигментные; 4 — контур промышленного оруденения; остальные усл. обоз. см. рис. 1

ной трещиноватости, трассируемой системой многочисленных маломощных даек диорит-порфиров (см. рис. 1, 2). Именно в этой части месторождения пространственно совмещены полиформационные минералогические ореолы: от ранних «скарноидных», далее наложенных на них ореолов пиритизации березитовой и кварц-серицитовых формаций до самых поздних ореолов аурипигмент-реальгаровой минерализации. К северу золотоносность минералогических ореолов падает, что обусловлено рядом факторов. Интенсивность развития минералогических ореолов, продуктивных на золото, в северной части месторождения составляет лишь 10 %. Здесь преимущественно развиты ореолы пиритизации, фиксирующие в основном поля развития березитов и характеризующиеся сравнительно низкими содержаниями золота. При этом снижается роль ранней «скарноидной» минерализации, также продуктивной на золото, и ореолов самой поздней аурипигмент-реальгаровой минерализации, характеризующейся наиболее высокими концентрациями золота. К северу на месторождении исчезает влияние надвиговой структуры и оперяющих ее пологих зон трещиноватости; основная роль в локализации минералогических ореолов принадлежит крутопадающим разломным структурам. Фактор совмещения в пространстве разноориентированных ореолов прожилково-вкрапленной минерализации, имеющей место в центральной части месторождения и влияющей на степень их продуктивности, на северном фланге теряет свою значимость.

Характер соотношений минералогических

ореолов с принятой на месторождении блокировкой промышленного оруденения позволяет высказать некоторые соображения по морфологии рудных тел (см. рис. 2). В пределах промышленного контура, как показало минералогическое картирование, рудные тела имеют сложное строение и представляют собой пространственное совмещение полиформационных продуктивных минералогических ореолов жиллообразной и линзовидной формы. При наличии в пределах промышленного контура пологих и крутопадающих структур могут образоваться рудные столбы, форма которых приближается к изометрической. Как видно из рисунков 1, 2, в одном и том же промышленном контуре наблюдается как высокотемпературная минерализация скарноидного происхождения, так и самая поздняя аурипигмент-реальгаровая золотоносная. Самое богатое оруденение приурочено к участкам сопряжения продуктивных полиформационных минералогических ореолов.

Необходимо отметить, что принятая на месторождении промышленная блокировка рудных тел основана на ведущей роли пологих рудоносных структур в зоне надвига. Не отрицая большое значение этих структур как рудолокализирующих и рудозащищающих, хотелось бы обратить внимание и на влияние крутопадающих рудоносных структур, трассируемых дайками диорит-порфиров. Данные структуры, как отмечалось, вмещают большую часть ореолов пиритизации, являющихся потенциально золотоносными, и играют значительную роль при

возникновении рудных столбов в зоне Воронцовского надвига.

Установлено, что рудоносная надвиговая структура Воронцовского месторождения, а также структурно проработанный контакт вулканогенных пород и известняков служат одновременно экраном для промышленного оруденения. Однако минералогическое картирование эндогенных ореолов пиритизации показало, что последние пробивают экранные структуры, трассируя дайки диорит-порфиров, прослеживаются в вулканогенной части разреза и фиксируются в структурных корях выветривания по появлению псевдоморфных образований гидроксидов железа по пириту, гидроксидов марганца, а также по присутствию реликтовых минералов гипогенных ореолов — пирита, магнетита и остаточного самородного золота. Интенсивность развития гидроксидов железа и марганца в зоне гипергенеза является структурным отражением в корях выветривания первичных минералогических ореолов. В коренных породах, как упоминалось ранее, данные ореолы представлены чаще всего рассеянной «пропитанной» вкрапленностью пирита или его прожилками в зонах развития березитов и кварц-серицитовых метасоматитов или же скарноидной магнетитовой минерализацией.

На основании минералогического состава кор выветривания на различных участках Воронцовского месторождения можно косвенно судить о наличии или отсутствии благоприятных рудоносных структур. Все это приобретает особое значение при оценке перспектив месторождения на его флангах, а также при поисках оруденения «воронцовского» типа в пределах рудного поля.

В заключение хотелось бы отметить, что по характеру геологической обстановки, типу метасоматических изменений (развитие джаспериодов в известняках), а также типу ведущей продуктивной минерализации (золото-пиритовые прожилково-вкрапленные руды с реальгаром и аурипигментом) Воронцовское месторождение сопоставимо с группой месторождений Северной и Центральной Невады, типичным представителем которой является месторождение Карлин [5]. Об этом неоднократно упоминал в своих работах в 1991 г. В.Н.Бобров. Поскольку Воронцовское месторождение по совокупности перечисленных признаков можно отнести к новому формационному типу среди объектов Урала, изучение особенностей его ореольной прожилково-вкрапленной минерализации представляет особый интерес.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Жабин А.Г., Самсонова В.С., Исакович И.З. Минералогические исследования околорудных ореолов. — М.: Недра, 1987.
2. Исакович И.З. Использование минералогических ореолов при картировании скрытых рудоконтролирующих структур на месторождениях золото-сульфидно-кварцевой формации //Тр. ЦНИГРИ. 1989. Вып. 232. С. 58—63.
3. Савельева К.П., Костромин Д.А. Полигенный и полихронный метасоматоз одного из золоторудных месторождений Урала //Рудоносные метасоматические формации Урала. Свердловск, 1991. С. 77—78.
4. Чеквадзе В.Б., Исакович И.З., Милев С.А., Литвиненко Ю.С. и др. Минералого-геохимические критерии поисков золотоносных кор выветривания на Северном Урале //Руды и металлы. 1995. № 5. С. 25—35.
5. By Ted G-Theodore, Gail M.Jones. Geochemistry and Geology of Gold in Jasperoid, Elephant Head Oren, Lander County, Nevada U.S. //Geological Survey bul. 2009. 1992. P. 53.

Стратиграфия, региональная геология и тектоника

УДК 551.732.2(571.56)

© В.В.Граусман, В.А.Рудавская, Н.И.Васильева, 1996

Стратиграфия верхнего докембрия и нижнего кембрия Оленекского поднятия

В.В.ГРАУСМАН (Институт геологических наук ЯНЦ СО РАН), В.А.РУДАВСКАЯ, Н.И.ВАСИЛЬЕВА (ВНИГРИ)

В Лено-Анабарском прогибе пробурены три глубокие скважины: Чарчыкская 1, Хастахская 930 и Бурская 3410, вскрывшие отложения верхнего докембрия и нижнего кембрия (рисунок). На основании изучения комплекса геологических и геофизических материалов, полученных в результате бурения, в разрезах скважин установлены свиты солоолийской (скв. 930 и 3410) и хорбусунской (скв. 1, 930 и 3410) серий [12], выделенные ранее в естественных обнаже-

ниях Оленекского поднятия. Отложения верхнего докембрия Оленекского поднятия изучались А.И.Гусевым [4]. И.М.Битерманом и Е.Р.Горшковой [1], В.С.Журавлевым [5], З.А.Журавлевой и др. [6], В.А.Виноградовым и др. [2], Б.Р.Шпунтом и др. [11], В.Ю.Шенфилом и др. [9], С.А.Воданюком, Г.А.Карловой [3] и др.

Наиболее полный разрез солоолийской серии вскрыт скв. 3410. Здесь установлены кютингдинская (инт. 2856—3122 м), ары-

масская (инт. 2560—2856 м), дебенгдинская (инт. 2051—2560 м) и хайпахская (инт. 1798—2051 м) свиты. В скв. 930 вскрыты только дебенгдинская (инт. 3130—3412 м) и хайпахская (инт. 2901—3130 м) свиты. Кютингдинская свита залегает согласно на сыгынахтахской (?), вскрытая часть которой представлена переслаивающимися серыми аргиллитами, глинистыми алевролитами и светло-серыми кварцевыми песчаниками. В разрезе скв. 3410 кютингдинская свита имеет двучленное строение: нижняя подсвита (инт. 2970—3122 м) преимущественно терригенная, верхняя (инт. 2856—2970 м) — карбонатная. Терригенная часть представлена алевролитами зеленовато-серыми, серыми и темно-серыми, неравномерно глини-

стыми до аргиллитов, тонкими прослоями и линзами светло-серых разномерных кварцевых, иногда с зернами глауконита песчаников. Отмечены участки 0,1—0,15 м очень тонкого, почти параллельного переслаивания мелкозернистых песчаников и хрупких хлоритизированных листоватых алевролитов. В аргиллитах по тонким, почти вертикальным трещинам замечены цепочкообразные скопления зерен пирита. По материалам геофизических исследований, присутствуют маломощные прослои доломитов и доломитовых мергелей. Карбонатная часть свиты представлена доломитами различной неоднородной окраски: сиренево-серой, светло-розово-серой, зеленовато-серой и светло-серой со слабым коричневым

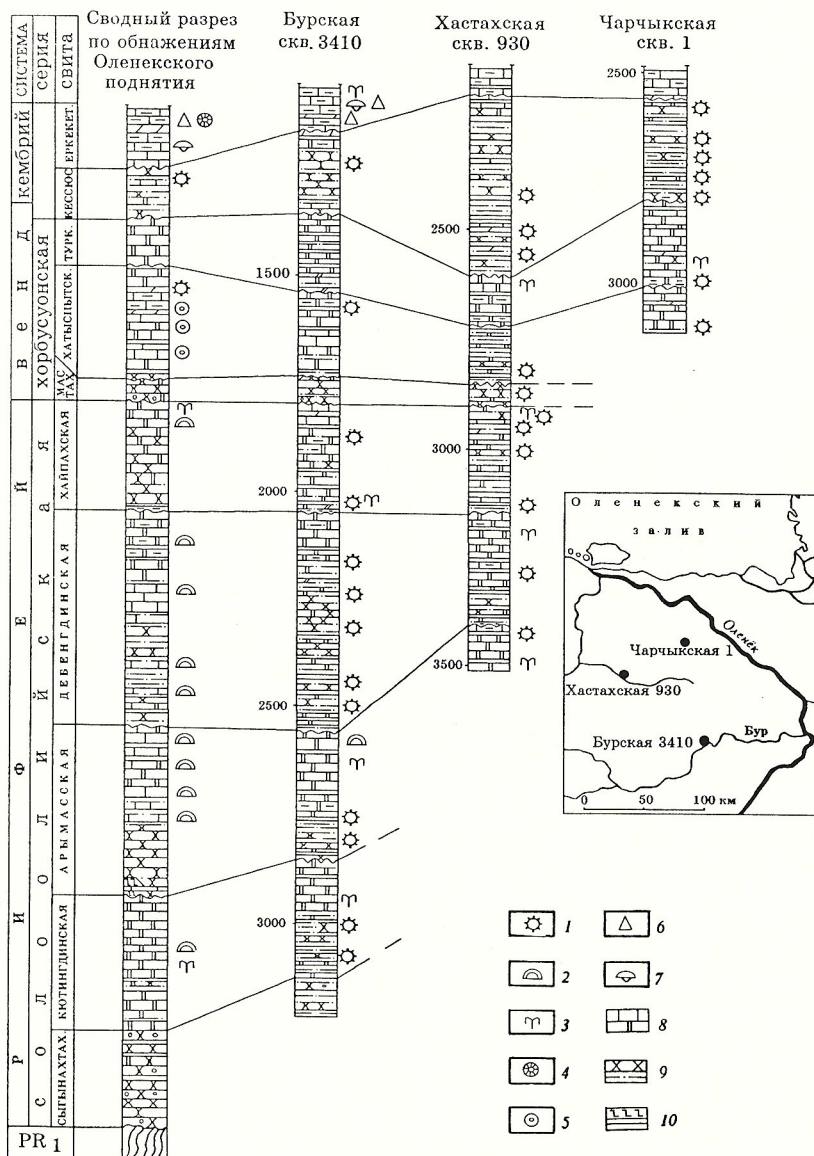


Схема сопоставления разрезов Оленекского поднятия:

1 — акритархи; 2 — строматолиты; 3 — микрофитолиты; 4 — трилобиты; 5 — скелетная микропроблематика; 6 — метозоя; 7 — археоцеаты; 8 — известняки; 9 — доломиты; 10 — песчаники; 11 — алевролиты; 12 — аргиллиты; 13 — диабазы

оттенком. Доломиты скрыто-мелкозернистые, редко прослоями водорослевые, с мелкозубчатыми стилолитами, иногда с щелевидными кавернами, заполненными кристаллами ангидрита, с различно ориентированными трещинами 2—3 мм, по которым отмечаются высыпки пирита и примазки хлорита.

Нижняя подсвита содержит рифейские комплексы акритарх из *Leiosphaeridia minutissima*, *L. obsuleta*, *L. crassa*, *L. tenuissima*, *Satka squamifera* в инт. 3000—3007 м. В инт. 3060—3066 м также определены приведенные выше формы и *Satka favosa*, *Symplassosphaeridium* sp., *L. jacutica*, *L. simplex*, *Simia annulare*, *Tchufa zonalis*, нитчатые водоросли *Polyedryxium* sp., *Floris* sp. (определения Т.Ф.Субицкой).

В верхней подсвите найдены единичные микрофитолиты *Nubecularites* (?) sp. и остатки строматолитовой ткани. Мощность нижней подсвиты 152 м, верхней 114 м. По комплексам акритарх и аналогии с естественными разрезами свита отнесена к нижнему рифею.

Арымасская свита в разрезе скв. 3410 также имеет двучленное строение: нижняя подсвита (инт. 2735—2856 м) сложена преимущественно терригенными породами, верхняя — карбонатными. Терригенная часть представлена песчаниками, аргиллитами и маломощными прослоями доломитов. Песчаники светло-серые до белых, зеленоватые, сиренево- и коричнево-серые, средне- и крупнозернистые, иногда мелкозернистые, преимущественно кварцевые, с редкими зернами глауконита, неравномерно глинистые, иногда с нитевидными слоями и тонкими мелкими линзочками глинистого материала. В инт. 2818—2826 м в песчанике встречена трещина (под углом 60°), вокруг которой Kern пропитан нефтью. Аргиллиты темно-серые, часто с зеленым оттенком или буро-коричневые, алевроитистые, тонкоплитчатые, иногда доломитистые, с включением зерен пирита, редко с вертикальными трещинами, по стенкам которых отмечены цепочкообразные включения пирита. Доломиты верхней подсвиты серые, зелено-серые, светло-серые с коричневым оттенком, сиренево-серые, скрыто-мелкозернистые, прослоями водорослевые, часто неравномерно глинистые до доломитовых мергелей, тонкоплитчатые, с редкими мелкозубчатыми стилолитами, подчеркнутыми глинисто-органическим материалом темно-серого цвета, редкие тонкие трещины залечены кальцитом. Верхняя часть верхней подсвиты вскрыта также скв. 930 (инт. 3412—3510 м).

Нижняя подсвита содержит рифейские комплексы акритарх: в инт. 2755—2764 м *Simia annulare*, *Leiosphaeridia obsuleta*, *L. minutissima*, *L. exsculpta*, нитчатые водоросли *Siphonophucus attenuatum*; в инт. 2818—2826 м *L. minutissima*, *L. tenuissima*, *Simia annulare* и нитчатые водоросли

Oscillatoriaopsis zilimica, *Trachytrichoides ovalis*, *Tortunema* sp., *Helcionema turuchanica* (определения Т.Ф.Субицкой).

В верхней подсвите (инт. 2591—2599 м) найдены строматолит *Tinnia* cf. *patomica* (определение Т.А.Дольник) и микрофитолиты *Nubecularites procerulus*, *Nubecularites* sp., *Vesicularites* sp. (инт. 2650—2658 м), последние две формы встречены также в скв. 930 в инт. 3498—3506 м (определения Е.Л.Дробковой). В шлифах отмечаются остатки строматолитовой ткани. Мощность нижней подсвиты 121 м, верхней 175 м.

По имеющимся палеонтологическим данным, арымасская свита отнесена к среднему рифею.

В разрезе скв. 3410 дебенгдинская свита подразделена на две части: нижнюю (инт. 2156—2560 м), преимущественно терригенную, и верхнюю (инт. 2051—2156 м) — карбонатную. В разрезе скв. 930 нижняя подсвита выделена в инт. 3326—3412 м, верхняя — 3130—3326 м. Нижняя подсвита сложена пестроокрашенными аргиллитами, часто алевроитистыми до алевролитов, иногда доломитистыми, содержащими маломощные прослои и линзы (1—2 см) скрыто-мелкозернистых доломитов и разномозернистых кварцевых песчаников. Встречаются прослои темно-серых, почти черных аргиллитов, на плоскостях наложения которых отмечены скопления зерен пирита. Аргиллиты и алевролиты часто тонкослоистые. Присутствуют прослои песчаников до 2,5 м зеленовато- и светло-серых, почти белых, разномозернистых, кварцевых, иногда с зернами глауконита, единичные прослои кварцевых гравелитов и конгломерато-брекчий из доломита, аргиллита и песчаника. Верхняя подсвита представлена доломитами светло-, коричнево-серыми, реже со слабым зеленым оттенком, скрыто-мелкозернистыми, прослоями водорослевыми, неравномерно глинистыми и окремненными, иногда известковистыми, со слабо бугристыми, почти гладкими стилолитами, прожилками кальцита, редкими маломощными прослоями зелено-серых и коричневых аргиллитов.

Нижняя подсвита содержит богатые комплексы акритарх в разрезе скв. 3410 в инт. 2557—2565, 2459—2465, 2356—2364, 2313—2319, 2244—2252, 2150—2158 м и в скв. 930 в инт. 3280—3287 м: *Simia annulare*, *S. nerjunica*, *Pterospermopsimorpha pileiformis*, *Sphaerohystrichomorpha* sp., *Trachysphaeridium* sp., *Stictosphaeridium* sp., *Leiosphaeridia tenuissima*, *L. ternata*, *L. minutissima*, *L. jacutica*, *L. crassa*, *L. obsuleta*, *L. kulgunica*, *L. exculata*, *L. kildinica*, *Satka squamifera*, *S. elongata*, *Chuarina circularis*, *Leiominuscula minuta*, *Octaedrixium* sp., *Kirbia* sp., *Synsphaeridium* sp., *Pylvinosphaeridium* sp., *Valeria lophostriata*, *Trachyhystrichosphaera truncata*, *T. stricta*, *Centrum quadratum* и нитчатые водоросли: *Polysphaeroides* sp., *P. contextus*,

P. ovatus, *Trachytrichoides ovalis*, *Leiotrichoides* sp., *Brevitrichoides bashkiricus*, *B. tiulmenicus*, *Germinosphaera* sp., *Palaeolymbia* sp., *Arctacellularia ellipsoides*, *Siphonophycus attenuatum*, *Rectia costata*, *Glomoverella glomerata*, *Oscillatoriopis* sp., *Segmentothallus* sp. (определения В.А.Рудавской, Т.Ф.Субицкой, Г.Видала). Приведенный комплекс микрофоссилий свидетельствует о позднерифейском возрасте дебентдинской свиты. Верхняя подсвита содержит единичные микрофитолиты: *Vesicularites* sp., *Nubecularites* sp. (определения П.Н.Колосова и Е.Л.Дробковой), а также редкие акритархи *Chuarina circularis* и *Tawuia dalensis*. Мощность нижней подсвиты от 86 (скв. 930) до 414 м (скв. 3410), верхней — от 196 до 105 м соответственно.

По вопросу расчленения разреза Хастахской скв. 930 имеются различные мнения. Так, Б.Б.Шишкиным в интервале 3132—3500 м выделена толща вендских отложений, сопоставляемая им с хорбусуонской серией [10].

Хайпахская свита сложена карбонатными породами, прослоями и пачками переслаивания аргиллитов, алевролитов и песчаников, причем количество терригенных пород в разрезе скв. 930 значительно увеличивается. Доломиты и реже известняки светло-серые с зеленым оттенком различной интенсивности, иногда коричневатые, скрыто-мелкозернистые, прослоями водорослевые, с включениями желваков и тонких (до 1 см) прослоев голубоватого или коричневатого кремня, гнезд и зерен пирита, участками неравномерно глинистые. Различно ориентированные трещины залечены кальцитом. Отмечены редкие ровные, очень мелкозубчатые стилолиты. Аргиллиты и алевролиты темно-серые и пестроокрашенные, иногда доломитистые, содержат тонкие (1—8 см) прослои светло-серого и коричневатого доломита, прослои и линзы до 0,45 м светло-серых и бурых мелкозернистых кварцевых песчаников, гравелитов и мелкогалечных конгломератов. Аргиллиты и алевролиты часто тонкослоистые до полосчатых, участками содержат гравийные и крупные зерна кварца и кремня, отмечаются точечные и цепочкообразные включения пирита.

Свита (в скв. 930) содержит комплексы позднерифейских акритарх в инт. 3108—3118 м: *Chuarina circularis*, *Tawuia dalensis* (определения Г.Видала); инт. 2904—2922 м: *Nucellosphaeridium* sp., *Pellicularia tenera*, *Plicatidium latum*, *Pterospermopsimorpha* sp., *Trachyhystrichosphaera vidali*, *Strictosphaeridium* sp., *Leiosphaeridia* (*Kildinella*) sp.; инт. 2904—2910 м: *Trachyhystrichosphaera aimica*, *Valeria lophostriata*, *Leiosphaeridia jacutica*, *L. tenuissima*, *L. minutissima*, *L. crassa*, *L. bicrura*, *L. obsoleta*, *L. kulgunica*, *Octaedrixium truncatum*, *Synsphaeridium* sp., *Satka* sp., *Germinosphaera unispinosa*,

Chuarina circularis, *Simia annulare* и нитчатых водорослей: *Oscillatorites* sp., *Glomoverella* sp., *Polytrichoides lineatus*, *Pellicularia tenera* (определения В.А.Рудавской, З.Х.Файзулиной, Г.Видала).

В разрезе скв. 3410 в инт. 1882—1897 м выделены акритархи: *Leiosphaeridia* sp., *L. crassa*, *Leiominiuscula minuta*, *Octaedrixium truncatum*, *Leiovalia* sp.; инт. 2042—2049 м: *Strictosphaeridium* sp. и микрофитолиты *Vesicularites lobatus* (определение Л.П.Лыковой). В скв. 930 (инт. 2904—2910 м) В.А.Лучининой также определены известковые водоросли *Girvanella* sp., *Gemma inclusa*, *Korilophyton inopinatum*, встречающиеся в Прианабарье в основании кембрийских отложений [10].

Мощность хайпахской свиты от 229 (в скв. 930) до 253 м (в скв. 3410). На основании полученных комплексов акритарх, свита относится к позднему рифею. Хайпахская свита завершает разрез сололийской серии. Б.Б.Шишкиным инт. 2710—3132 м разреза Хастахской скв. 930 выделен под названием «хастахской толщи» и отнесен к венд-кембрийским отложениям [10].

Хорбусуонская серия полностью вскрыта скв. 930 и 3410 и представлена мастахской, хатыспытской и туркутской свитами.

Мастахская свита установлена в скв. 930 (инт. 2850—2901 м) и в скв. 3410 (инт. 1735—1798 м). Литологически свита представлена песчаниками с тонкими линзами и прослойками алевролитов и аргиллитов. По материалам геофизических исследований, в верхней части свиты присутствуют тонкие прослои доломитов. Песчаники неоднородной красно-коричневой окраски, редко пятнами зеленовато-серые, средне- и крупнозернистые, прослоями грубозернистые до гравелитов, реже мелкозернистые, кварцевые, участками очень глинистые, содержат прослои (1—2 см) коричневых алевролитов и косые линзочки и слойки коричневых и серых аргиллитов. Участками в песчаниках отмечается параллельная и косая тонкая слоистость, подчеркнутая изменениями гранулометрического состава. В свите найдены единичные акритархи (скв. 930, инт. 2854—2857 м) *Chuarina circularis* (определения Г.Видала). Мощность свиты от 51 (в скв. 930) до 63 м (в скв. 3410). По аналогии с естественными разрезами свита отнесена к венду.

Хатыспытская свита установлена в разрезах скв. 930 в инт. 2720—2850 м, скв. 3410 — 1545—1735 м. Верхняя часть свиты вскрыта также Чарчкской скв. 1 (2995—3110 м). Свита сложена доломитами, прослоями аргиллитов и алевролитов. Доломиты светло-серые, серые с зеленым оттенком, темно-серые до черных, скрыто- и мелкозернистые, неоднородно глинистые, участками битуминозные, иногда окремненные, прослоями тонкослоистые до полосчатых, встречаются линзы и прослои брекчирован-

ных доломитов. Алевролиты и аргиллиты зеленовато- и темно-серые. В разрезе скв. 930 преобладают терригенные породы.

В верхней части свиты (скв. 3410, инт. 1561—1566 м) определен вендский комплекс акритарх: *Polycavita* sp., *Ostiana* sp., *Conjunctiophucus* sp., *Spumiosa rubiginosa*, *Leiosphaeridia* sp. и нитчатые водоросли *Leiotrichoides* sp. (определения В.А.Рудавской).

В средней части свиты (скв. 930, инт. 2776—2778 м) Г.Видалом и М.Мочадловской-Видал определены *Chuarina circularis* и *Tawuia dalensis*, совместное нахождение которых свидетельствует, по их мнению, о позднерифейском возрасте вмещающих пород. В нижележащих породах свиты палеонтологических остатков не найдено, за исключением единичных транзитных форм *Leiosphaeridia bavlensis* и *Leiosphaeridia* sp. Таким образом, встал вопрос о правомерности проведения границы между рифеем и вендом в основании мастахской свиты. До получения дополнительных данных по корреляции с естественными разрезами отнесем хатыспытскую свиту к венду. Мощность свиты от 130 (скв. 930) до 190 м (скв. 3410).

Туркутская свита вскрыта всеми глубокими скважинами: 1 (инт. 2793—2995 м), 930 (инт. 2602—2720 м) и 3410 (инт. 1358—1545 м). Она сложена доломитами светло-серыми, серыми, иногда с коричневым или зеленым оттенком, скрыто- и мелкозернистыми, прослоями водорослевыми, участками глинистыми, с включениями галек кремня, трещиноватыми, трещины залечены кальцитом или ангидритом, с редкими, почти гладкими стилолитами, подчеркнутыми глинисто-органическим материалом, с редкими примазками глауконита. Встречаются тонкие прослои темно-коричневого аргиллита. В разрезе скв. 930 в основании свиты залегает пачка (20 м) серых и темно-серых разномерных кварцевых песчаников, темно-серых тонкослоистых аргиллитов и тонких прослоев доломитистых известняков.

Свита содержит микрофитолиты (скв. 1, инт. 2942—2943 м): *Osagia acerba*, *O. composita*, *O. donatella*, *O. columnata* var. *ovsianica*, *Vesicularites composites*, *Volvatella zonalis* (определения М.В.Степановой и Е.Л.Дробковой). Мощность свиты 202 м в скв. 1, 118 м в скв. 930 и 187 м в скв. 3410. По имеющимся палеонтологическим данным и аналогии с естественными разрезами свита однозначно отнесена к венду.

Хорбусуонская серия с разрывом перекрыта терригенными и терригенно-карбонатными породами кессюсинской свиты, которые вскрыты скв. 1 в инт. 2558—2793 м, скв. 930 — 2193—2602 м, скв. 3410 — 1181—1358. Свита имеет четко выраженное трехчленное строение: нижняя и верхняя подсвиты терригенно-карбонатные, средняя существенно глинистая [7].

В скважинах свита охарактеризована комплексами акритарх. В нижней подсвите скв. 930 в инт. 2561—2573 м определены акритархи: *Granomarginata prima*, *Leiosphaeridia* sp. (определения В.А.Рудавской); в скв. 1 инт. 2771—2796 м: *Leiosphaeridia gigantea*, *L. pelucida*, *Paracrassosphaera* cf. *dedalea*, *Octaedrixium* sp.; в инт. 2712—2723 м *Bailicania diligena* (определения З.Х.Файзулиной).

В средней части свиты скв. 1, инт. 2693—2712 м определены богатые комплексы акритарх: *Leiosphaeridia minutissima*, *L. crassa*, *L. incrassatula*, *L. bavlensis*, *L. hyalina*, *L. tenuissima*, *L. laminarita*, *L. pelucida*, *Baltisphaeridium* sp., *B. primum*, *B. aff. primum*, *B. pilosiusculum*, *B. cf. papillosum*, *Leiovalia crassa*, *L. tenera*, *Tasmanites* cf. *medius*, *Bailicania diligena*, *Granomarginata prima*, *Paracrassosphaera actinomorpha*, *Trachysphaeridium asaphum*, *Leifusa* sp., *Nucellosphaeridium* sp., *Goniosphaeridium* sp. (определения З.Х.Файзулиной, А.Е.Григорьевой, В.А.Рудавской); скв. 930, инт. 2425—2433 м *Baltisphaeridium* sp., *B. strigosum*, *Leiosphaeridia* div. sp. (определения В.А.Рудавской).

В верхней части свиты встречаются акритархи: скв. 3410, инт. 1238—1247 м *Leiomarginata simplex*, *Granomarginata squamacea*, *Leiosphaeridia* sp. и нитчатые водоросли: *Pterospermella* sp., *Tetraphycus* sp. (определения В.А.Рудавской); скв. 1, инт. 2580—2583 м *Leiosphaeridia pelucida* (определение З.Х.Файзулиной).

Мощность свиты составляет 177 (скв. 3410), 409 (скв. 930) и 235 м (скв. 1). Перекрыта она еркекетской свитой. Некоторые исследователи выделили отложения, залегающие между хорбусуонской серией и еркекетской свитой, в «хастахскую свиту» на основании отличий в мощности и палеонтологической характеристики [7]. Согласно унифицированной схеме 1979 г., нижняя граница кембрийской системы проведена по подошве средней подсвиты кессюсинской свиты [8]. Однако палеонтологические данные указывают на возможно более молодой возраст подошвы свиты в скважинах. Комплексы акритарх, полученные из керн средней подсвиты, содержат формы рода *Baltisphaeridium*, появляющиеся в разрезах Русской платформы только с основания трилобитового кембрия.

Еркекетская свита охарактеризована керном лишь в Бурской скв. 3410, где установлена в инт. 999—1181 м. Она сложена красно-коричневыми и зелено-серыми известняками с тонкими линзовидными и волнистыми прослоями темно-зеленых и темно-коричневых мергелей. Мелкая раковинная фауна встречена в инт. 1131—1179 м: спикулы губок *Probetractina polymorpha*, *Dodecaactinella oncera*, *D. furcata*, *Sulugurella sulugurica*, *S. composita*,

Sardospongia triradiata, *S. triplexa*, *Pseudosardospongia plana*; проблематики *Microdyction inceptor*; хиолиты *Bucanotheca* sp., *Microcornus* sp.; гастроподы *Pelagiella lorenzi*; хиолительминты *Hyolithellus grandis*, *Torellella* sp., *Torelloides* sp.; ханцеллорииды *Allonia tripodophora*; ангиостиокреиды *Conotheca curta*, *C. mammlata*; брадорииды *Bradoria* sp. и неопределимые обломки конодонтов (определения А.Б.Федорова). В инт. 1131—1146 м определены трилобиты *Pagetiellus anabarus* и обломки *Olenellidae* gen. et sp. indet (определение Ю.Я.Шабанова). По трилобитам возраст установлен как ранний кембрий, атдабанский ярус, зона *Pagetiellus anabarus*.

Таким образом, в разрезах скважин Лено-Анабарского прогиба на основании изучения комплекса геологических, геофизических и палеонтологических материалов установлены свиты сололийской (скв. 930 и 3410) и хорбусуонской (скв. 1, 930, 3410) серий, а также кессюсинская и еркекетская свиты, выделенные ранее в естественных разрезах Оленекского поднятия.

Полученные палеонтологические данные позволили уточнить возраст дебенгдинской свиты как позднерифейский, поставить вопросы о правомерности проведения границы между рифеем и вендом в основании мастаской свиты и одновозрастности основания кессюсинской свиты в естественных обнажениях и скважинах Оленекского поднятия.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Битерман И.М., Горикова Е.Р. Новые данные по стратиграфии синийских отложений Оленекского и Куойско-Далдынского поднятий // Тез. докладов. Новосибирск, 1962. С. 58—62.
2. Виноградов В.А., Кабаньков В.А., Красильщиков

А.А., Эрлих Э.Н. Стратиграфия синийских отложений северо-западной Якутии // Тр. совещ. по стратиграфии Якутской АССР. Якутск, 1964. С. 151—162.

3. Воданюк С.А., Карлова Г.А. О кессюсинской свите Оленекского поднятия // Поздний докембрий и ранний палеозой Сибири. Рифей и венд. Новосибирск, 1988. С. 3—19.
4. Гусев А.И. Геология, угленосность и нефтеносность низовьев р. Оленек // Тр. НИИГА. 1950. Т. 1. С. 16—40.
5. Журавлев В.С. К вопросу геологии междуречья Оленек — Лена // Материалы по геологии, петрографии и металлогении некоторых районов Якутской АССР. Якутск, 1960. С. 86—93.
6. Журавлева З.А., Комар В.А., Чумаков Н.М. Строение и корреляция верхнедокембрийских отложений Западной Якутии // Тр. совещ. по стратиграфии Якутской АССР. Якутск, 1964. С. 61.
7. Зинченко В.Н., Васильева Н.И., Рудавская В.А. Базальные кембрийские отложения северо-восточной окраины Сибирской платформы // Стратиграфия фанерозоя нефтегазоносных регионов России. С.-Пб, 1993. С. 4—18.
8. Решения Всесоюзного стратиграфического совещания по докембрию, палеозою и четвертичной системе Средней Сибири (Новосибирск, 1979). Верхний протерозой и нижний палеозой. — Новосибирск: Изд. СНИИГГиМС, 1983.
9. Шенфиль В.Ю., Якишин М.С., Кац А.Г., Фролова З.Б. Детализация верхней части разреза рифейских отложений Оленекского поднятия // Поздний докембрий и ранний палеозой Сибири. Рифей и венд. Новосибирск, 1988. С. 20—36.
10. Шишкин Б.Б. Стратиграфия докембрийских отложений Западной Якутии по материалам глубокого бурения // Стратиграфия и палеонтология докембрия и фанерозоя Сибири. Новосибирск, 1990. С. 38—46.
11. Шпунт Б.Р., Шаповалова И.Г., Шамишина Э.А. Поздний докембрий Сибирской платформы. — Новосибирск: Наука, 1982.
12. Grausman V.V. The late precambrian deposits of the Olenek Uplift by deep drilling data // Abstracts of international conference on Arctic Margins. Magadan, september 6—10, 1994. P. 44.

Принята редколлегией 30 октября 1995 г.

УДК 551.24

© А.К.Бухарин, И.А.Масленникова, В.Д.Брежнев, 1996

Зарождение и становление Урало-Тянь-Шаньского палеозойского складчатого пояса

А.К.БУХАРИН, И.А.МАСЛЕННИКОВА, В.Д.БРЕЖНЕВ (Институт минеральных ресурсов Госкомгео РУЗ)

Данная статья основана на выводах, полученных авторами в процессе разработки темы «Палеогеография Среднеазиатского палеоокеана в позднем докембрии и раннем палеозое» в рамках Международной программы геологической корреляции ЮНЕСКО, проектов 319 «Глобальная палеогеография позднего докембрия и раннего палеозоя» и 376 «Соотношение Лаврентии — Гондваны перед Пангеей».

Более обоснованному и современному раскрытию названной темы способствовали несколько обстоятельств. Это, во-первых, очевидный прогресс в изучении стратиграфии, магматизма и тектоники образований

данного возраста, связанный прежде всего с работами [10, 13—18, 20—23, 27] по Срединному и Северному Тянь-Шаню, а также [2, 3, 8, 19, 26, 30] — по Китаю и Корее. Во-вторых, разработка геолого-тектонического районирования Урало-Тянь-Шаньского складчатого пояса с позиций структурной связи Западного Тянь-Шаня с Южным Уралом [4—6]. В-третьих, четкое осознание важного фактора расположения Срединного Тянь-Шаня и Таримского массива по обе стороны каледонско-варисского Южного Тянь-Шаня, как северного (это очевидно) и южного [28, 29] его обрамлений.

В качестве основного объекта описания

выступают Тянь-Шань и север Таримского массива, а для увязки их с прилегающими территориями и визуального восприятия распространения принципиально однотипных литолого-фациальных комплексов на обширных площадях вокруг основного объекта описания использованы литературные материалы по Улуту, Ирану и Афганистану [12, 33], Китаю и Корее. При этом конкретная рисовка локальных поднятий (низкой и высокой суши) в пределах Китайской платформы могла измениться в работах последних десятилетий, но состав и мощность разрезов интересующих стратиграфических подразделений сохранились [14, 15, 17, 18, 26].

Палеогеологическое строение, этапы развития и палеогеография региона (без палинспастических реконструкций) восстанавливались авторами по разобобщенным выходам домезозойских образований, а внутри них — по узким фрагментам структурно-формационных зон (подзон), представленных пакетами позднепалеозойских пологих тектонических пластин в зонах офиолитовых швов (сутурах), либо в аллохтонном залегании. Следствием этого чаще всего является реконструкция нереальных по размерам и латеральному расположению ландшафтно-тектонических зон, а лишь сохранившегося их ассортимента, располагаемого при последующих построениях по правилам «научной фантастики». Разработанное авторами структурно-формационное районирование [4—6] относится ко всей домезозойской структуре, а не к позднему рифею — кембрию конкретно (это задача исследований следующего этапа). В данной статье элементы этого районирования используются для географо-тектонической привязки разрезов и обстановок к современному плану домезозойской геологической структуры.

Авторы включили в построения по региону самый конец позднего рифея, ранний и поздний венд, ранний кембрий и ранний ордовик — отрезки геологического времени, наиболее характерные для фиксируемых этапов палеотектонической эволюции общей структуры. Конец позднего рифея, с нижней границей около 700 млн. лет, по предыдущим схемам соответствует кудашу или раннему синию (с принятой в Китае нижней границей 800 млн. лет).

Тянь-шаньские толщи верхов верхнего рифея — нижнего венда залегают несогласно на более древнем гетерогенном фундаменте, более дислоцированном, метаморфизованном и прорванном гранитоидными интрузиями. По составу они разделены на две части. Нижняя (R_3^2) — толща субконтинентальных аркозовых и кварцевых песчаников, сформированная на поверхности раннебайкальского пенепплена (низкая суша и мелководье). Верхняя часть ($R_3^2-V_1$) развита в узких глубоких прогибах — грабенах Среднего Тянь-Шаня и Северного Тари-

ма и сложена наземными контрастными по составу вулканитами, ассоциирующими с фангломератовыми молассоидами, тиллитами и тиллоидами. Это континентальные рифтогенные образования. Сходный разрез с вулканитами неясного состава развит в Северном и Южном Китае.

Отмечается определенная последовательность всплесков вулканизма при активизации рифтогенеза [27]. Первые из них характеризовались, как правило, кислым и кремнекислотно-щелочным составами на фоне сводообразовательных движений на древнем пенеппенизированном континенте. Затем, в грабеновую стадию извергались продукты щелочно-основного вулканизма с калиевой специализацией, а синхронные кремнекислотно-щелочные были оттеснены на северную периферию (в Северный Тянь-Шань). Таким образом, кремнекислотно-щелочные вулканиты проявляют себя как самая легкоплавкая часть рифтогенной магматической колонны.

В целом вулканизм по характеру полифазный (эффузивные, эксплозивные, субвулканические, жерловые фации), по направленности — антидромный, по составу — бимодальный, связанный с аппаратами центрального типа. Эволюция его отличается нисходящей тенденцией, выражающейся в увеличении основности, фемичности, возрастания роли натрия в породах. Устойчивое содержание в вулканических породах щелочных металлов, и прежде всего, калия указывает на постоянное его поступление, вероятно, за счет подтока мантийных флюидов.

Верхнерифейско-вендские отложения Тянь-Шаня разделены поверхностями несогласия на три возрастных комплекса: 1) позднерифейский R_3^2 , обособляющийся как актугайско-чичканский регионально-стратиграфический горизонт; 2) ранневендский V_1 , состоящий из джетымского (с тремя подгоризонтами), джакболотского и байконурского горизонтов; 3) поздневендский V_2 кырабактинско-беркутинский горизонт. Аналоги этих горизонтов хорошо выделяются и в Северном Тариме.

Среди них четко обособляются вулканогенно-терригенные формации верхнего рифея, тиллоид-углеродисто-сланцевая железорудная и тиллоидная флишоидно-молассовая формации нижнего венда, пестроцветная терригенно-карбонатная глауконитсо-державшая формация верхнего венда. Вулканизм в венде проявляется слабее.

В низах разреза (актугайско-чичканский горизонт) залегают песчаники, гравелиты и конгломераты горизонтально-слоистые, иногда косослоистые. Конгломераты и гравелиты имеют линзовидное сложение. Для песчаников характерна многоступенчатая ритмичность, на поверхностях напластования — волновая рябь; имеются слои с деформированной слоистостью, трещинами

усыхания. Состав акцессорных минералов в терригенных породах отвечает «гранитному» (циркон, рутил, турмалин, сфен, шпинель, хромшпинелиды, малахит, азурит и др.).

Строматолиты горизонта отнесены И.Н.Крыловым к формам, промежуточным между позднерифейскими и вендскими. Микромир в чичканской свите отличается большим разнообразием и массовостью: нитчатые, табулярные и глобулярные микрофоссилии, акритархи и др. Аналоги представителей чичканской свиты известны из карбонатно-терригенных формаций Аризоны, Шпицбергена, Австралии, подстилающих тиллитсодержащие толщи (абсолютный возраст 650—850 млн. лет).

Чичканская свита, по имеющимся единичным уран-свинцовым датировкам сингенетичных и терригенных цирконов из вулканогенных пород, относится к уровню ниже рубежа лапландского горизонта, или раннего венда. Нижневендские тиллитсодержащие толщи не имеют биостратиграфического обоснования, и за нижнюю границу венда принимается основание лапландского горизонта, знаменующего начало глобального по масштабам оледенения. Изотопный возраст этой границы оценивается в 650 ± 20 млн. лет.

По составу и строению нижневендских разрезов обособляются структуры Срединно-Тянь-Шаньского, Таласо-Каратауского и Киргизско-Терской регионов. Срединно-Тянь-Шаньский регион отличается развитием мощного тиллитсодержащего комплекса. В Таласо-Каратауском регионе в раннем венде произошло накопление вулканогенно-осадочной толщи в верхней части с тиллитами. В Киргизско-Терском регионе сформировались преимущественно терригенные отложения, местами с горизонтами контрастных вулканитов. На севере Тарима разрез мощный (до 5500 м), терригенный, с тиллитами, основными и средними вулканитами.

Песчаники и гравелиты в этих регионах зрелые, преимущественно кварцевые и аркозовые. Обломки хорошо окатаны, округлены. Заметную часть в объеме формации составляют известняки. В основном это ленточно-слоистые мелкокристаллические доломитовые мраморы кремового, зеленого, серого и черного цветов с тонкими прослоями сланцев. Специфично постоянное присутствие в сланцах и цементе терригенных пород сульфидов железа, наличие согласных гематит-магнетитовых рудных пластов и линз в средней части разреза.

Наиболее распространены два горизонта тиллит-тиллоидов [31]: нижний — джетымский и верхний — байконурский. Они содержат местами заметное количество штрихованных и эрратических обломков, ассоциируют с варвами и в отдельных случаях залегают на штрихованном ложе (гляциоди-

намическая зона скольжения). В районе Сарыджаза и Таласского хребта в этих горизонтах развиты материковая и, возможно, периферическая ледниковые формации. В районах же Улутау, Большого Каратау и Джетымтау эти горизонты обнаруживают явные черты аллохтонной ледниковой формации.

Верхний тиллитовый горизонт образует пояс огромной протяженности (в несколько тысяч километров), прослеженный от восточных районов Южного Китая через Куруктаг в Тянь-Шань, Каратау и Северный Казахстан. Китайские геологи назвали его Древним Циньлинь-Тянь-Шаньским тиллитовым поясом.

На Урале аналоги верхнего тиллитового горизонта отсутствуют. В Полудовом крае, на западном склоне Среднего и Южного Урала представлены два нижних уровня тиллитов и тиллоидов также с железными рудами. В целом же разрез верхнего рифея — нижнего венда на западном склоне Урала принципиально похож на таковой Срединного Тянь-Шаня и Куруктага. Это позволяет довольно уверенно связывать Западный Урал с Таримом в данный отрезок геологического времени и предполагать аналогичную ландшафтно-тектоническую обстановку на юге Южного Тянь-Шаня. Уральское продолжение Срединного Тянь-Шаня в Тургае перекрыто более молодыми толщами.

В Северном и Южном Китае, Турции и Иране в разрезах нижнего венда преобладают карбонатные, часто пестроокрашенные и пурпурно-красные мергели, строматолитовые известняки и доломиты, тонкослоистые, с трещинами усыхания, волноприбойными знаками и кривой слоистостью, с прослоями аспидных сланцев, кварцевых песчаников и алевролитов. На северо-восточной окраине Китая накопился тонкий осадочный материал с железными и марганцевыми рудами. В карбонатах много микро- и макроводорослей, строматолитов, червей, встречаются медузоидные фоссилии. В Иране мелководные карбонатно-терригенные осадки переходят по латерали в диапировую соляную формацию, коррелирующуюся с соляной формацией Южного Ирана, Персидского залива и Восточной Аравии, Пакистана (Пенджаб).

Описанные группы формаций довольно широко распространены на Тянь-Шане. Однотипность зрелого состава терригенного материала и общее сходство построения разрезов свидетельствуют о предшествующей осадконакоплению пенеппенизации. Аллювиально-дельтовые условия накопления формаций верхнего рифея (рис. 1) сменялись позже на мелководные замкнутые бассейны озерного типа. Для этого времени можно реставрировать континентальные рифтогенные структуры на фоне сводовых поднятий среди пенеппенизированной плат-

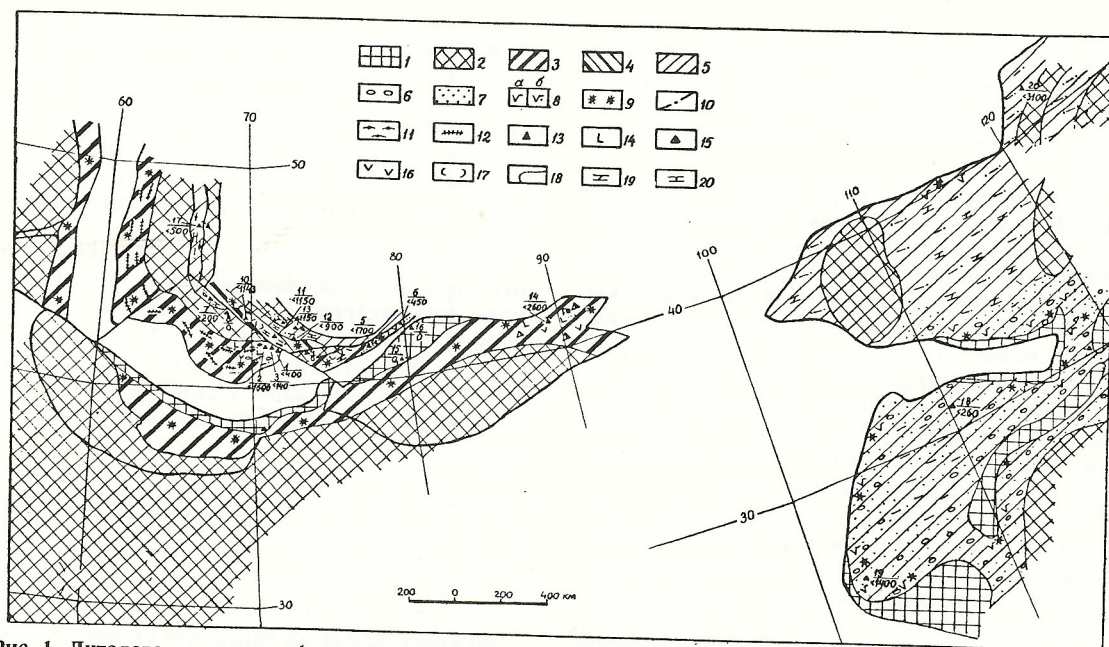


Рис. 1. Литолого-палеогеографическая схема на конец позднего рифея:

1 — высокая суша; 2 — низкая суша; 3 — контрастное чередование высокой и низкой суши, областей седиментации на ней, (суб)литорали; 4 — чередование низкой суши, областей седиментации на ней, (суб)литорали; 5 — (суб)литораль; 6 — преимущественно песчано-конгломератные породы; 7 — песчаные породы; 8 — вулканы смешанного (неизвестного) состава (а — лавы, б — туфы); 9 — вулканы; 10 — песчано-глинистые породы; 11 — фтаниты; 12 — гипотетическое положение принципиально существующих конседиментационных разломов; 13 — местоположение разреза (в числителе — его номер, в знаменателе — мощность пород, м); 14 — вулканы основного состава; 15 — тиллиты и тиллоиды; 16 — вулканы среднего состава; 17 — туффиты, вулканомиктовые породы, водоотложенные туфы, кремнистые туффиты; 18 — сутуры, офиолитовые швы, региональные разломы более молодого возраста; 19 — мергели; 20 — преимущественно известняки

формы. В смежных с севера и северо-востока областях Таласо-Каратауской и Киргизско-Терской зон существовали условия мелководного континентального бассейна со смешанным вулканогенно-терригенным осадконакоплением.

Нижневендские тиллитсодержащие формации имеют большую мощность в Куруктаге и Среднем Тянь-Шане (до 5500 м), резко сокращающуюся в Северном Тянь-Шане (до 200 м). Фациальный облик толщ свидетельствует о возникновении в Среднем Тянь-Шане и на севере Тарима крутых уступов (с конседиментационными разломами) в условиях горного рельефа, в пределах Среднего Тянь-Шаня ступенчато погружающегося в северном, а в Тариме — предположительно в южном направлениях. Со склонов этих уступов устремлялась масса обломочного материала, в т.ч. и ледникового, который разносился системой гравитационных потоков в континентальных условиях. Затем явно выраженная тенденция общего погружения территории привела к появлению мелководно-морских обстановок шельфового типа.

Тиллит-тиллоидное (лапландское) время глобального оледенения для Тянь-Шаня, Северного Тарима и, вероятно, Урала было сопряжено с формированием горных поясов. Тектоническая обстановка раннего венда напоминает современный Тянь-Шаньский эпиплатформенный ороген, также рифто-

генный [4]. Состав и строение, фациальная изменчивость верхнерифейско-нижневендских формаций Тарима, Северного и Среднего Тянь-Шаня близки к формациям молодых континентальных рифтов, таких как Байкальский, Восточно-Африканский, Рейнский.

Перед поздним вендом в Тянь-Шане и Северном Тариме произошли обширное проседание, региональное растяжение и, возможно, сползание поднятых блоков по лирическим разломам. В результате этого в Южном Тянь-Шане предполагается новообразование гетерогенного глыбового фундамента (сейчас не обнажающегося), подвергнувшегося вместе с окружающими территориями денудации и интенсивному выветриванию.

Новое поздневендское погружение и морская трансгрессия привели к накоплению (суб)литеральных маломощных, но очень выдержанных на огромных пространствах (Казахстан, Тянь-Шань, Китай, Иран, Афганистан) преимущественно карбонатной и фосфорито-кремнистой формаций верхнего венда — нижнего кембрия. Основание молодого чехла в пределах Таласо-Каратауской зоны представлено автохтонной красноцветной формацией относительно небольшой мощности. В известняках содержатся строматолиты, фитолиты, черви, метазоа, первые конодонтоморфные организмы уровня немакит-далдынского горизонта Сибири

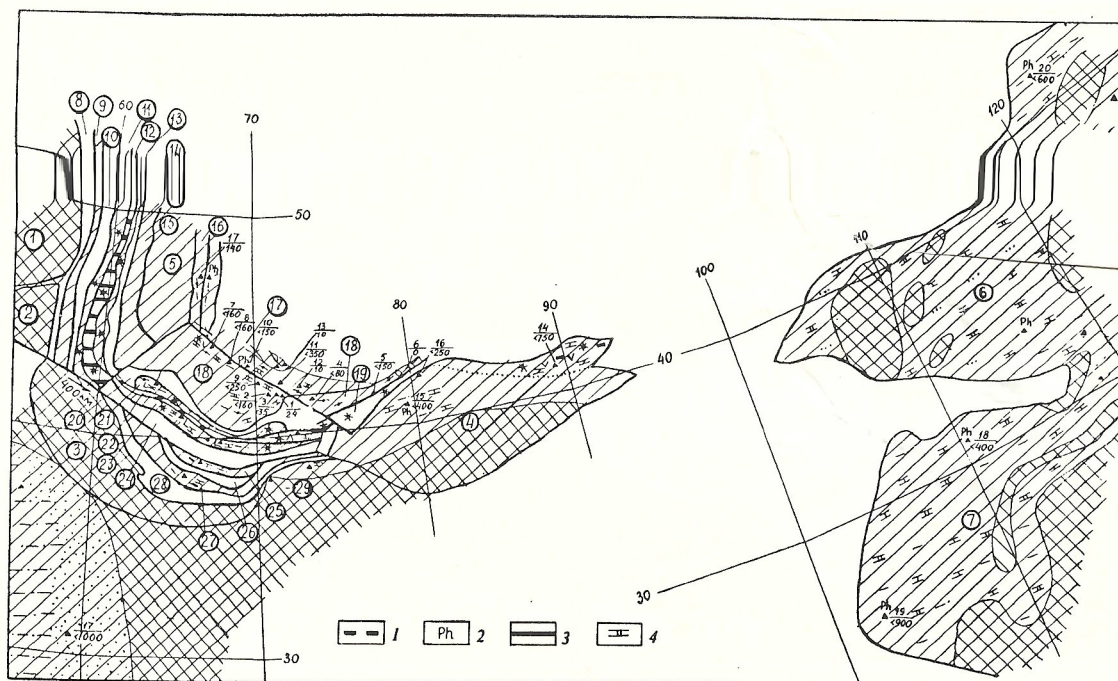


Рис. 2. Литолого-палеогеографическая схема для раннего кембрия:

1 — кремни; 2 — фосфориты; 3 — морской бассейн центральной (?) рифтовой магматогенной щели с контрастным рельефом дна, на коре с неясным основанием; 4 — преимущественно доломиты. Цифры в кружках — основные тектонические единицы: 1 — юго-западное окончание Русской платформы; массивы: 2 — Северо-Устьюртский, 3 — Каракумский, 4 — Таримский, 5 — Тургайский; 6 — Северо-Китайская платформа, 7 — Южно-Китайская платформа; структурно-формационные зоны уральского простираения: 8 — Западно-Уральская, 9 — Уралтауская, 10 — Тагильско-Магнитогорская, 11 — Восточно-Уральская (поднятие), 12 — то же, (прогиб), 13 — Зауральская, 14 — Денисовская, 15 — Валерьяновская, 16 — Байконурская; 17 — Северный Тянь-Шань; 18 — Срединный Тянь-Шань; 19 — Кокшаальская часть Южного Тянь-Шаня; структурно-формационные зоны Южного Тянь-Шаня: 20 — Карачатырская (Северо-Букантауская), 21 — Южно-Букантауская, 22 — Туркестано-Алайская, 23 — Зарафшано-Туркестанская, 24 — Зарафшано-Алайская и Южно-Гиссарская, 25 — Байсунская, 26 — Курган-Тюбинская, 27 — Кугитанская (Дарваз-Заалайская), 28 — Южно-Амударьинская (Калайхумб-Сауксайская); 29 — Памир; остальные усл. обозн. см. рис. 1

и нижней части яруса Мейшукун Китая, отнесенные к позднему венду (последнее спорно). В.В.Миссаржевский отнес эти образования к дотоммотскому манькайскому ярусу нижнего кембрия, а китайские геологи считают нижнюю часть яруса Мейшукун нижнекембрийской. Глауконит из песчаников имеет возраст 560 ± 30 млн. лет. Перекрывает терригенно-карбонатная формация фосфоритоносной карбонатно-кремнистой мелководной толщей, содержащей в массовом количестве остатки первых скелетных организмов томмотского яруса нижнего кембрия (рис. 2) для верхней части яруса Мейшукун (трилобиты, губки, остракоды, водоросли, хиолиты).

В Иране низы разреза кембрия — «песчаник Лалун» — пурпурно-красные, косо-слоистые аркозово-кварцитовые песчаники (500—1000 м). Заканчивается разрез характерной белой «кварцевитовой кровлей» мощностью около 50 м, похожей на мелководную пурпурную песчанниковую свиту Соляного хребта в Пакистане, на нижнекембрийский песчаник Иордании и частично на песчаник Сак Аравии. В Иране это — основание чехла Иранского массива. Несомненно сходство его с чехлом северной части Аравийской платформы, которая отличается

лишь большей мощностью и более «морским» характером.

Своеобразный разрез нижнего кембрия (более 700 м) наблюдается в хр. Куруктаг, где развиты подводные андезитовые лавы с подушечной отдельностью, в верхах с агломератами и туфопесчаниками.

В осевой Туркестано-Алайской зоне современного Южного Тянь-Шаня в условиях морского бассейна с контрастным рельефом дна накопилась мощная (до 2 км) непрерывно дифференцированная базальт-андезит-риолитовая известково-щелочная вулканогенная толща с линзовидными горизонтами органогенных известняков, с археоциатами и микрофилитами, визуально не связанная с офиолитами (Улугтау-Карачатыр). Возможно, это центральная магматогенная щель следующей, предокеанической, стадии рифтогенеза [24]. К северу и югу от нее на прилегающих континентальных окраинах формировались вулканогенно-кремнисто-карбонатно-терригенные литоральные комплексы (тасказганская и кокпатаасская свиты и их аналоги) областей рассеянного спрединга, в которых встречались хитинозои, радиолярии, цианеи, сколекодонты. Реконструкция первичного состава этих значительно метаморфизованных толщ позволила установить толеитовые базальты и ан-

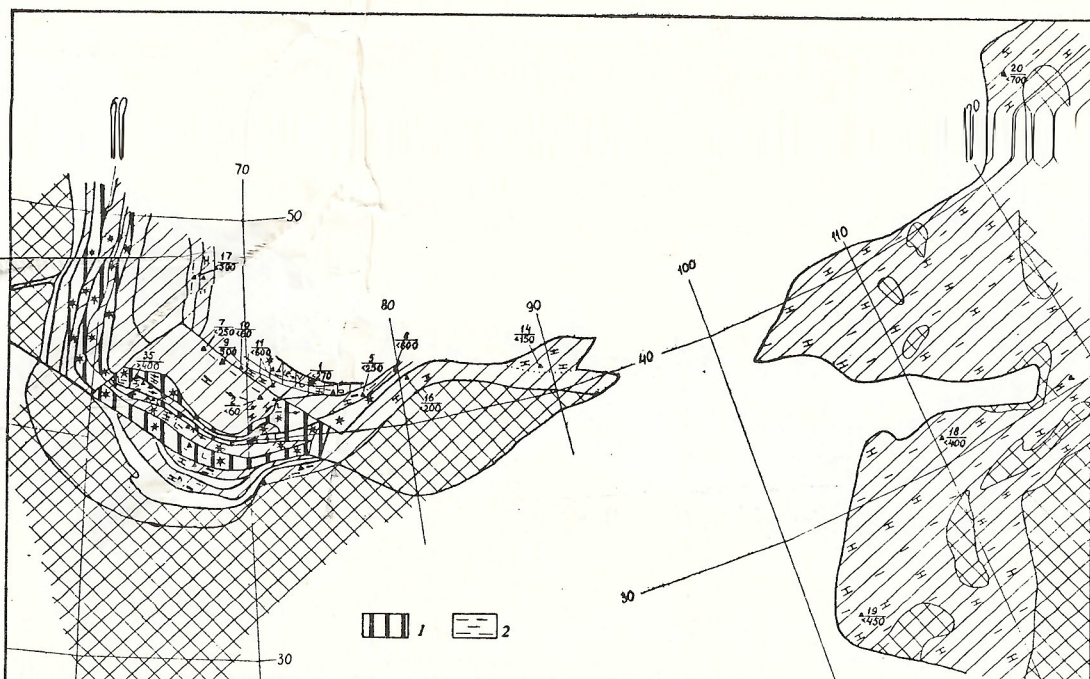


Рис. 3. Литолого-палеогеографическая схема для раннего ордовика:

1 — батталь-абиссаль (глубже 200 м) с корой океанического типа; 2 — преимущественно глинистые породы; остальные усл. обозн. см. рис. 1, 2

дезитобазальты с тенденцией раскисления и появления щелочных разностей по вертикали и латерали. Еще севернее и южнее вулканы исчезают, а вверх по разрезу появляются карбонатно-кремнисто-сланцевые (с калькаренидами) образования шельфа, континентальных склонов и подножий [7] с трилобитами, археоциатами, водорослями. Осадконакопление происходило на фоне глубокого химического выветривания пород области сноса в условиях гумидного климата, что привело к сохранению лишь наиболее устойчивых минералов и обломков пород.

На юге Южного Тянь-Шаня кембрийские отложения представлены толщей шельфовых металавропелитов с линзами и прослоями известняков и кремней южной пассивной континентальной окраины, с микрофитолитами строматолитами и акритархами.

В Среднем Тянь-Шане кембрийские отложения — это шельфовые доломиты и известняки северной пассивной континентальной окраины, часто с линзами и углеродисто-глинисто-кремнистыми сланцами. В Талассо-Каратауской зоне Северного Тянь-Шаня разрез отличается непрерывным и интенсивным карбонатонакоплением, со скелетной раковинной фауной (карбонатная банка?).

В Киргизско-Терской зоне с размытом на более древних толщах залегают мощные (до 3500 м) шаровые лавы и разнообразные туфы базальтового и андезитобазальтового составов с подчиненными яшмами и кремнистыми сланцами. Вулканы разделены на толеитовую и щелочно-оливин-базальтовую серии. В целом вулканы

имеют общую дифференциацию, характеризующую зоны устойчивых прогибов, вероятно, батталь. Все кремнистые и яшмовидные образования этого разреза содержат обильную фито- и зоопроблематику, радиолярии, спиккулы губок, остракоды и гастроподы среднего кембрия — тремадока, водоросли раннего(?) кембрия.

С раннего ордовика (рис. 3, 4) в пределах Южного Тянь-Шаня (синхронно со Средним и Южным Уралом) уже в трех зонах (Карачатырская, Туркестано-Алайская, Зарафшано-Алайская + Южно-Гиссарская) фиксировались ордовикско-нижнесилурийские офиолитовые зеленосланцевые серии с меланократовыми основаниями. Нижние (до 1000 м) существенно метавулканогенные толщи этих серий условно относятся к раннему ордовика. В этих отложениях встречаются радиолярии, криноидеи, акритархи, хитинозои. Метавулканы представлены толеитовыми базальтами, петрохимически близкими к ультрабазит-габбровому основанию. Это означает латеральное расширение рифтогенных спрединговых процессов с очевидным новообразованием коры океанического типа. Первоначально все три офиолитовые серии относились к океаническим, но в последние годы в Узбекистане наметилась тенденция к трактовке их по петрохимическим данным как островодужных образований. Если это справедливо, то с ними генетически должны быть сопряжены собственно океанические толщи батталь-абиссали, позже, возможно, субдцированные.

В разделяющих эти офиолиты Южно-Букантауской и Зарафшано-Туркестанской

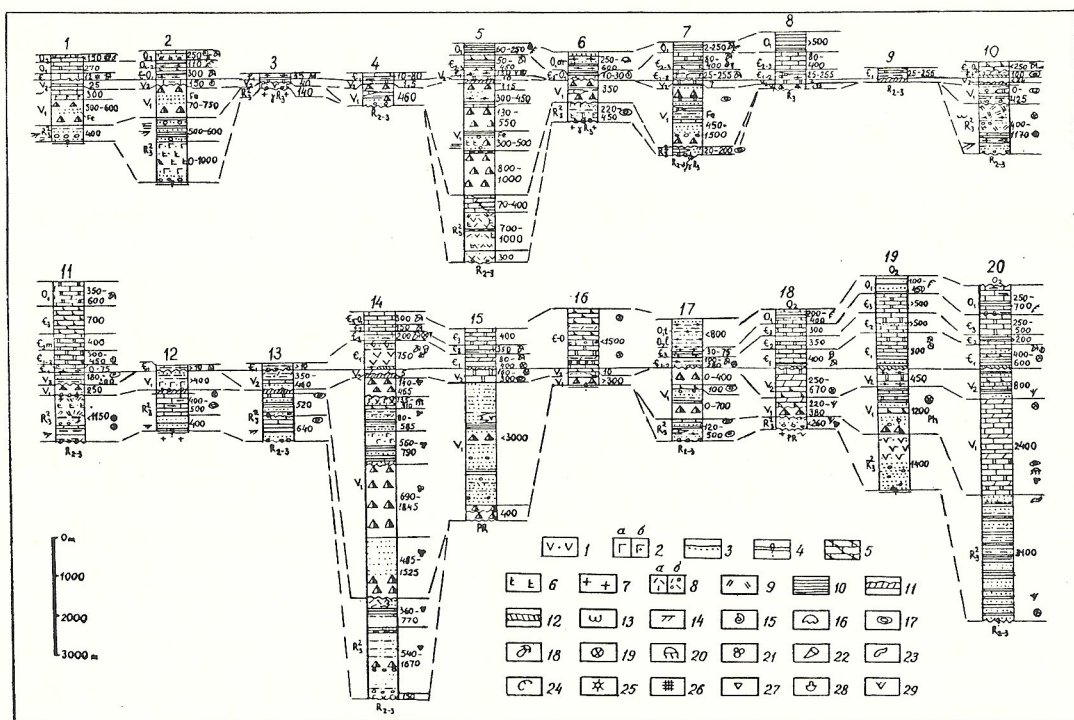


Рис. 4. Литолого-стратиграфические колонки разрезов (расположение разрезов см. на рис. 1):

1 — туфы среднего состава; 2 — лавы (а) и туфы (б) основного состава; 3 — градационная слоистость; 4 — неизвестное соотношение; 5 — известково-доломитовые породы смешанного состава и генезиса; 6 — субщелочные и щелочные базальты и андезитобазальты; 7 — гранитоиды; 8 — лавы (а) и туфы (б) кислого состава; 9 — трахириолиты; 10 — преимущественно глинистые зелено- и сероцветные породы; 11 — кора выветривания; 12 — фосфориты; 13 — волнистая слоистость; 14 — косяя слоистость; 15 — раковинная фауна; 16 — конодонты, сколекодонты; 17 — микрофитолиты, микропроблематика; 18 — трилобиты; 19 — водоросли и строматолиты; 20 — вендотеи; 21 — акритархи; 22 — археоциаты; 23 — черви, ходы илоедов; 24 — граптолиты; 25 — радиолярии; 26 — мшанки; 27 — спикулы губок, губки; 28 — хитинозои; 29 — растения; остальные усл. обозн. см. рис. 1, 2

зонах рассеянного спрединга характер и темпы осадконакопления принципиально унаследованы с кембрия. Далее к югу, в Байсунской, Кургантюбинской, Кугитангской зонах и на севере Тарима происходило накопление, по-видимому, шельфовых осадков южной пассивной континентальной окраины, аналогичных по составу кембрийским.

В Среднем Тянь-Шане тремадок чаще всего представлен шельфовыми серыми и зелеными глинистыми сланцами, частично замещающимися известняками; арениг — черными лидами, углисто-кремнистыми, углисто-глинистыми и глинистыми сланцами. Танатоценос — брахиоподы, трилобиты, граптолиты, наутилоидеи. Мощность нижнего ордовика 100—200 м и не зависит от фациального состава отложений.

В Таласо-Каратауской зоне нижний ордовик вместе с кембрием и средним ордовиком входит в состав единых мелководных карбонатных свит со скелетной раковинной фауной. Для более северной площади Северного Тянь-Шаня типичным является следующий разрез нижнего ордовика хр. Кара-Джорго [10]. Внизу (ϵ_2 — O_1) — существенно вулканогенно-кремнисто-терригенная (около 800 м) глубоководная толща. Выше несогласно залегают крупновалунные конгломе-

раты нижнего аренига (около 200 м) с олистоплаками карбонатных пород. В целом это тектоно-гравитационные и гравитационные микститы, проксимальные части батинальных конусов выноса.

Согласно залегающие отложения среднего — верхнего аренига внизу представлены гемипелагическими тонкополосчатыми черными глинистыми и глинисто-кремнистыми сланцами со спикулами губок. Мало мощные прослои кварц-полевошпатовых песчаников напоминают контуриты. На поверхности напластования видны следы ползания илоедов. Средняя часть разреза сложена крупнозернистыми песчаниками с прослоями пудинговых конгломератов и серых алевролитов. Завершается разрез флишевой толщей песчаников, алевролитов и аргиллитов.

Таким образом, в течение позднего рифея — раннего ордовика по вертикальной смене ландшафтно-тектонических обстановок наблюдаются последовательно сменяющиеся стадии развития Тянь-Шаня и Тарима: 1) дорифтового воздымания между платформой (пенепленом) и сводово-вулканическим континентальным рифтовым поясом (R_2^2 , около 30 млн. лет); 2) щелевого слабо-вулканического континентального рифтового пояса (V_1 , около 50 млн. лет); 3) межматерикового рифтового пояса (V_2 — ϵ ,

130 млн. лет); 4) Урало-Тянь-Шаньского океанического рифтового пояса (О₁ и далее)*. Третья стадия близка к ранней океанообразования (типа Северного Ледовитого океана), а четвертая — стадии зрелого океана (типа Атлантического и Индийского), по И.С.Грамбергу [9].

Общее состояние вопроса рифейско-палеозойского рифтогенеза в Средней Азии, существующие проблемы и противоречия в конкретных построениях освещены в работах [1, 4, 25]. О позднебайкальском континентальном рифтогенезе в Западном Тянь-Шане и трансформации его в кембрии в океанический рифтогенез авторы говорили и ранее [4]. Однако то, что в результате обобщения накопившихся геологических материалов отрисовывается такая четкая и последовательная картина зарождения и становления Урало-Тянь-Шаньского складчатого пояса, авторы и сами не ожидали.

Приведенное выше добавляет еще и событийные доказательства палеозойского возраста достаточно известных тасказганской, кокпатаасской, зеленосланцевых и других толщ (свит) Южного Тянь-Шаня, расположенных в полосе проявления палеозойских спрединговых процессов (с дальнейшей сложной историей их), которые разделили верхнерифейско-нижневендский рифтогенный горный пояс на две субпараллельные линейные части — Срединно-Тянь-Шаньскую и Западно-Уральско-Устюртско-Каракумско-Таримскую. Ранее [4, 6] приводились био- и литостратиграфические, геохимические, тектонические и другие обоснования палеозойского возраста этих толщ (свит), были сделаны выводы о непрерывности разрезов тасказганско-бесапанского, кокпатаасско-коксайского, учкудуктауского (маджерумского) и других комплексов (серий). К подобным выводам в 1994 г. пришли М.А.Ахмеджанов, И.М.Мирходжаев, А.В.Покровский и др., остановившись на возрасте перечисленных комплексов (серий) в интервале средний рифей — ордовик, т.е. подтвердили раннепалеозойский возраст по крайней мере верхних частей их разрезов. Однако непосредственное примыкание упомянутых комплексов к огромным площадям юга Евразии, где широко развиты предсинийские гранитоидные интрузии, региональные предсинийские несогласия и нижневендские тиллитсодержащие образования, в очередной раз свидетельствует в пользу палеозойского возраста упомянутых комплексов (серий).

В литературе [11, 32] рассматривается синхронный рифтогенез в позднем рифее — венде на Восточно-Европейской, Сибирской и Китайской платформах. Авторы поддерживают мнение [2, 11 и др.] о приуроченности этого рифтогенеза к распаду Пангеи.

* По классификации [24].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абдуллаев Р.Н., Далимов Т.Н., Мухин П.А. и др. Рифтогенез в развитии палеозойских складчатых областей. — Ташкент: Фан, 1989.
2. Брежнев В.Д. Докембрийские комплексы и некоторые черты геодинамики Восточного Тянь-Шаня и Северного Тарима (КНР) // Изв. вузов. Геология и разведка. 1991. № 2. С. 3—15.
3. Брежнев В.Д. О возрасте и строении фундамента Тарима // Докл. РАН. 1994. Т. 334. № 5. С. 607—610.
4. Бухарин А.К., Брежнев В.Д., Масленникова И.А. и др. Тектоника Западного Тянь-Шаня. — М.: Наука, 1989.
5. Бухарин А.К., Гарьковец В.Г., Пятков К.К. Основные черты тектонического строения палеозойской западной части Южного Тянь-Шаня и их обрамления // Тектоника Урало-Монгольского складчатого пояса. М., 1974. С. 107—116.
6. Бухарин А.К., Масленникова И.А., Пятков А.К. Домезозойские структурно-формационные зоны Западного Тянь-Шаня. Стратиграфия. — Ташкент: Фан, 1985.
7. Бухарин А.К., Масленникова И.А. Некоторые особенности додевонских черносланцевых толщ Южного Тянь-Шаня // Углеродисто-сланцевые формации Средней Азии (формирование, рудоносность, перспективы). Ташкент, 1992. С. 15—24.
8. Геология Кореи (перевод с корейского). — М.: Недра, 1964.
9. Грамберг И.С. Эволюционный ряд современных океанов // Региональная геология и металлогения. 1993. № 1. С. 53—62.
10. Зима М.Б., Максумова Р.А. Ордовик хр. Кара-Джорго (Северный Тянь-Шань) // Изв. АН СССР. Сер. геология. 1990. № 2. С. 74—81.
11. Ильин А.В. Массовое карбонатакопление в венде — раннем палеозое (тектонические аспекты) // Стратиграфия, литология рифей — венда Средней Азии, Казахстана, Сибири. Бишкек, 1992. С. 67—77.
12. Казьмин В.Г., Кулаков В.В. Некоторые черты тектонического строения Ирана и Афганистана // Бюлл. МОИП. Отд. геол. 1969. Т. XLIX. Вып. 2.
13. Киселев В.В., Королев В.Г. Палеотектоника докембрия и нижнего палеозоя Тянь-Шаня. — Фрунзе: Илим, 1981.
14. Киселев В.В., Беккер А.Ю., Аняров Ф.Х. Эпибайкальский докембрий Тянь-Шаня // Докембрий и нижний палеозой Тянь-Шаня. Фрунзе, 1988. С. 127—144.
15. Киселев В.В., Аняров Ф.Х. Венд тяньшаньских палеозойских палеозойских комплексов, литология, геохимия и рудоносность верхнего рифей-венда Средней Азии, Казахстана, Сибири. Бишкек, 1992. С. 23—33.
16. Киселев В.В., Аняров Ф.Х., Комаревцев В.Т., Цыганок Э.Н. Новые данные по геологии и геохронологии докембрия востока Срединного Тянь-Шаня // Докембрий и нижний палеозой Тянь-Шаня. Фрунзе, 1988. С. 65—83.
17. Королев В.Г., Максумова Р.А. Докембрийские тиллиты и тиллоиды Тянь-Шаня. — Фрунзе: Илим, 1984.
18. Королев В.Г., Максумова Р.А., Мамбетов А.М., Огурцова Р.Н. Венд и нижний кембрий в палеозойских Тянь-Шаня // Закономерности строения земной коры Тянь-Шаня и его металлогения. Фрунзе, 1985. С. 23—37.
19. Лю-Хун-Юн. Палеогеографический атлас Китая. — М.: ИЛ, 1962.
20. Максумова Р.А. Байкальский орогенный комплекс Северного Тянь-Шаня и Южного Казахстана. — Фрунзе: Илим, 1980.
21. Максумова Р.А., Коновод А.В., Огурцова Р.Н. Вулканогенные толщи нижнего палеозоя западной части Киргизского хребта (стратиграфия, петрохимическая характеристика, тектоническая позиция) // Каледониды Тянь-Шаня. Фрунзе, 1987. С. 43—64.
22. Максумова Р.А., Захаров И.Л., Зима М.Б. и др. Покровско-чешуйчатая структура ранних каледонид Тянь-Шаня в свете новых данных по стратиг-

- рафии нижнепалеозойских толщ // Докембрий и нижний палеозой Тянь-Шаня. Фрунзе, 1988. С. 144—152.
23. *Максумова Р.А.* Верхнерифей-вендские рифтогенные формации Тянь-Шаня // Стратиграфия, литология, геохимия и рудоносность верхнего рифея-венда Средней Азии, Казахстана, Сибири. Бишкек, 1992. С. 3—22.
 24. *Милановский Е.Е.* Основные типы рифтовых зон материков // Вестник МГУ. 1970. № 2. С. 13—35.
 25. *Мухин П.А., Каримов Х.К., Савчук Ю.С.* Палеозойская геодинамика Кызылкумов. — Ташкент: Фан, 1991.
 26. *Син Юйшен.* Синий и его положение в шкале геологического времени // 27 МКГ. Стратиграфия. Т. 1 (доклады). 1984. С. 127—135.
 27. *Судоргин А.А.* Эволюция вулканизма и осадконакопления в верхнем рифее-венде восточной части Среднего Тянь-Шаня // Стратиграфия, литология, геохимия и рудоносность верхнего рифея-венда Средней Азии, Казахстана, Сибири. Бишкек, 1992. С. 88—104.
 28. *Христов Е.В.* Новые данные о возрасте и тектонической позиции палеозойских отложений горного массива Хан-Тенгри // Докл. АН СССР. 1989. Т. 306. № 1. С. 166—168.
 29. *Христов Е.В.* Вендские отложения восточной части хребта Кок-Шаал-Тоо // Стратиграфия, литология, геохимия и рудоносность верхнего рифея-венда Средней Азии, Казахстана, Сибири. Бишкек, 1992. С. 33—36.
 30. *Ху-Шу-Хун.* Проблемы стратиграфии кембрия в горах Куруктаг // Новости зарубежной геологии. 1959. Вып. 13. С. 63—69.
 31. *Чумаков Н.М.* Докембрийские тиллиты и тиллоиды // Тр. ГИН. 1978. Вып. 308.
 32. *Шпунт Б.Р.* Вендский вулканизм и осадконакопление на Сибирской платформе // Стратиграфия, литология, геохимия и рудоносность верхнего рифея-венда Средней Азии, Казахстана, Сибири. Бишкек, 1992. С. 78—87.
 33. *Штеклин И.* Тектоника Ирана // Геотектоника. 1966. № 1. С. 3—21.

Принята редколлегией 30 октября 1995 г.

Гидрогеология и инженерная геология

УДК 556.33

© Г.С.Вартанян, В.М.Гольдберг, 1996

Влияние изменчивости проницаемости глин и напряженного состояния пород на условия закрытости водоносных систем

Г.С.ВАРТАНЯН, В.М.ГОЛЬДБЕРГ (ВСЕГИНГЕО)

Теоретическая и прикладная подземная гидродинамика рассматривает движение подземных вод по пласту и через разделяющие слои (водоупоры) преимущественно как задачу гидродинамическую, не учитывая при этом взаимодействие в системе вода — порода напряженное состояние пород, влияние этих двух факторов на фильтрационные свойства пород, движение через них подземных вод и техногенных растворов. Взаимодействие в системе вода — порода особенно сказывается на проницаемости глин, которая в значительной степени зависит от влияния физико-химических и геодинамических факторов, таких как температура среды, минерализация и состав фильтрующихся растворов, геостатистическое давление, переменные поля температур и давлений [1, 5—7, 9].

Существенно важное значение приобретает направление исследований, изучающее характер взаимосвязи между вариациями напряженного состояния пород, возникающими под влиянием естественных и техногенных факторов и гидродинамическим полем водоносных систем (поле уровней и давлений подземных вод, поле фильтрационных свойств водовмещающих и водоупорных пород). На этой основе разработано представление о гидрогеодеформационном (ГГД) поле [2—4]. Эти два фактора — физико-химические условия недр и их на-

пряженно-деформированное состояние — существенным образом влияют на фильтрационные свойства пород и гидродинамику водоносных систем. Этому воздействию подвергается в той или иной степени вся толща пород. Но его последствия особенно сказываются на глинах, играющих важную роль в подземной гидросфере, и определяют закрытость водоносных систем.

Глинистые породы слагают более 60 % осадочной толщи и встречаются в отложениях различного возраста от кембрия до плейстоцена включительно. Глины отличаются очень малыми размерами слагающих их частиц (по Р.Гриму, не более 2 мкм), огромной удельной поверхностью этих частиц, заполнением порового пространства связанной водой, чрезвычайно низкой водопроницаемостью (10^{-3} — 10^{-5} м/сут и менее).

Глинистые толщи издавна в гидрогеологии рассматриваются в качестве водоупоров, разделяющих водоносные горизонты. Одновременно глины являются регуляторами вертикального водообмена и перетекания между водоносными горизонтами. За счет отжатия воды из глин могут пополняться запасы подземных вод и изменяться их химический состав. Глины обеспечивают природную защищенность водоносных горизонтов от проникновения в них загрязненных веществ с поверхности земли. Таким обра-

зом, роль глин очень велика в природном и техногенном формировании подземных вод. Изучение водоупорных глинистых слоев приобретает первостепенное значение в связи с проблемой охраны подземных вод от загрязнения, безопасным размещением отходов, обоснованием закачки сточных вод в глубокие горизонты и др.

В природных условиях и тем более в условиях техногенного воздействия в геологической среде образуются неоднородные зоны по гидрогеохимическим и температурным признакам. Это особенно проявляется при загрязнении водоносных горизонтов и закачке в них промышленных сточных вод. В этом случае образуется система неоднородных жидкостей (техногенные растворы — подземные воды), различающихся по минерализации, химическому составу, температуре.

Проницаемость глин определяется размерами глинистых частиц, строением кристаллической решетки глинистых минералов, а также составом поглощенных катионов. Этими факторами обусловлены количество и свойства связанной воды в глинах, что в конечном счете оказывает решающее влияние на проницаемость глин, а изменение количества связанной воды — на масштабы изменения проницаемости глин. Этот вывод послужил отправным пунктом и теоретической основой для проведения экспериментальных исследований проницаемости глин при переменных температурах, давлениях и минерализациях фильтрующихся растворов.

Кратко рассмотрим некоторые особенности строения глин и свойств связанной воды в них, которые даны на основе работ [8, 10—12].

Из трех основных групп глинистых минералов наибольшее количество связанной воды содержится в монтмориллонитовых глинах, меньшее — в гидрослюдах, еще меньшее — в каолинитах. Соответственно амплитуда изменения количества связанной воды убывает от первых к последним. Данные различия для указанных групп глин вызваны различием строения их кристаллохимической решетки и размерами частиц, которые увеличиваются от монтмориллонита к каолиниту. Особый интерес представляет различие строения решеток у этих минералов. У монтмориллонитовых глин кристаллическая решетка отличается наибольшей подвижностью, она может раздвигаться под воздействием воды, у нее максимальная поверхность взаимодействия с водой (внешние и внутренние области), большая емкость поглощения обменных катионов. Вследствие этого в монтмориллонитах наибольшее количество связанной воды. Наоборот, каолиниты характеризуются весьма жесткой и мало раздвигающейся под действием воды кристаллической решеткой, очень небольшой активной поверхностью (только крае-

вые и дефектные сколовые части решетки), небольшой емкостью поглощения катионов и в итоге — значительно меньшим количеством связанной воды. По всем этим признакам гидрослюды занимают промежуточное положение.

Чем больше связанной воды в глинах, тем ниже их фильтрационные свойства. По этой причине из трех типов глин наименьшая проницаемость у монтмориллонита, даже очень небольшое количество которого в песках резко снижает их проницаемость. Из катионов особенно активно связывает воду натрий, поэтому Na-монтмориллонитовые глины отличаются самыми низкими фильтрационными свойствами.

Связанная вода в глинах подразделена на прочно- и рыхлосвязанную. Первая отличается сравнительно высокой сдвиговой прочностью, у второй она значительно ниже. Сдвиговая прочность связанной воды убывает с удалением от твердой поверхности частиц и увеличением температуры. С наличием сдвиговой прочности связанной воды связано понятие о начальной градиенте фильтрации. Толщина слоя и объем рыхлосвязанной воды во много раз больше, чем прочносвязанной. Основная часть объема пор глин приходится на рыхлосвязанную воду. С увеличением температуры и минерализации фильтрующейся жидкости толщина слоя связанной воды (главным образом рыхлосвязанной) уменьшается.

С этими положениями согласуются основные результаты проведенных исследований проницаемости глин и движения через них растворов [1, 5—7]. Эти исследования позволили расширить представления о закономерностях изменения фильтрационных свойств глинистых пород и особенностях движения воды в них. Они касаются минерализации и температуры фильтрующегося раствора на проницаемость глин, гистерезиса проницаемости, начального градиента фильтрации. Ниже рассмотрим основные результаты наших работ [5—7, 9], относящихся к указанным вопросам.

Установлено, что проницаемость одной и той же глины значительно меньше для пресной воды, чем для хлоридных растворов. С увеличением минерализации фильтрующегося раствора проницаемость глины возрастает и достигает своего максимума при минерализации 30—50 г/л, выше которой проницаемость глины практически не изменяется. Минимальная проницаемость глин для пресной (дистиллированной) воды и максимальная минерализация для высокоминерализованного раствора могут различаться в 3—4 раза и более для монтмориллонитовых и 1,5—2 раза для каолинитовых глин. Аналогичные результаты получены при фильтрации сульфатных растворов. Вследствие зависимости проницаемости глин от гидрохимических условий проницаемость глин в естественных условиях долж-

на определяться по отношению к поровому раствору, насыщающему глины в естественных условиях. При нарушении естественных гидрогеологических условий, например, при загрязнении подземных вод или закачке сточных вод проницаемость глин должна определяться по отношению к техногенным растворам или к их смеси с подземной водой.

Еще большее воздействие на проницаемость глин оказывает температура как фильтрующегося раствора, так и недр вообще. С повышением температуры проницаемость глин возрастает, причем более сильно, чем под влиянием минерализации фильтрующегося раствора. Увеличение проницаемости происходит особенно интенсивно при температурах 40—60°C и продолжается до 90°C. С дальнейшим повышением температуры кривая проницаемости выполаживается. Если принять проницаемость при температуре 20°C минимальной, а при 80—90°C — максимальной, то отношение этих проницаемостей может достигать порядка и даже двух порядков: для каолинитовых глин оно составляет 3—5 раз, для монтмориллонитовых — 10—15 раз и более.

Увеличение проницаемости глин с повышением температуры объясняется усилением теплового движения молекул, уменьшением вследствие этого связи жидкости с твердыми поверхностями частиц и переходов поровой жидкости из связанного состояния в свободное. Вследствие сокращения слоя связанной воды увеличивается активное поровое пространство, что ведет к увеличению проницаемости глин. Значительное увеличение проницаемости глин при температуре 40—60°C обусловлено тем, что в этом интервале происходит интенсивное разрушение рыхлосвязанной воды. Следует отметить, что рыхлосвязанная вода неоднородна по степени энергетической связи с твердой поверхностью частиц: чем ближе к поверхности, тем эта связь сильнее. Поэтому связанная вода разрушается постепенно, по мере повышения температуры, а следовательно, с увеличением скорости теплового движения молекул воды, но наиболее интенсивно это разрушение связанной воды начинается при температуре 40—60°C.

Тенденция к выполаживанию кривой проницаемости при температурах более 90°C может быть объяснена тем, что в этих условиях практически разрушается вся рыхлосвязанная и большая часть прочносвязанной воды, поровая вода становится свободной жидкостью. Дальнейшее повышение температур разрушает оставшееся незначительное количество связанной воды и дает уже небольшую добавку к ранее образовавшемуся количеству свободной воды, а следовательно, и незначительный прирост активного порового пространства и обусловленной им проницаемости. Поэтому при температу-

рах 90—100°C проницаемость глин достигает своего максимума и становится постоянной для данного геостатического давления.

Значительный интерес представляют установленные в результате экспериментов гистерезисные явления проницаемости при прямых и обратных температурных и механических нагрузках на глины. Суть этого явления заключается в том, что начальная проницаемость глин в исходной точке при повышении температуры или механической нагрузки (прямой ход) не совпадает с проницаемостью в этой же точке при последующем снижении температуры или механической нагрузки до их начальных значений (обратный ход). Возникает остаточная проницаемость, которая постепенно убывает по мере многократного повторения прямого и обратного хода температур или механических нагрузок. Это можно трактовать как наличие у глин фильтрационной «памяти», вызванной переменными температурными и механическими напряжениями. Глина как бы «помнит» имевшие в прошлом воздействия на породы, отразившиеся на свойствах глин, в т.ч. на их проницаемости.

Может быть, гистерезис проницаемости глин позволит как-то оценить прошлые температурные и механические условия, в которых происходило формирование породы.

Исследования режима фильтрации в глинах при переменных градиентах напора, переменных температурах (20, 70 и 90°C) пресной воды и хлоридных растворов (NaCl, CaCl₂) показали, что в области больших градиентов напора отмечается линейный закон фильтрации (прямолинейная зависимость скорости фильтрации от градиента напора, нелинейная зависимость скорости фильтрации от градиента напора). При снижении градиента напора происходит нарушение линейного закона фильтрации. Переход от линейной фильтрации к нелинейной проявляется в резком снижении расхода фильтрующейся жидкости и коэффициента проницаемости, непропорциональном темпу уменьшения градиента напора. В исследуемых образцах монтмориллонитовых и каолинитовых глин это изменение режима фильтрации происходит при градиентах напора 5—80, которые мы называем переходным интервалом режима фильтрации.

Большие градиенты в этом интервале соответствуют монтмориллонитовым глинам, меньшие — каолинитовым. Нижний предел переходного интервала условно может быть назван начальным градиентом фильтрации J_0 . С таким условным начальным градиентом связано не полное прекращение фильтрации, как это обычно трактуется, а резкое изменение режима фильтрации внутри переходного интервала. За нижним пределом, именуемым нами условным начальным градиентом, фильтрация через глину сильно

уменьшается, но полностью не прекращается, она становится технически трудно определяемой. В этой связи принятая в литературе трактовка начального градиента как такового, ниже которого движение жидкости через глину прекращается полностью, является необоснованной.

Условный начальный градиент J_0 одной и той же глины больше для пресной воды и меньше для хлоридного раствора. На J_0 влияет состав поглощенных катионов: в натриевых глинах он выше, чем в кальциевых.

Особенно сильное воздействие на переходный интервал градиентов и его нижний предел J_0 оказывает температура: при ее повышении J_0 убывает и при достаточно высоких температурах может вообще не проявляться. Так, в опытах с монтмориллонитовой глиной J_0 при 20°C составлял 40—50, при 70°C уменьшился до 10, при 90°C снизился до такого уровня, что стал практически неулавливаемым.

Результаты экспериментальных исследований существенно уточняют ранние представления о начальном градиенте фильтрации в глинах и условиях его проявления в глубоких горизонтах. При этом, говоря об условиях, когда не принимается в расчет геодинамический фактор, можно резюмировать результаты экспериментов следующим образом.

1. Глинистый пласт проявляет неодинаковые экранирующие свойства в зависимости от физико-химической обстановки. В большей степени он является водоупором по отношению к пресным и холодным водам и в значительно меньшей степени по отношению к нагретым и минерализованным водам.

2. Коэффициент проницаемости глин — величина переменная; он зависит от гидрогеохимических и термодинамических условий, в которых находятся водоносный горизонт и водоупорная толща. Коэффициент проницаемости должен определяться с учетом возможных изменений этих условий.

3. Вследствие значительного повышения проницаемости глин под влиянием температуры следует ожидать в глубоких горизонтах увеличения вертикальной составляющей движения подземных вод и изменения соотношения между латеральной и вертикальной миграциями в сторону увеличения последней.

Как было показано ранее [2, 4], вся литосферная толща подвержена непрерывным знакопеременным геодинамическим перестройкам, протекающим в массивах пород и реализуемым в физическом времени. Такие смены напряженно-деформированного состояния заключаются в формировании и разрушении короткоживущих структур сжатия и растяжения, периодически замещающих друг друга, постоянно изменяющих свои ареалы и формы. Характерные

времена развития таких структур деформации составляют от первых суток до нескольких месяцев и даже лет, что связано с преобладающими в пределах конкретных ареалов тех или иных (эндогенных и близповерхностных) процессов. Экспериментально доказано, что размеры таких короткоживущих структур деформации колеблются в очень широких пределах и могут составлять от нескольких сотен до многих сотен тысяч квадратных километров.

Установление региональной нестационарности напряженно-деформационного состояния и физических свойств горных пород, имеющей высокие скорости перехода от одного состояния (сжатости) к другому (растяжению), является существенным положением для региональной гидрогеодинамики, поскольку дает основание для оценки роли ГГД-поля Земли в эволюции геофильтрационных условий в недрах.

Многочисленные экспериментальные данные свидетельствуют об изменении химического состава и повышении температуры подземных вод глубоких этажей разреза в периоды геодинамической активизации регионов и особенно перед мощными землетрясениями. В сейсмопрогностической практике эти показатели порой принимаются в качестве предвестника крупных геодинамических событий, физический механизм которых, по существу, заключается в превышении предела прочности крупных масс горных пород и мгновенном высвобождении энергии, сопровождающем образование разрывов сплошности.

Очевидно, было бы справедливо считать, что землетрясение является некоторой предельной и даже аномальной стадией, замыкающей ход деформационного процесса. Однако, если обратиться к результатам ГГД-мониторинга, то можно отметить, что в сейсмически спокойные периоды в горноскладчатых и в геодинамически спокойных платформенных регионах также фиксируются значительные флуктуации гидрогеодеформационного поля, регистрируемые в гидродинамических, гидрохимических и гидротермических показателях. При этом, например, можно регистрировать попеременные во времени увеличения и восстановления исходных давлений в хорошо изолированном глинистыми толщами напорном водоносном горизонте. Такие процессы прослеживаются на больших площадях и проявляются в своеобразном мерцательно-пульсирующем режиме напряженно-деформированного состояния геосреды, что дало основание сформулировать гипотезу «блуждающих сит» [13].

Сущность предполагаемого механизма вертикально-горизонтальной фильтрации заключается в периодическом приоткрывании микропорового пространства глинистых толщ под воздействием процессов растяжения, приходящихся на некоторый конкрет-

ный участок водонапорной системы. В этот период наблюдается восходящая площадная разгрузка более высоконапорных (минерализованных, нагретых) подземных вод из нижележащей водоносной толщи, а также из самого глинистого водоупора. Впоследствии, после смены знака деформации с растяжения на сжатие, в пределах этого фильтровавшего участка поступление восходящих напорных флюидов прекращается, и «блуждающее сито» оказывается в другой части водонапорной системы, где будет иметь место процесс растяжения толщ, в т.ч. и глинистых пород водоупора.

Таким образом, вследствие переменного знака напряжений могут возникать локальные и ограниченные во времени области питания и разгрузки подземных вод, связанные с отжатием поровых вод из глин или поглощением глинами воды из водоносного горизонта, а также вертикальная миграция транзитных нижележащих вод.

Такие процессы скоротечной смены напряженно-деформированного состояния горных пород, и в т.ч. водоупорных толщ, должны накладывать определенный отпечаток на гидродинамику и геохимию водных растворов в недрах, в силу чего некоторые теоретические посылки и экспериментальные результаты, полученные без учета ГГД-фактора, по-видимому, должны быть скорректированы, исходя из нестационарности геодинамических условий в водопроводящей и изолирующей системах и вызванного этим перераспределения в порово-трещинном геологическом пространстве подвижных флюидальных масс.

Очевидно, эффект «блуждающих сит» и изменчивость проницаемости глин следует учитывать при решении таких важных в практическом отношении задач, как выбор мест сброса токсичных и высокорadioактивных стоков, оценка участков, перспективных для создания «сухих котлов» и др.

Подводя итог изложенному, можно отметить, что влияние аномальных температур и химических условий на фильтрационные свойства пород и, прежде всего, глинистых водоупоров, изменение напряженно-деформированного состояния горных пород влияют на условия закрытости водоносных систем и могут способствовать возникновению локальных и спорадически действующих зон вертикального водообмена. Это особенно может проявиться при интенсивном воздействии на геологическую среду.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Бриллинг И.А.* Влияние давления и температуры на фильтрационные свойства глин // Связанная вода в дисперсных системах. М., 1977. Вып. 4. С. 82—90.
2. *Вартанян Г.С.* Способ прогноза землетрясений. Патент № 791021 на изобретение. Роспатент, 1979.
3. *Вартанян Г.С., Куликов Г.В.* Гидрогеодеформационное поле Земли // Докл. АН СССР. 1982. № 2. С. 310—314.
4. *Вартанян Г.С., Куликов Г.В.* О глобальном гидрогеодеформационном поле Земли // Сов. геол. 1983. № 5. С. 116—126.
5. *Гольдберг В.М., Скворцов Н.П.* Проницаемость и фильтрация в глинах. — М.: Недра, 1986.
6. *Гольдберг В.М., Скворцов Н.П.* Влияние геостатистического давления на проницаемость глин и глинистых пород // Водные ресурсы. 1979. № 4. С. 146—151.
7. *Гольдберг В.М., Скворцов Н.П.* Исследование влияния физико-химических условий и температур на начальный градиент и режим фильтрации в глинах // Водные ресурсы. 1981. № 6. С. 110—119.
8. *Злочевская Р.Н.* Связанная вода в глинах. — М.: изд. МГУ, 1969.
9. *Исследования фильтрации через глинистые породы* / Под ред. В.М. Гольдберга. М., 1983. Вып. 152. Тр. ВСЕГИНГЕО.
10. *Кульчицкий Л.И.* Роль воды в формировании свойств глинистых пород. — М.: Недра, 1975.
11. *Осипов В.И.* Природа прочностных и деформационных свойств глинистых пород. — М.: изд. МГУ, 1979.
12. *Сергеев Е.М.* Грунтоведение. — М.: изд. МГУ, 1971.
13. *Vartanyan G.S.* Deep Groundwater Flow Systems. Hydrological Science and Technology. Vol. 6, N 1—4, 1990. American Institute of Hydrology. Minneapolis, USA.

Наука и поиск

© И.Е.Воскресенская, 1996

Зарисовки к процессу творчества (Асимметрия поиска)

И.Е.ВОСКРЕСЕНСКАЯ (Институт кристаллографии РАН)

Вкрапления лингвистики — это изнутри. Так же, как и симметрия — это способ мышления.

Учась в Ленинграде, Горном институте, автор внутренним взором видела себя студенткой филологического факультета университета. И затем, работая в Москве, ИКАНе (области синтеза кристаллов), много занималась литературой, правовой. В частности имеющей и английские истоки.

Заметка о творчестве. Научном, конечно. Но

мысли — о языке, музыке — ростках нового. Пусть слабых, едва пробивающихся.

Scion [saɪən] — побег.*

Science [saɪəns] — наука [2].

Первое, что пожелал увидеть приехавший к нам в страну американец ядерщик Эдвард Теллер — дом

* Растения

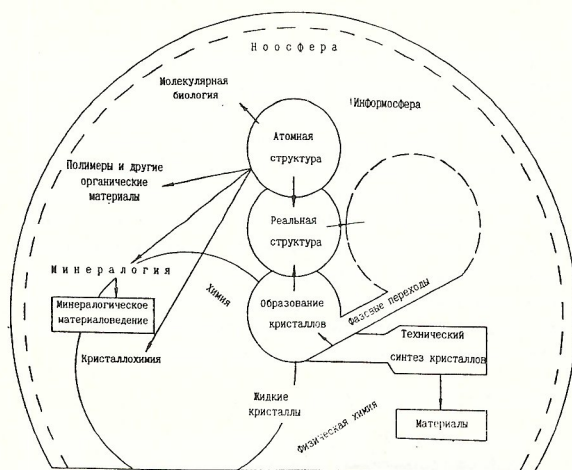


Рис. 1. Эскиз к схеме «Разделы кристаллографии и ее взаимосвязь с другими науками» [4]:

ноосфера Вернадского — в переносном смысле. Пунктиром обозначены — информосфера и условная вертикальная область процессов в проекции на схему. Ассоциирующихся с «пружиной» творчества

Курчатова. А войдя в гостиную, вынул ноты и заиграл. Бетховена, «который в бесконечность проникает».

А вот студенты Калифорнийского университета участвуют в проведении опытов. Лаборатория нейробиологии. Влияние Моцарта на интеллект: коэффициент ай-кью — абстрактное мышление.* Заметно возрастает, в пределах времени, конечно.

Творческое же мышление больше напоминает пожар в скупенном поселке, где все вопреки ожиданиям и ко всеобщему изумлению [8].

Однако мыслительный процесс творческого свойства можно представить и процессом синтеза, формирования понятий.

Личность творческая, только образная, — это о представителях искусства. Но в высших достижениях человечества приметы научного и художественного творчества совпадают.

Ноосфера Вернадского в прямом ее понимании...

Ниточка эта тянется к мироощущениям князя Одоевского, ученого и музыковеда, дерзнувшего соединить мысль и поэзию в «новую науку» [11].

Для действительности «очень важно соединить вместе все необходимое, собрать все направления под единой сферой. Потому что, если мы займемся этим именно (так) широко, глядя в будущее, можно получить очень ценные сведения, совершенно неожиданные...». Эти слова принадлежат уже Святославу Николаевичу Рериху. Из его последней статьи, август 1991 года.

Наша предыдущая работа фактически приблизилась к такому подходу (апрель 1991 года), и мы с благодарностью нашли тому подтверждение.

Понятие ноосфера «использовано» и в его переносном смысле. Имеется в виду первый рабочий эскиз к схеме «Взаимосвязь кристаллографии с другими науками» [7, 4]. Изначально приведенной в предисловии к четырехтомнику «Современная кристаллография».

На рис. 1 приведен второй эскиз с соответствующими дополнениями, появившимися за это время. Ноосфера Вернадского — и в переносном смысле также. Венчая и как бы очерчивая схему. Информосфера — в качестве подложки, питающей отчасти первую. С их обратной связью.

Еще одно — защищенность психологическая, которая также может ассоциироваться с ноосферой.

В.И.Вернадский подошел к своей биосфере в период

* Музыка в гармоническом плане и абстрактное мышление в плане пространственно-временном похожи.

социальных катаклизмов.* Он писал о том, что 1914—1918 годы самым решающим образом отразились в его научной работе, изменив в корне его геологическое миропонимание.

И далее, — что подошел к новому и тогда забытому пониманию природы, охватывающему и косную, и живую природу с одной и той же точки зрения.

«Казалось бы, теория симметрии выглядит законченной...», — эти слова написаны уже в 1993 году [5] о кристаллографии, вернее — ее развитии.

Всякая новая структура содержательного понятия предполагает его развитие по вертикали [12].

Асимметричные в своих элементах «биомакромолекулы — это особая форма упорядоченности со своей электронной, энергетической, конформационной структурой» [5]. И исследуется эта «высшая форма организации атомной структуры материи» через кристаллизацию.

Процесс синтеза понятий может быть предопределен тем, насколько существенными будут выбранное направление и понятия, включенные в область поиска; остановимся, вспомним...

1965 год. В своем предисловии к И.Костову Николай Васильевич Белов пишет о кристаллографии, что это не только схема, лежащая в основе (очень глубоко запятанной) физики твердого тела. Но и — активный инструмент познания.

Воспользуемся и мы этим инструментом, открывая дверь в царство иное. Мир творчества, Где от трудного таланта — *Срепение*.** Весна света.

Начнем с определения. Научное творчество тем и отличается от художественного, что любое его достижение стремится быть преодоленным (в движении).

Удивительная же логика подсказывает: к подлинно новому***, преодолевая трудности, идут ... через классику, наследие. Стремясь сохранить их современникам.

Spring — весна, по-английски, пружина тоже. Живое, упругое начало дорических**** колонн.

Если оба значения***** слова сливаются, открываются путь. Вот почему в сознании людей неизменно повторяется: «прелюдия витка», его «катализатор», сам «виток» и что — «все это повторится на витке еще большего напряжения».

Это — о траектории творческой. Витке спирали. Лестнице винтовой. В значениях слова «спираль» есть и понятие «пружина», как бы материализуя его. Spéira — виток (греч.).

Истоки же подобной «пружинности», очевидно, можно усмотреть в структуре интеллекта. В разворачивающемся в его плоскости противоборстве «регидного» и «гибкого» начал. Концепция известного исследователя-психолога творчества ученых Д.Гилфорда.

Перескажем теперь Советскую энциклопедию, 1979 г. Пружина — деталь машины или механизма для поглощения, накопления и отдачи механической энергии при своем деформировании (читай — воздействии внешней среды). У В.Ф.Одоевского в его замечательной сказке — «царевна-Пружинка». Правда, творчество всегда предполагает творца.

Вершиной творчества Алексея Васильевича Шубникова было его учение об антисимметрии, обобщившее наблюдения над объектами и окружающей средой. Работа вынашивалась так же, как и открытие Вернадского, в период большой социальной напряженности. И была доложена в октябре 1944 г. на общем собрании Академии наук СССР.

Обратимся к основным элементам двухцветной симметрии: «...по нашему предположению, — пишет А.В.Шубников, — положительная фигура может быть

* Введя понятие «Живое вещество».

** Озарение.

*** По Н.Ф.Овчинникову

**** Орден греческой архаики. Предтеча классики.

***** «Побудительное начало» и свойство, переходя-

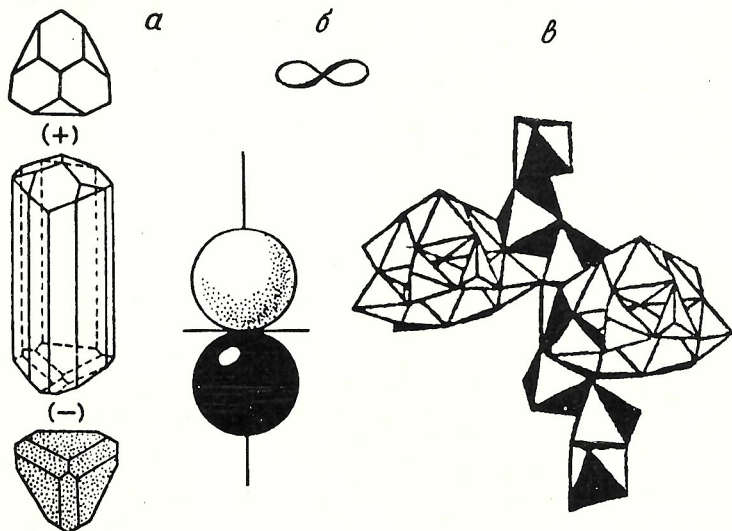


Рис. 2. Творческое преодоление, кристаллографическая символика:

пеплопритягатель — турмалин: а — кристалл; б — (анти-)симметричная фигура по А.В.Шубникову, пироэлектрические поверхности [10]; в — винтовые лестницы (вокруг 3_1 или 3_2) по Н.В.Белову — элементы структуры [3]

равна отрицательной. Этот вид равенства назовем противоположным равенством или антиравенством».

Очевидно, в некий момент к подобным допущениям относительно равнозначности старых и новых концепций должен прийти и ученый в своем творчестве. Антиномичности изначальной в научном творчестве уделялось внимание в психологии.

Состояние же, которое человек преодолевает, чтобы двигаться вперед, изначально адекватно (анти-)симметричной фигуре А.В.Шубникова (рис. 2, б). Побеждает свет.

По-видимому, если речь идет об объектах, противоположных по своим свойствам или дополняющих друг друга, примером могут служить все те же «винт и гайка». С возможностью модифицироваться и в винтовую пружину.

А из области, относящейся к кристаллографии, — одинаковые по форме положительные и отрицательные кристаллы.

Например, кристалл кубический и кубические пустоты в нем, образовавшиеся в процессе роста. Примером совершенного кристалла кубической сингонии, очевидно, «могут служить всесторонние ограненные и правильно развитые кристаллы алмаза». Выросшие, по-видимому, внутри расплавленной магмы при движении хаотическом и расплава, и кристалла («игрой цвета» — изнутри).

Это о «...взвешенном в расплаве, растворе или рыхлой среде кристалле» [13].

А приблизительно лет тридцать назад в среде отечественной творческой интеллигенции, вернее — литературе о ней, появилось — «взвешенная духовность».* Нужно отдать должное точности этого наблюдения. Островков ноосферы шестидесятых.

Капелька в воздухе из другого (анти-)симметричного примера А.В.Шубникова, июльским дождем пролиться готовая.

Год 1962. Постановлением Президиума АН СССР № 21 от 12 января в Институте кристаллографии появляется лаборатория поисковых исследований Алексея Васильевича Шубникова. Как проблемная отпочковывается она от лаборатории электрических свойств кристаллов, которую возглавлял Алексей Васильевич, будучи на директорском посту.

Начать можно... и с лаборатории Алексея Васильевича в Ленинграде — 1925—1934 гг.

При Минералогическом музее Академии наук специально для него устроена лаборатория кристаллографическая, получившая наименование «Кварцевой». И в Физико-техническом институте им организуется

* Термин связан с фильмом М.Хуциева «Июльский дождь».

«фабрика кристаллов» (изучение которых приводит Игоря Васильевича Курчатова к созданию теории сегнетоэлектричества). Период ленинградский,* перешедший затем в московский.

Творчество — состояние очевидно. Агрегатное? Целесообразно для синтеза нового представить процесс в виде состояний некоторой неопределенной физической среды. Ведь мы не можем не считаться еще и с существованием состояния межфазного. Помимо фазовых основных.

Это — и становление. Перенесемся теперь в Москву послевоенную. А.В.Шубников читает лекции студентам. «Это было творчество»... «его любовь к предмету электризовала аудиторию**...». И в лаборатории его в институте — электрических свойств кристаллов — также царил дух творчества.

Остановимся еще. Ненадолго. В период этот к лаборатории был приписан Петр Леонидович Капица, академик, «творческое непослушание» — принадлежит ему.

А «Праздник непослушания» — встретилось позже в 1992 году (в Издательстве детской и политической литературы).

Пьезоэлектричество осталось любимым детищем Алексея Васильевича. В пришедших на смену лаборатории поисковых исследований — «фазовых переходах» предпочтение было отдано исследованиям сегнетоэлектрическим. Лаборатория фазовых переходов создается в 1972 г. (на базе лаборатории поисковых исследований).

Видоизменение наименований лабораторий Алексея Васильевича и ее модификаций уже информативно само по себе.

1992 год, лаборатория фазовых переходов вливается в состав вновь созданной лаборатории кристаллофизики, замыкая таким образом — естественно — цикл. Лаборатория электрических свойств кристаллов остается таковой.

Приведем еще одну трактовку, обращаясь вновь к теме антисимметрии***: «...антисимметрию можно трактовать и как «двухфазную» симметрию, оттеняя в ней не противоположность взаимозаменяющихся качеств, а лишь различие и чередование в рамках общности природы, подобно двум фазам одного явления. Тогда естественен переход к «Р-фазной» симметрии...». Цветная симметрия. Истоки.

Толкование, дающее ассоциацию впоследствии для

* Стиль заложен еще в Екатеринбурге, в Университете, включавшем и Горный институт. Откуда А.Е.Ферсман и пригласил А.В.Шубникова для работы в Академию наук.

** Он никогда не повторялся, а находил новое (Копчик, 1984).

*** А.М.Заморзаев и др., 1978.

«цветного» (эвристического) видения творчества. Вернемся сейчас к рис. 1.

Думается, что не случайно проекция оказалась на территории, помеченной пунктиром. Изначального полигона физики твердого тела (схема из предисловия к работе [4]). Примыкая к фазовым переходам и сливаясь с областью кристаллофизики. И сферический треугольник — след турмалина (с помощью которого мы будем объясняться далее) вписался бы в нее.

Творчески активное начало — «свободное, имеющее возможность выбора, в силу этого незавершенное (и в известной мере непредсказуемое)»*. В этом смысле — асимметричное.

Если языком кристалла, то — подобно вертикальной ипостаси турмалина, единственному его асимметричному направлению, — L_3 (см. рис. 2, а). Живое же всегда — это развитие между двух полюсов (движение — диссимметрия).

И в части роста** и научных открытий вертикальная определяющая — доминанта творчества могла бы в равной мере быть отнесена к любой из представленных на эскизе наук.

Рис. 2 — посвящен турмалину. *Пеплопритягатель* — его имя из старинных учебников. «Загадочный кристалл», — написала некогда автору этих строк студентка Ленинградского университета.

Очевидно, это мнение было не чуждо и профессору Р.В.Дитриху из Мичиганского университета, поместившему на красном фоне обложки второго издания своей «Минералогии» (Bergy, Mason, Dietrich, 1983) полихромный кристалл. И бело-золотой вензель*** на обложке удивительной книги — «Очерки по структурной минералогии» Н.В.Белова говорит о том же (1976).

Притягательность этого минерала определила и начальный этап структурных исследований. Островной боросиликат — один из самых сложных**** — турмалин первым в послевоенные годы привлек внимание исследователей сразу нескольких стран (СССР, США, Япония).

В 1962 же году появляется работа, обобщившая предыдущие результаты*****. И — статья академика Белова. Где он, творчески применяя метод Полинга*****, дает интерпретацию структуры турмалина с позиций плотнейшей упаковки. Делая акцент психологически на элементах будущего — винтовых лестницах*****, что соединяют изолированные острова.

Можно усмотреть линию синтеза в трактовке и этих понятий (двухэтажные кольца в раннем варианте, 1949; к трехэтажной вырезке из аналога каолина в интерпретации).

Ф.Феллини в одном из своих интервью как-то говорит о сценарии, который сразу выкристаллизовался. Но был оставлен им. И тем не менее посылавшем свои импульсы (все время). Ситуация была названа радиоактивным топливом творчества.

Одна из последующих работ в исследуемом направлении — профессора П.Моора и его коллеги (1978). Речь пойдет о ближайшем аналоге турмалина — дюмортьерите. Исследования также велись советскими и американскими учеными. Интересно рассматривать в купе.

1. Деформированные октаэдры — позиция Z, сопряженные в винтовую лестницу. Вокруг 3_1 или 3_2 . Заняты в основном алюминием. У турмалина. 2. Соединенные в трубки колонки, тянущиеся вдоль оси z. Октаэдры алюминия, скрепленные общими ребрами. Дюмортьерит. Колонка же более прочная — стержень трубки — октаэдры соединены основаниями... Кристаллов язык.

Говорить собственным голосом. Значить, звучать

* И.С.Кон, 1984.

** В отличие от кристаллов — внутреннего.

*** Элемент структуры турмалина. Винтовые лестницы вокруг осей 3_1 или 3_2 .

**** $XY_3Z_6B_3Si_6O_{27}(OH,F)_4$.

***** «Acta cryst.» 1962, 15, 583—590.

***** Л.Полинг — дважды лауреат Нобелевской премии.

***** Дислокациях, обусловленных не совсем стандартным вхождением бора.

а



б

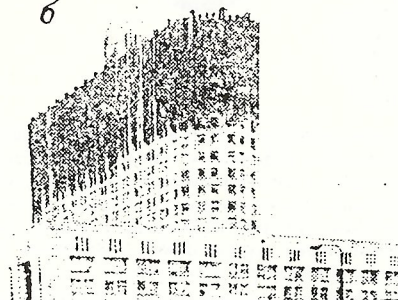


Рис. 3. Штрих социальный:

а — стратегия разума (фирма Монсанта, 1991); б — одоление

(sound) — свободы результат. Той, что необходимость уже преодоленная. Сети глобальные информационные впервые позволили «обитателю» ноосферы (Ното Futurus*) обратиться ко всем людям на языке нового.

Есть мнение, что в Англии, например, сейчас уже меритократия (от merit — англ. достоинство). То есть власть талантливых людей, поднявшихся по образовательной лестнице, «... мы весьма искусственно разделяем два процесса — учебу и творчество» [6], — «...это один процесс».

На рис. 3 (а, б) — штрихи творчества. Нижний узнаваем, очевидно, графика социальная, преодоление, оставшееся таковым. Верхний — образ, троекратно повторенный. В проспекте фирмы Монсанта, 1991. «Sound strategy» (что значит — и разумная). Руки людей подняты. На них кристалл. Лучи, желтый посередине**. Тот, что у нас — светлый.

Одним из главных допущений работы отчасти явилось предположение, «что прошлое, настоящее и будущее есть не последовательность по своей природе и сущности, а совместность. Позволяющая взаимопроникновение из одного временного пласта в другой».

Кристаллография — наука точная и как таковая своим рождением обязана году 1669. Пример из жизни науки также ее родоначальницы.

Год 1869-й. Дневниковая запись Д.И.Менделеева, датированная 17-м февраля (по старому стилю). В этот день ученый обращает внимание на близость значений атомного веса у элементов химически чрезвычайно различных между собой и даже противоположных (полярных). Таких, как к примеру хлор-галлоид (35,5) и щелочной металл — калий (39,1) [9]. По сути момент кульминационный открытия очень близок графически изображенному на рис. 2, б (если элементы представлены сферами соответственно их «атомным весам» и свойствам).

* Человек опережающий в контексте, будущий.

** В оригинале.

И как только ученый оказывается способным сблизить между собой калий и хлор по величине атомных их весов, открывается путь — к решению задачи. Периодическому закону химических элементов*.

Существуют три ступени научного открытия, творческого преодоления (чтобы возможен был шаг лестницы винтовой): единичное (Е), особенное (О), всеобщее (В). Описанное выше можно было бы представить как «перешагивание с О на В».

Или... возникновение кристалла — преодоление активационного барьера. В творчестве научном связано оно с преградой познавательной. И вот — трамплин**, прыжок. Сила интуиции.

Трудом Б.М.Кедрова [9] встречено единомыслие, опора. В очередной раз. Тема данной заметки намечена лишь пунктирно. Предполагая развитие ее и в дальнейшем.

Автор позволит себе выразить сердечную признательность отцу Евгению Николаевичу Воскресенскому.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алексей Васильевич Шубников. — Л.: Наука, 1984.

* И «Заветные мысли», звучащие столь современно, также принадлежат Менделееву.

** Spring-board (англ.)

2. *Англо-русский словарь* / Сост. В.К.Мюллер. — М.: ОГИЗ, 1943.
3. Белов Н.В. Очерки по структурной минералогии. — М.: Недра, 1976.
4. Вайнштейн Б.К. Предисловие к четырехтомному изданию «Современная кристаллография». — М.: Наука, 1970. Т. 1.
5. Вайнштейн Б.К. Развитие современной кристаллографии // Кристаллы. Рост, структура, свойства. К 50-летию Института кристаллографии РАН. М., 1993. С. 3—17.
6. Велихов Е.П. Задача все та же — учиться! // Наука и жизнь. 1981. № 9. С. 62—63.
7. Воскресенская И.Е., Тыминский В.Г. К вопросу об открытиях в области минералого-кристаллографических наук // Сов. геология. 1991. № 4. С. 81—85.
8. Гумилевский Л. Вернадский. М.: Молодая гвардия, 1961.
9. Кедров Б.М. О путях научного творчества // Междисциплинарный подход к исследованию научного творчества. М., 1990. С. 9—22.
10. Костов И. Кристаллография. — М.: Мир, 1965.
11. Одоевский В.Ф. Русские ночи. — Л.: Наука, 1975.
12. Сивков О.Я. Алгоритмизация мышления в научном и техническом творчестве. — М.: Ассоциация «Коньково», 1992.
13. Шафрановский И.И. Лекции по кристалломорфологии минералов. — Львов: Изд-во Львовского университета, 1960.

Хроника

© В.Ф.Рогов, Г.В.Ручкин, 1996

В Президиуме Российского геологического общества

В.Ф.РОГОВ (РосГеО), Г.В.РУЧКИН (ЦНИГРИ)

14 марта 1996 г. состоялось расширенное заседание Президиума РосГеО, в работе которого приняли участие геологи, ученые, специалисты, работники аппарата Роскомнедра, преподаватели вузов, представители смежных отраслей.

На заседании были рассмотрены проблемы состояния минерально-сырьевого комплекса России на фоне анализа мировых тенденций развития этой области.

С докладом выступил доктор геолого-минералогических наук, академик АЕН РФ Попов В.В. Им подготовлен соответствующий аналитический обзор, изданный РосГеО.*

В докладе показано, что в последнем десятилетии XX в. продолжавшееся устойчивое экономическое развитие большинства зарубежных стран предопределялось стабильным, а по многим видам возрастающим производством и потреблением минеральных ресурсов. Их роль как энергетической и материальной основы индустриального прогресса и высокого жизненного уровня особенно проявляется в экономически развитых странах.

В то же время минерально-сырьевой комплекс России, включая сырьевую базу, несмотря на огромный потенциал, созданный до начала 90-х годов, и более высокую устойчивость по сравнению с другими отраслями экономики к выживанию в условиях реформирования, оказался в критическом состоянии. Продолжающийся спад производства минеральных ресурсов и промежуточной продукции из них, ухудшение сырьевых баз действующих предприятий, выбытие добывающих мощностей в период до 2000 г. и особенно до

2005—2010 гг. и неприятие мер по их восполнению, катастрофическое сокращение геологоразведочных работ чреваты разрушительными последствиями для всей экономики.

Осуществляемые реформы не создали благоприятных условий для гармоничного развития экономики и перестройки ее структуры, а напротив, повлиять на углубление разрыва между сырьевым и производящим машинами, оборудованием и другие виды готовой продукции секторами.

Устойчивое минерально-сырьевое обеспечение экономики страны требует восполнения выбывающих в ближайшие годы горнодобывающих и перерабатывающих мощностей за счет строительства новых на базе резервных месторождений, расширения действующих предприятий, технического перевооружения и внедрения более эффективных технологий, а также коренного улучшения состояния геологоразведочных работ и укрепления взаимодействия со странами СНГ в данной области.

Предлагаемые меры по освоению новых месторождений и реконструкции действующих горнообогатительных предприятий, а также взаимовыгодного сотрудничества с другими странами СНГ показывают, что их заблаговременное выполнение не только обеспечит компенсацию выбывающих мощностей в период до 2000 и 2010 гг., но и создаст условия для удовлетворения нарастающей потребности в минеральном сырье в последующей перспективе при условии ввода в промышленное освоение практически всех основных экономически рентабельных месторождений РФ. По некоторым видам полезных ископаемых уже возник дефицит в подготовленных запасов (нефть, марганец, хром, свинец, цинк, сурьма, фосфаты и др.). Исходя из этого и учитывая возросшие геологические сложности выявления новых

* В.В.Попов «Минерально-сырьевой комплекс России: результаты реформирования и проблемы. — М.: ОИФЗ РАН, 1995.

вых месторождений, особо остро встает проблема усиления геологоразведочных работ.

Однако объемы геологоразведочных работ сокращаются. Объем поисково-разведочного бурения на нефть и газ в 1994 г. снизился до 28 % по сравнению с 1991 г., а в новых перспективных районах его удельный вес составил всего лишь 5 %. Темпы снижения этих работ превышают в 2 раза темпы падения добычи нефти. За этот же период геологоразведочные работы на твердые полезные ископаемые уменьшились в 4—5 раз. Инвестиции в геологию за счет всех источников в сопоставимых ценах составили 12 % к уровню 1991 г. Получаемые приросты запасов в значительной мере не восполняют объемы добычи. Так, например, в 1994 г. прирост запасов по нефти в 1,6, а по газу в 2,6 раза оказался меньше добычи.

В связи с отсутствием реально действующих государственных механизмов не выполняются основные направления принятой Правительством РФ «Федеральной программы развития минерально-сырьевой базы Российской Федерации на 1994—2000 гг.», предусматривающей решение крайне важных задач по развитию минерально-сырьевой базы страны при минимально необходимых объемах работ.

Установленный порядок финансирования геологической разведки и воспроизводства минерально-сырьевой базы в основном за счет добывающих предприятий в условиях кризиса и неплатежей осуществляется крайне неудовлетворительно.

Регулирующая роль государства в развитии и использовании минерально-сырьевой базы, как это имеет место во многих странах, богатых минеральными ресурсами (США, Канада, Австралия и др.), в России пока неэффективна. Закон «О недрах» не создал надежного механизма, стимулирующего развитие и рациональное использование сырьевой базы, а также выполнение принятой в этих целях федеральной программы. Он нацелен в основном на процедуры лицензирования для освоения ранее разведанных месторождений. За период действия этого закона не выявлено новых существенных месторождений, а определенный им механизм финансирования геологоразведочных работ способствовал разрушению их организационной структуры, сокращению объемов, распаду многих производственных геологических коллективов.

В современных экономических условиях возрастают тенденции к выборочной, а зачастую хищнической отработке полезных ископаемых под давлением необходимости выживания предприятий, получения сиюминутного максимального эффекта.

Сейчас, как никогда ранее, на первый план выдвигается проблема бережного отношения к минеральным ресурсам на всех стадиях их добычи, переработки и использования. Подходы к их использованию с позиций выгоды текущего периода (в ущерб перспективе) должны решительно пресекаться государственными органами. Нерациональное использование минеральных ресурсов и даже второстепенное отношение к ним обусловлено не только сложившимися экономическими трудностями, но и неоправданным, широко распространенным представлением о какой-то якобы беспредельности и неисчерпаемости их в недрах Отечества.

Мировой и отечественный опыт показывает, что частота открытий новых месторождений, особенно в доступных регионах и на относительно небольших глубинах, уменьшилась резко. Достижения в научном геологическом прогнозе, применении сложной современной техники, аппаратуры, ЭВМ, всевозможных приборов, особенно геофизических, аэрокосмогеологических исследований, не компенсируют возрастающих затрат на поиски и разведку месторождений. Тенденции удорожания открытий, подготовки к отработке запасов полезных ископаемых, их добычи объективны и в перспективе будут проявляться в еще большей мере.

Учитывая специфику минерально-сырьевой проблемы и ее огромную важность для экономики страны, целесообразно, чтобы стратегия развития и контроль за рациональным использованием минеральных ресурсов

осуществлялись единым государственным органом. В этих целях следовало бы повысить статус с соответствующим расширением функций «Роскомнедра» до приоритетного органа, возглавляемого членом правительства, как это принято в других странах, даже менее богатых минеральным сырьем.

Придавая важное значение минерально-сырьевой проблеме на перспективу, многие страны осуществляют активную государственную политику. В США, например, политика обеспечения минеральным сырьем формируется специальным советом при президенте, а также правительственным советом по национальным ресурсам и окружающей среде. Участие во внешней геологической и минерально-сырьевой деятельности координируется комитетом по глобальной и международной геологии. Проводятся крупные исследования по прогнозу и оценке состояния, уровня потребления, цен и конъюнктуры минеральных ресурсов внутри страны и в мире. Результаты этих исследований учитываются как в регулировании использования собственных недр, так и во внешней экономической и политической деятельности.

Выход из создавшихся в отечественном сырьевом комплексе трудностей не может осуществляться в значительной мере за счет инвестирования иностранного капитала в освоение минеральных ресурсов. Стратегический выход заключается в мобилизации своих внутренних возможностей, в серьезном пересмотре содержания и направленности государственного регулирования страны в сфере минерально-сырьевой базы.

В обсуждении доклада приняли участие Президент АЕН РФ, доктор технических наук, профессор О.Л.Кузнецов, доктор г.-м.н. Л.В.Оганесян, академик АМР, доктор т.н. Г.В.Остроумов, академик АЕН РФ, д.г.-м.н. В.Ю.Зайченко, академик АТН, д.т.н., профессор В.Г.Кардыш, к.г.-м.н. В.А.Ярмолюк, к.г.-м.н. Н.В.Милитенко, член-корр. АЕН РФ В.Ф.Рогов, ученый секретарь РосГео С.И.Голиков и др. В выступлениях участников заседания отмечена высокая актуальность представленной работы, объективность оценки сложившейся ситуации, состояния минерально-сырьевого комплекса страны, правильность выводов и предлагаемых мер. Указывалось, что многие выводы и оценки совпадают с государственным докладом «О состоянии минерально-сырьевой базы Российской Федерации», представленным Правительству Комитетом РФ по геологии и использованию недр в марте 1996 г.

В результате обсуждения принято решение направить аналитический обзор В.В.Попова с запиской Российского геологического общества в адрес Президента РФ, Правительства России, Государственной Думы РФ, Совета безопасности РФ и в другие органы.

В записке, в частности, отмечается следующее.

Научно-техническая геологическая общественность крайне озабочена сложившейся обстановкой в минерально-сырьевом комплексе страны и катастрофическим положением геологии. Минерально-сырьевой комплекс является важнейшей составной частью экономики России, поскольку создает ее материальную основу, и на ближайшие годы является главным источником валютных поступлений. Очевидно, что воспроизводство и функционирование минерально-сырьевой базы невозможны без полноценного проведения геологоразведочных работ.

Выводы и предложения аналитического обзора В.В.Попова усиливают и конкретизируют отдельные положения Государственного доклада «О состоянии минерально-сырьевой базы Российской Федерации», особенно в части принятия неотложных мер, направленных на укрепление и развитие минерально-сырьевого комплекса страны.

В записке в качестве некоторых мероприятий текущего и долгосрочного характера для приоритетного развития минерально-сырьевого комплекса и усиления геологоразведочных работ предлагается повысить статус Комитета Российской Федерации по геологии и использованию недр с соответствующим расширением его функций до приоритетного органа, возглавляемого членом правительства; образовать Федеральный совет по минеральным ресурсам, в задачи которого должна входить разработка единой минерально-сырьевой политики стра-

ны; принять меры по исключению использования отчислений добывающих предприятий в других целях.

На заседании Президиума РосГеО был также заслушан отчет первого вице-президента РосГеО, члена-корр. АЕН РФ В.Ф.Рогова о работе Исполкома и Исполнительной дирекции РосГеО в 1995 г.

Основными направлениями деятельности Исполнительной дирекции в отчетном году были:

организация и проведение конференций, симпозиумов, совещаний, посвященных различным аспектам функционирования геологической службы в современных условиях;

привлечение интеллектуального потенциала для решения научно-технических проблем в области геологического изучения и воспроизводства минерально-сырьевых ресурсов;

социальная деятельность.

Отдельные работы членов Общества признаны официальными органами. Так, «Проект концепции управления создания и использования НТПР для федеральных нужд в современных условиях» докладывался на заседаниях секции НТС Роскомнедра, в Академии естественных наук РФ, МГТА и других организациях и был одобрен.

Разработанная РосГеО научно-техническая про-

грамма «Стандартизация, метрология, сертификация в области геологического изучения недр» введена в действие приказом Роскомнедра.

Деятельность РосГеО была предметом рассмотрения на Президиуме Координационного совета Союза научных и инженерных обществ Российской Федерации. Опыт работы в области стандартизации, метрологии, сертификации распространяется среди других научно-технических обществ России.

В 1995 г. в связи с уменьшением взносов от юридических и физических лиц финансовое положение Общества резко ухудшилось, что привело к закрытию некоторых ранее активно работающих региональных отделений РосГеО.

В качестве основных задач работы РосГеО на 1996 г. определена активизация научно-технической работы, в том числе и путем проведения совещаний, конференций и других мероприятий по приоритетным проблемам научно-технического прогресса в отрасли; усиление научно-технического сотрудничества с другими общественными организациями; поиски путей финансирования научно-технической и научной деятельности членов общества, особенно молодых ученых и специалистов, и оказания помощи геологам-ветеранам.

65-летие Алексея Николаевича Золотова



Алексей Николаевич Золотов родился 7 марта 1931 г. в деревне Андрюниха Костромской области. В 1948 г. он поступил в Московский нефтяной институт им. И.М.Губкина, в 1953 г. закончил его, и с этого момента началась его работа в области нефтяной геологии.

Пятнадцать лет (1953—1968) он посвятил поискам и разведке нефти и газа в Восточной Сибири, работая геологом затем, старшим геологом партии, старшим геологом треста «Востсибнефтегеология». Данный период был важен для становления Алексея Николаевича как геолога-нефтяника. Известны сложности бурения скважин в Восточной Сибири, необычность залежей, трудности их освоения. Именно этим он и занимался, став в 1963 г. заместителем управляющего — начальником отдела испытания скважин треста.

За эти годы А.Н.Золотов принимал участие в разведке Марковского, Атовского, Ярахтинского месторождений, внедрении на них методов интенсификации и освоении этих сложных залежей.

В 1966 г. круг деятельности А.Н.Золотова стал значительно шире: он перешел в Восточно-Сибирский научно-исследовательский институт геологии и геофизики (ВостСибНИИГиМС) Мингео СССР. Здесь в поле его деятельности оказался огромный регион — сложный, но перспективный. До 1968 г. Алексей Ни-

колаевич научно обобщил накопленный материал, сформировал стратегию дальнейших работ, решал конкретные проблемы поисков, разведки, освоения скважин. Именно в это время он заинтересовался важной теоретической проблемой нефтегазоносности древних толщ, которой и посвятил свою докторскую диссертацию.

С 1968 г. А.Н.Золотов работает в Москве — заместителем начальника территориального управления Центральных районов Мингео РСФСР, а с 1970 г. во ВНИГНИ. В 1981—1985 гг. был заместителем директора института.

Работая во ВНИГНИ, Алексей Николаевич наиболее полно реализовал накопленный опыт и знания. Круг его интересов включал теоретические проблемы нефтегазоносности страны, практические проблемы оптимизации разведки гигантских конденсатногазовых месторождений Астраханское и Карачаганак, методику разведки рифогенных месторождений.

Обладая огромным трудолюбием, А.Н.Золотов, совмещая производственные и организационные дела, защитил докторскую диссертацию. Под его руководством несколько аспирантов успешно защитили свои диссертации. Алексей Николаевич написал 10 монографий, более 120 статей и оформил 3 изобретения.

Высокая эрудиция, доброжелательность и готовность помочь коллегам снискали Алексею Николаевичу Золотову уважение.

А.Н.Золотов в 1985—1992 гг. руководил геологоразведочными работами на нефть и газ Мингео СССР, являлся членом Коллегии Мингео СССР. В этот сложный период организационной и структурной перестройки он проявил много энергии для максимального сохранения структуры и эффективности геологоразведочных работ на нефть и газ в России.

А.Н.Золотов — член-корреспондент РАЕН, член редколлегий журналов «Отечественная геология», «Геология нефти и газа», редактор других информационных изданий, в работе которых он активно участвует с присущей ему творческой энергией.

Геологи-нефтяники, друзья и товарищи поздравляют Алексея Николаевича Золотова с юбилеем, желают доброго здоровья.

*Роскомнедра
Ученый совет ЦНИГРИ
Редколлегия журнала*



Члену-корреспонденту Российской академии наук, лауреату Ленинской премии и Государственной премии России Льву Исааковичу Красному 4 апреля 1996 г. исполнилось 85 лет, 60 из которых он посвятил геологической науке. Широкую известность и высокий авторитет в России и за рубежом принесли ему исследования в области региональной геологии, минерации и тектоники нашей страны, ее восточных районов, Тихого океана и его обрамления, а также разработка фундаментальных проблем теоретической тектоники.

Родился Л.И.Красный в 1911 г. в Санкт-Петербурге в семье учителя. В последующие годы с этим городом связаны многие страницы его яркой жизни: учеба в Ленинградском горном институте и аспирантуре ВСЕГЕИ, героическая оборона Ленинграда во время Великой Отечественной войны, многолетняя работа во ВСЕГЕИ, успешно продолжающаяся и в настоящее время. Путь в науку начинался для Льва Исааковича на Дальнем Востоке. В 1936 г. после окончания института он был направлен на работу в Дальневосточное геологическое управление. Дальнейшая многолетняя научная деятельность Л.И.Красного была тесно связана с этим регионом, которому он и сейчас отдает много сил и энергии.

В процессе работы над рядом важнейших проблем геологии Востока нашей страны Л.И.Красный, собрав большой коллектив геологов ВСЕГЕИ и других научно-исследовательских институтов и производственных организаций, стал признанным научным руководителем и создателем школы региональных геологов-дальневосточников. Под его редакцией выходят из печати крупные обобщения: Геологическая (1958) и Тектоническая (1959) карты Хабаровского края и Амурской области м-ба 1:1 500 000, Геологическая (1964) и Структурно-формационная (1969) карты северо-западной части Тихоокеанского подвижного пояса м-ба 1:1 500 000, коллективная монография «Геологическое строение северо-западной части Тихоокеанского подвижного пояса» (1966). Важное значение придавал он

в разные годы созданию надежной стратиграфической базы в регионе, повышению достоверности биостратиграфического расчленения разновозрастных образований Дальнего Востока. В 1956, 1965, 1978 и 1990 гг. он возглавлял оргкомитеты I, II, III и IV Дальневосточных стратиграфических совещаний, существенно повлиявших на повышение уровня геологосъемочных работ. По его инициативе в Хабаровске был организован Дальневосточный филиал НРС ВСЕГЕИ и Дальневосточная региональная стратиграфическая комиссия (РМСК).

Большое место в жизни и научной биографии Л.И.Красного занимали проблемы, связанные со строительством БАМ. В 1975—1990 гг. он являлся Председателем созданного при ВСЕГЕИ Совета по координации и внедрению научно-исследовательских и тематических геологических и геофизических работ в районе Байкало-Амурской железнодорожной магистрали Мингео СССР (Совет КНИР БАМ), который объединил усилия более 50 организаций, принимавших участие в изучении геологического строения, выявлении закономерностей образования и размещения полезных ископаемых, гидрогеологии и инженерно-геологической обстановки региона. Концентрация научного потенциала отрасли позволила в короткий срок провести комплексный минерогенетический анализ, прогнозную и геолого-экономическую оценку минерально-сырьевых ресурсов региона БАМ с целью дальнейшего развития существующих и создания новых территориально-производственных комплексов. В рамках этой работы составлена и издана единая серия тематических сборников, а также геологических, прогнозно-минерогенетических, геолого-экономических, геофизических и других обобщающих карт разных масштабов (от 1:500 000 до 1:1 500 000). Проведенные исследования завершились выходом в свет в 1988 г. двухтомной монографии «Геология зоны БАМ» и «Атласа карт геологического содержания зоны БАМ» (15 карт м-бов 1:3 000 000 — 1:5 000 000), за создание которых коллектив авторов во главе с Л.И.Красным был удостоен в 1991 г. Государственной премии России. Продолжением и развитием этих исследований было составление в 1990—1996 гг. под редакцией Л.И.Красного совместно с китайскими геологами «Геологической карты Приамурья и сопредельных территорий м-ба 1:2 500 000», позволившей с новых позиций подойти к анализу региональной геологии и минерации Востока России с учетом новейших данных по сопредельным территориям Китая, Монголии и Кореи. Эта карта и объяснительная записка к ней, издание которых в настоящее время завершается, будет представлена на XXX сессии МГК в Пекине в августе 1996 г.

Наряду с региональными исследованиями Л.И.Красный во главе большого коллектива ученых различных организаций в течение многих лет проводит изучение проблем, связанных с геологией Тихого океана и его обрамления, геологией, тектоникой и минерацией нашей страны. В 70-х годах выходят подготовленные под его редакцией и при его участии четырехтомная монография «Геология Северо-Восточной Азии» (1972—1973), двухтомная монография «Геология Тихоокеанского подвижного пояса и Тихого океана» (1978), серия карт Тихого океана и Тихоокеанского подвижного пояса м-ба 1:10 000 000 (1970—1978): геологическая, гравиметрическая, сейсмичности, нефтегазоносности и угленосности и др. В 1994—1995 гг. по приглашению Геологической службы Канады и Бедфорского института океанографии Л.И.Красный активно участвует в работе по составлению «Карт магнитных аномалий и тектонических элементов Северо-Восточной Евразии». Сравнительно недавно были подготовлены под редакцией Л.И.Красного и изданы крупные обобщающие работы — том 8 «Восток СССР» (1984) и том 10 «Геологическое строение СССР» кн. 1 (1988) 10-томника «Геологическое строение и закономерности размещения полезных ископаемых СССР».

Уже с 1995 г. начинается новый этап обобщения и анализа геологического строения и минерагении страны: на основе разработанной по инициативе и под руководством Л.И.Красного программы большой коллектив геологов-региональщиков приступил к составлению 6-томной монографии «Геология и полезные ископаемые России», в которой будут использованы новейшие или ранее недоступные материалы и применены новые методические подходы к анализу геологической информации, в частности, событийный метод.

Труды Л.И.Красного существенно обогатили тектоническую науку. Еще в 1962 г. он впервые обратился к вопросам тектонической систематики и терминологии, и спустя 10 лет вышло в свет первое, а в 1977 г. — второе издание книги «Проблемы тектонической систематики», вызвавшей большой интерес широкого круга геологов. В этом труде особо подчеркивалось значение подвижных поясов, областей и систем негосинклинального ряда, а также пограничных структур, важных для концентрации различных по генезису полезных ископаемых. Закономерным продолжением этой работы на еще более высоком уровне является подготовленный в 1991—1992 гг. под руководством Л.И.Красного иллюстрированный словарь-справочник по тектонике и глубинному строению Земли.

В середине 60-х годов Лев Исаакович на основе материалов по Восточной Азии выдвинул концепцию блоковой делимости литосферы Земли, различные аспекты которой получили живой отклик в нашей стране и за рубежом. В дальнейшем им было установлено, что наиболее глубоко закономерности распределения глубинных неоднородностей раскрываются при анализе геологического строения всей планеты. Это отражено в книге «Глобальная система геоблоков» (1984), в которой была обоснована схема геоблокового строения Земли и особо подчеркнуто значение межгеоблоковых систем. Последующее углубленное развитие геоблоковой концепции привело Л.И.Красного к выработке представлений об ангулярных структурах — клинораздвигах и граничных углах (1987, 1995) магматогенных георазделах (1989) и магматических «линиях» (1990), сформированных в ряде публикаций последних лет. В 1990 г. опубликованы и первые результаты проведенного Л.И.Красным анализа минерагенических аспектов геоблоковой концепции для территории бывшего СССР и Тихоокеанского суперрегиона. Огромный резонанс вызвал также изданный в 1990 г. глубокий философский доклад Л.И.Красного, представленный на научных чтениях им.А.П.Карпинского (ВСЕГЕИ), в котором рассматриваются исторические закономерности развития тектоники на пути к созданию будущей гармоничной модели нашей планеты. В 1995 г. в этом же ключе им подготовлена к опубликованию статья «Корифеи в тектонике XX века — Ганс Штилле и Николай

Шатский», в которой рассматриваются доминантные идеи этих тектоников и их роль в современной тектонике. Эта статья войдет в сборник докладов, зачитанных на «Тектонических средах» — регулярно проводимых Л.И.Красным семинарах-дискуссиях, возрождающих традиции живого и свободного обсуждения актуальных научных проблем.

Лев Исаакович Красный — активный участник почти всех форумов, посвященных геологии Востока России, Тихоокеанского подвижного пояса и Тихого океана, различных всесоюзных, всероссийских и международных совещаний, конференций и симпозиумов. Пропагандируя достижения российской геологической науки, он входит в состав Национального комитета Тихоокеанской научной ассоциации, участвует в Международных геологических конгрессах в Индии (1964), Чехословакии (1968), Канаде (1972), Австралии (1976), СССР (Москва, 1984), на Тихоокеанских научных конгрессах в Японии (1967), на Гавайских островах (1974), в СССР (Хабаровск, 1979). Л.И.Красный ведет большую научно-общественную работу, являясь членом Межведомственного стратиграфического комитета, членом редколлегий журнала «Отечественная геология», членом Ученых советов ВСЕГЕИ и НПО «Океангеология» Санкт-Петербургского государственного университета.

Заслуги Л.И.Красного перед Родиной отмечены многими боевыми и трудовыми наградами, среди которых три ордена Отечественной войны, ордена «Почета», «Дружбы народов», медали. Среди его учеников немало докторов и кандидатов наук, руководителей производства.

Л.И.Красный всегда на переднем крае геологической науки. Исключительное чувство нового помогает ему безошибочно находить важнейшие вопросы, требующие решения. Его научные труды отличаются актуальностью и нередко опережают аналогичные разработки за рубежом. Новаторство, инициатива, неукротимая энергия, высочайшая эрудиция — вот качества, снижавшие ему всеобщее уважение и авторитет научного лидера, внесшего и продолжающего вносить большой вклад в развитие отечественной геологии.

В свои 85 лет Лев Исаакович полон творческих замыслов и новых научных идей. Поздравляем Льва Исааковича Красного с юбилеем, желаем ему в дальнейшем больших успехов в науке на благо нашего Отечества, крепкого здоровья и долгих плодотворных лет жизни.

*Роскомнедра
Ученые Советы ВСЕГЕИ, ЦНИГРИ
Редколлегия журнала*



Василию Александровичу Ункову, доктору геолого-минералогических наук, лауреату Государственной премии СССР 14 апреля 1996 г. исполнилось 85 лет.

Крупный специалист в области петрографии, полезных ископаемых и тектоники, он прошел большой творческий путь, начавшийся в 1931 г. после окончания Ленинградского Горного института по специальности инженера-геолога по съемке и поискам. После непродолжительной работы в Бюро газовых месторождений он переходит в Петрографический институт АН СССР, где становится начальником экспедиции. С этого времени его интересы связаны с петрографическими исследованиями и изучением рудных объектов. В Ленинградском Индустриальном институте он изучает байкальские сидеритовые руды, в СЗО «Редметразведка» — щелочные массивы и редкометалльные месторождения Кольского полуострова. В 1937—1940 гг. В.А.Унков занимается мелкомасштабной геологической съемкой, поисками и разведкой в Средней Азии и на Южном Урале.

С 1940 г. он начинает свою деятельность во ВСЕГЕИ. В составе группы специалистов проводит углубленную ревизию данных по строению и составу Балейского золоторудного месторождения в Забайкалье. В 1941 г. В.А.Унков направляется в Горно-Шорскую аэромагнитную экспедицию, которая в начале войны в связи с острой необходимостью страны в железорудном сырье в полном объеме продолжала воздушные и наземные поиски, целиком сохранив свой численный состав. С 1942 г. деятельность В.А.Ункова связана с изучением редкометалльного оруденения (вольфрам, молибден). Работая в Институте геологических наук Казахской Академии наук, он в 1945 г. защитил кандидатскую диссертацию.

После войны Василий Александрович возвращается во ВСЕГЕИ и с 1946 г. участвует в крупной экспедиции в Туве. За несколько лет В.А.Унков внес значительный

вклад в изучение этого региона и открытие нескольких месторождений. С 1949 г. он включается в детальную разведку одного из них, руководя партией численностью до 700 человек. В 1952 г. ему, как руководителю работ, была присуждена Государственная премия 1-й степени за открытие и разведку месторождения.

В 1954 г. В.А.Унков вновь вернулся к научной работе во ВСЕГЕИ. Здесь по 1961 г. им были выполнены на широкой тектонической основе две крупные сводные работы по металлогении кобальта Алтае-Саянской области и страны в целом.

Параллельно В.А.Унков работает в области тектоники. В монографии «Геологическое строение СССР» (1957) им были написаны очерки о тектонике Алтае-Саянской складчатой области и истории тектонического развития территории страны в среднем и позднем палеозое. В трудах 21 сессии МГК был опубликован его доклад об особенностях развития каледонид юга Средней Сибири. Для Василия Александровича 1960 г. ознаменовался защитой докторской диссертации.

В дальнейшем В.А.Унков успешно совмещает научную работу с научно-организационной и международной деятельностью. В конце 1961 г. он был направлен в секретариат ЮНЕСКО в Париж, где проработал до февраля 1965 г. по линии технической помощи развивающимся странам. В качестве представителя ЮНЕСКО он участвовал в ряде международных конференций и выезжал по организационным делам в Швейцарию, Австрию, Индию, Алжир, Тунис, Марокко, Конго. В июне 1970 г. он был направлен в Алжир в качестве советника Министра индустрии и энергетики этой страны.

После возвращения из-за границы В.А.Унков снова включается в научную работу во ВСЕГЕИ. С 1966 по 1970 гг. заведует отделом геотектоники и глубинной геологии, в дальнейшем работает старшим и ведущим научным сотрудником отдела геотектоники; в настоящее время он ведущий научный сотрудник — консультант отдела региональной геофизики и тектоники. Василий Александрович участвует в крупных коллективных работах («Проблемы развития советской геологии», «Геологический словарь»), является соредактором карты осадочных и вулканогенных формаций СССР м-ба 1:2 500 000, «Тектонической карты фундамента СССР» м-ба 1:5 000 000, «Карты разломов территории СССР и сопредельных стран» м-ба 1:2 500 000, автором широко известной монографии «Тектоника плит», главным редактором и соавтором книги «Геодинамические реконструкции», а также «Тектонические карты Евразии» м-ба 1:10 000 000 (с позиций концепции тектоники плит) и многих других научных работ. Немало сил отдает он и научно-общественной работе. В разные годы В.А.Унков был председателем Общества дружбы СССР — Франция, заместителем председателя секции наук о Земле Дома Ученых, членом общества «Знание», депутатом районного совета (в Туве) и т.д.

В.А.Унков известен геологической общественности. Большой эрудит, добрый человек, великий труженик, он пользуется уважением всех, кому с ним довелось работать.

Ваши друзья и коллеги желают Вам, дорогой Василий Александрович, здоровья и дальнейших успехов. Мы хотим еще многие годы работать с Вами, пользоваться Вашими советами и мудростью.

*Роскомнедра
Ученые Советы ВСЕГЕИ, ЦНИГРИ
Редколлегия журнала*

Contents

ORGANIZATION, MANAGEMENT, ECONOMICS, SUBSURFACE USE

Trofimov V.T.

Traditions and innovations in present-day geological
higher education in Russia 3

Mirlin G.A.

On the history of Geological surveys in CIS 8

METALLOGENY AND MINERAGENY

Krivtsov A.I.

Mass and content distribution of metals in
hydrothermal ore-forming systems 13

METALLIC AND NONMETALLIC MINERAL DEPOSITS

Likhachev A.P.

On the dynamics of formation of Talnakh ore-
bearing intrusions and their associated Pt—Cu—Ni
deposits 20

Isakovich I.Z.

Mineralogical aureoles of the Vorontsovskoye gold
deposit in the Northern Urals 26

STRATIGRAPHY, REGIONAL GEOLOGY AND TECTONICS

Grausman V.V., Rudavskaya V.A., Vasilyeva I.I.

Stratigraphy of Upper Precambrian and Lower
Cambrian in the Olenekskoye uplift 30

Bukharin A.K., Maslennikova I.A., Brezhnev V.D.

Initiation and formation of the Urals-Tien Shan
Paleozoic folded belt 35

HYDROGEOLOGY AND ENGINEERING GEOLOGY

Vartanyan G.S., Gol'dberg V.M.

The effect of varying clay permeability and rock
stress on the conditions of water-bearing systems'
closedness 43

SCIENCE AND CREATIVE SEARCH

Voskresenskaya I.Ye.

Some sketches on the creative work 47

CHRONICLE

Rogov V.F., Ruchkin G.V.

In the Presidium of the Russian Geological
Society 51

65th anniversary Alexey N.Zolotov 53

85th anniversary Lev I.Krasny 54

85th anniversary Vasily A.Unkov 56