

АКАДЕМИЯ НАУК СССР
ИНСТИТУТ ГЕОЛОГИИ РУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ,
ПЕТРОГРАФИИ, МИНЕРАЛОГИИ И ГЕОХИМИИ

IV ИНДО-СОВЕТСКИЙ СИМПОЗИУМ
ПО НАУКАМ О ЗЕМЛЕ
ГЕОЛОГИЯ И ПОЛЕЗНЫЕ ИСКОПАЕМЫЕ ДОКЕМБРИЙСКИХ
ПЛАТФОРМ

ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ

Москва
28 сентября—1 октября 1981

Москва 1981

ГЕОЛОГИЯ, ПЕТРОЛОГИЯ И ГЕОХРОНОЛОГИЯ

А.В.Чекунов, В.Б.Салдогуб, В.И.Старостенко,

Г.Е.Харечко, О.М.Русakov, В.Г.Ксаяенко,

А.С.Костикевич

СТРОЕНИЕ ИНДИЙСКОГО ЩИТА И ОБРАМЛЯЮЩИХ ЕГО СТРУКТУР ПО КОМПЛЕКСУ ГЕОЛОГО-ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ДАННЫХ

1. В соответствии с построенной плотностной моделью коры северной части Индийского океана структуры Индийского континента распространяются за береговую линию на 200-300 км; смена континентального типа коры океаническим осуществляется путем постепенного уменьшения ее мощности и повышения плотности; верхи мантии в Бенгальском заливе существенно уплотнены.

2. Составлен разрез коры и верхней мантии (до мезосферы) по линии Момбаса-Читтагонг из плотностных колонок, удовлетворяющих требованиям постоянства массы, момента инерции и уровня расчетного поля. По распределению плотности в коре рассчитаны плотностные вариации в литосфере и астеносфере. Разрез дает представление о соотношении поверхностных структур и глубинных.

3. Составным элементом профиля Читтагонг-Момбаса является профиль ГСЗ Кавали-Удипи, сейсмические исследования на котором проводились совместно советскими и индийскими специалистами. На этом же, пересекающем весь Индостанский полуостров, профиле были выполнены построения модели, основанные на подборе скоростного разреза по стандартной и новой автоматизированной системе.

4. В пределах профиля ГСЗ выделяются три крупных блока консолидированной коры, отличающиеся между собой по количеству и характеру распределения отражающих площадок, скоростям распространения сейсмических волн, а также по общей мощности консолидированной коры. Блоки разделяются зонами глубинных разломов, секущими всю консолидированную кору. При этом одной из характерных черт Индийского щита является наличие пологих разломов, по которым происходили существенные горизонтальные и подвижки.

5. Глубина залегания раздела Мохо варьирует на Индийском щите в небольших пределах, указывая на отсутствие корней гор под раннепротерозойскими геосинклинальными системами. Это может быть объяснено яnten-

сивными вертикальными и горизонтальными тектоническими подвижками, в результате которых неровности в рельефе раздела Мохо были с nive-
дрованы.

6. Характер аномалий Буге вдоль профиля хорошо коррелируется с блокировкой верхов скоростной модели и известными геологическими данными - локальные составляющие поля силы тяжести вполне объяснимы соотношением масс в гравияктивном слое (глубиной до 10 км). Что же касается общего отрицательного фона, то он не имеет отношения к глубинному строению полуострова.

7. Справедливость вывода о несвязанности общего понижения гравитационного поля - до 80 мгл в пределах центрального блока - с глубинным строением подтверждается тем, что этот блок по данным интерпретации, приведенным выше, является участком "тяжелой" коры.

8. Украинский и Индийский щиты имеют как сходные черты строения, так и определенные отличия. Скоростные характеристики консолидированной коры этих щитов, примерно, одинаковы. На глубинах 10-20 км в пределах обших щитов возможно выделение условных отражающих горизонтов K_2 , представляющих собой, скорее всего, поверхность протофундамента, образовавшегося в лунную стадию развития Земли и затем гранитизированного. В то же время на Индийском щите отсутствуют крупные перепады в глубинах до раздела Мохо, характерные для Украинского щита.

Институт геофизики им.С.И.Субботина АН УССР, Киев

Н.П.Щербак, К.Е.Бялчук

СТРАТИГРАФИЯ И ГЕОХРОНОЛОГИЯ ДОКЕМБРИЯ УКРАИНСКОГО ЩИТА

Комплексные исследования последних лет показали, что Украинский щит имеет длительную геологическую историю. Для него характерны четкие стратиграфические и геохронологические границы. Нижний возрастной предел крупных стратиграфических подразделений устанавливается с трудом.

Существует три главных возрастных рубежа в толще докембрийских образований Украинского щита: между археем и протерозоем, верхняя граница нижнего протерозоя и граница между средним и верхним протерозоем.

Самыми крупными стратиграфическими подразделениями метаморфических пород являются серии. Комплексы являются самыми большими стратиграфическими подразделениями гранитоидов. Нижние возрастные границы метаморфических серий установлены на основании датирований процессов палеовулканизма по аксессуарным минералам. Верхние возрастные границы определены в результате датировки процессов гранитизации и метасоматоза.

На основании геологических и изотопно-геохимических данных коньско-верховцевская, днестровско-бугская и западноприазовская серии метаморфических пород, а также днепровский и звенигородский гранитоидные комплексы отнесены к архею. Криворожская, тетеревская, бугская, ингуло-ингулецкая и центральноприазовская серии метаморфических пород, а также кировоградско-житомирский, подольский и приазовский комплексы гранитоидов считаются нижнепротерозойскими. Пугачевская серия эффузивно-осадочных пород и коростенский комплекс гранитов принято считать среднепротерозойскими. Овручская серия эффузивно-осадочных пород и каменноугольскый комплекс гранитов имеют верхнепротерозойский возраст.

Данные изотопного состава стронция и особенности распределения редких земель позволяют отнести метавулканы к подкоровым, а протерозойские граниты к типично коровым образованиям.

В общем стратиграфическую схему Украинского щита можно представить в следующем виде:

Возраст	Геохронологические границы	Серия метаморфических пород	Комплексы гранитов
Протерозой	1650± 50	Овручская	Каменноугольскый
	1900± 100	Пугачевская	Коростенский
	2600± 100	Тетеревская, Бугская, Ингуло-Ингулецкая, Криворожская, Центральноприазовская	Кировоградско-житомирский, подольский, приазовский
Архей		Днестровско-Бугская, Росинско-Тикичская, Коньско-Верховцевская, Западноприазовская	Звенигородский, днепровский

Институт геохимии и физики минералов АН УССР, Киев

К.О.Кратц, С.Б.Лисбач-Жученко, И.М.Горохов,
О.А.Левченков

ГЕОЛОГИЯ И ГЕОХРОНОЛОГИЯ ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ БАЛТИЙСКОГО ЩИТА

Восточная часть щита разделяется на архейские Кольский, Беломорский и Карельский мегаблоки и район Приладожья, относящийся к свекофеннской зоне. Для этих пород в лабораториях ИГТД АН СССР, ГЕОХИ АН СССР, ИГ Колчан СССР и ИГЕМ АН УССР получены многочисленные геохронологические данные.

В Кольском мегаблоке блоки и купола архейских эндербитов и тоналитов перекрыты многократно метаморфизованными и деформированными породами кольской серии и зон Колмозеро-Воронья и Кейвы. Все метаморфические породы прорваны гранитами и пегматитами. Протерозойский этап выражен формированием линейных тектонических зон.

U-Pb возраст цирконов из эндербитов и тоналитов равен 2800-2680 млн.лет, U-Pb возраст цирконов (2680 млн.лет) и Rb-Sr возраст по породам в целом (2660 млн.лет) для гнейсов кольской серии интерпретируются как время одного из этапов метаморфизма в условиях гранулитовой фации (возможно, M₂). Для гранитов и пегматитов, прорывающих сланцы зоны Колмозеро-Воронья, Rb-Sr, Pb-Pb и Th-Pb методами по породам в целом получены возрасты 2670-2870 млн.лет. Магматизм, метаморфизм и образование сульфидных руд протерозойского этапа датированы Rb-Sr методом по валовым пробам гранитов и метаморфических пород и Pb-Pb данными по рудным свинцам в интервале 1650-1910 млн.лет. Протерозойские события привели также к понижению K-Ar возрастов амфиболов и биотитов в отдельных блоках фундамента.

Полициклическое развитие Беломорского мегаблока, сложенного, главным образом, метаморфическими породами, включает архейский метаморфизм гранулитовой фации, внедрение даек основного и ультраосновного состава и в протерозое - несколько этапов деформаций, метаморфизма и кислого магматизма, завершившихся формированием слюдonoсных и керамических пегматитов.

U-Pb возраст гнейсов и гранито-гнейсов беломорского комплекса составляет 2650 млн.лет. Rb-Sr методом по породам в целом датированы два этапа метаморфизма - 2790 и 2370 млн.лет и четыре этапа гранитообразования - 2640, 2320, 2170 и 2020 млн.лет. Минералы пегматитов по данным U-Pb, Rb-Sr и K-Ar методов имеют возраст 1700-1800 млн.лет.

Карельский мегаблок представляет собой архейскую гранитно-зеленокаменную область, перекрытую протерозойскими образованиями. Супракрупстальный (лопский) комплекс фундамента, включающий коматит-толеитовую, андезитовую и терригенно-вулканогенную серии, испытал несколько этапов деформаций и метаморфизма, разделенных внедрением роев даек и дифференцированных интрузий и сопровождавшихся неоднократным проявлением кислого вулканизма. Протерозойские комплексы представлены сумийской срогенной формацией и ятулийской протоплатформенной серией.

Для метавулканитов Pb-Pb и ⁴⁰Ar ³⁹Ar методами по породам в целом получены соответственно возрасты 3020 и 2700 млн.лет, K-Ar методом по амфиболом - 2400-2800 млн.лет. U-Pb возрасты цирконов из габбро-диоритов и плагиопорфиров равны 2850 млн.лет, из гранитов, сопряженных с поздними складчатыми деформациями, - 2700-3100 млн.лет и из посткинematических гранитов (проторапакиви) - 2810 млн.лет. Возраст последних, определенный Pb-Pb методом по породам в целом, составляет 2870 млн.лет. U-Pb возраст цирконов из протерозойских кварцевых порфиров сумия равен 2430 млн.лет, а из ятулийских диабазов - 2150-2200 млн.лет. Свекофеннская вторичная активизация (1700-1900 млн.лет) в Карельском мегаблоке отразилась в переотложении Pb сульфидных руд, метаморфизме ятулийских пород, понижении K-Ar возрастов биотитов пород фундамента.

В Ладожской зоне купола фундамента, сложенные тоналитами, амфиболитами и мигматизированными плагиомикроклиновыми гранитами, облекаются супракрупстальными породами сортавальской и сопоставляемой с калевием Финляндии ладожской серий. Последние деформированы, зонально метаморфизованы, местами мигматизированы и прорваны гранитами. В этой же зоне находятся Салминский массив рапакиви.

Pb-Pb возраст амфиболитов фундамента по породам в целом составляет 2980 млн.лет, а U-Pb возраст цирконов из плагиомикроклиновых гранитов - 2670 млн.лет. Для метабазальтов сортавальской серии Pb-Pb возраст по породе в целом равен 2510-2610 млн.лет, а K-Ar возраст амфиболов - 2150-2500 млн.лет. Возраст зонального метаморфизма ладожской серии определен U-Pb методом по цирконам, Rb-Sr и Pb-Pb методами по породам в целом и K-Ar методом по амфиболом как 1810-1880 млн.лет. Для синкинematических и посткинematических гранитов получены Rb-Sr возрасты соответственно 1870 и 1820 млн.лет. Возраст гранитов Салминского массива согласно данным Rb-Sr метода по породам в целом близок к 1600 млн.лет.

Институт геологии и геохронологии докембрия АН СССР, Ленинград

О.А.Богатилов⁽¹⁾, М.С.Марков⁽²⁾, М.К.Суханов⁽¹⁾

ДРЕВНЕЙШИЕ АНОРТОЗИТЫ ЗЕМЛИ

Советский Союз и Индия являются классическими регионами развития древнейших анортозитовых формаций. В Индии анортозиты лучше всего изучены в В.Гатах. В СССР докембрийские анортозиты образуют семь петрографических провинций: Кольскую, Прибалтийскую, Украинскую, Волго-Уральскую, Анабарскую, Алданскую, Охотскую.

В настоящее время доказан магматический генезис анортозитов. Этому в значительной степени содействовало изучение Луны, где анортозиты являются древнейшими магматическими образованиями и составляют значительную часть континентов. Поскольку и на Земле докембрийские анортозиты встречаются только в континентальном сегменте Земли, их происхождение тесно связано с формированием земных континентов.

Несмотря на общее сходство земных и лунных анортозитов в деталях они различны. На Луне - это древнейшие образования. На Земле выделяются по крайней мере два главных типа анортозитовых формаций: ранних этапов развития Земли и этапа стабилизации древних платформ (субплатформенные). С лунными почти по всем параметрам сходны древнейшие анортозиты Земли. Дальнейшая, более глубокая, эволюция земной коры вела к образованию горных пород отличных от лунных, в том числе и анортозитов.

Детальные геохимические исследования указывают на то, что в СССР древнейшие анортозиты, по-видимому, присутствуют в двух провинциях Кольской и Алданской, где возможно обнаружение горных пород, относящихся к "лунному" этапу Земли.

Отличие анортозитов ранних этапов развития Земли от более поздних можно проследить на различных графиках, на которых отражены их петрография, петро- и геохимия.

Анортозиты представляют собой не только выдающийся научный интерес, но имеют и практическую ценность. Уже сейчас он используется, как прекрасный облицовочный камень. Однако при дефиците богатых бокситовых месторождений, интерес представляет Al_2O_3 , который в некоторых анортозитах присутствует до 30%, т.е. практически столько же, сколько и в нефелинах. Технологические испытания, проведенные в СССР показали, что переработка анортозитов на глинозем мало отличается от переработки нефелинов, и стоимость тонны глинозема, полученного из

анортозита, такая же. А если учесть, что в СССР и в Индии анортозиты образуют огромные массивы, их эксплуатация не требует обогащения, расположены они в относительно доступных регионах и залегают практически на поверхности, то уже в настоящее время они являются достойным конкурентом нефелина, переработка которого ведется во многих странах мира.

1. Институт геологии рудных месторождений, петрографии, минералогии и геохимии АН СССР, Москва.
2. Геологический Институт АН СССР, Москва

Ч.Б.Борукаев

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТЕКТОНИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ ДОКЕМБРИЯ СИБИРСКОЙ И ИНДОСТАНСКОЙ ПЛАТФОРМ

Сибирская и Индостанская платформы относятся к типу древних платформ. Изучение их дорифейского фундамента, помимо большой практической важности, проливает свет на ранние стадии развития Земли.

Последовательность тектонических комплексов фундамента Сибирской платформы в последние годы подвергается ревизии, особенно в нижней части. В алданском мегакомплексе, залегающем в основании разреза, выделены кварцитсодержащий иенгрский и карбонатсодержащий желтулинский комплексы, различающиеся и по составу продуктов вулканизма. Высказываются предположения о залегании мегакомплекса на тоналитовом основании, возможным аналогом которого являются частично гнейсы Полуострова.

Грабены, наложенные на кристаллическое основание, выполнены слабометаморфизованными вулканогенно-осадочными и осадочными толщами. Иногда их сопоставляют с зеленокаменными поясами типа Дхарвар. Однако более вероятно, что такие толщи отвечают эвгеосинклинальным комплексам поясов Читалдрук и Шимога скорее, чем таковым типичных зеленокаменных поясов Холенарасипур и Колар. Грабены наиболее широко распространены в западной и восточной частях Алданского щита, но нигде не образуют такого сгущения, как в области Дхарвар. Области распространения диафоритов верхнеламайского комплек-

са на Анабарском щите, возможно, отвечают корневым зонам таких грабен.

Удаканский комплекс, в известной мере сходный с группами Аравалли и Райало, слагает широкую мульду на границе Алданского и Станового блоков. Все эти толщи относятся к миогеосинклинальному типу и отлагались на консолидированной континентальной коре. С ними сопоставляется эеитская серия Оленекского блока. В Прибайкалье синхронные толщи представлены комплексами эвгеосинклинального типа.

Удканский и ажитканский комплексы, фиксирующие эпоху кратонизации и зону столкновения континентов, достоверных аналогов на Индостанской платформе не имеют.

Особое положение в структуре платформ занимают зоны диаасхизиса Становика-Джугджура и Восточных Гат. Здесь тектоно-термальная переработка древних комплексов проявилась соответственно в конце раннего протерозоя и в раннем-среднем рифее, обусловив последующее развитие рифтогенеза и спрединга в смежных районах.

Рифейский платформенный чехол на Сибирской платформе имеет широкое площадное распространение, тогда как на Индостанской локализован в изолированных синеклизах. Перикратонные миогеосинклинали, окаймляющие Сибирскую платформу на многих отрезках периметра, для Индостанской не характерны, если не рассматривать в качестве таковой Гималаи.

В докладе в сравнительном плане обсуждаются вопросы возраста, тектонической породы и взаимоотношений комплексов. Особое внимание уделено древнейшим тоналитовому, гранулитовому и зеленокаменным комплексам.

Институт геологии и геофизики СО АН СССР, Новосибирск

В.И.Казанский⁽¹⁾, Е.П.Максимов⁽²⁾, Н.Н.Перцев⁽¹⁾

ДОКЕМБРИЙСКИЕ РАЗЛОМЫ АЛДАНСКОГО ЩИТА

1. Крупные разломы, пересекающие кристаллический фундамент Алданского щита, в большинстве случаев были заложены еще в архее. Они представлены зонами изоклинальной складчатости, инъекционных мигматитов, бластомилонитов и соответствуют наиболее глубинным уровням дислокационного метаморфизма. Многие из этих разломов подновлялись в последующие периоды геологической истории с проявлением совмещен-

ной вертикальной структурной зональности.

2. Пространственное положение докембрийских разломов достаточно надежно определяется с помощью геофизических методов. Но геологическое картирование и расшифровка истории развития разломов сопряжены со значительными трудностями. Большую помощь в этой связи оказывают исследования внутреннего строения разломов с помощью структурных, петрологических и радиологических методов. Такие исследования особенно важны для понимания ранних этапов формирования разломов.

3. Наглядным примером служит Тыркандинский разлом, возникший в архее и закончивший свое развитие в начале протерозоя. Он протягивается в северо-западном направлении и отчетливо фиксируется положительными гравитационными и магнитными аномалиями. Они обусловлены развитием в полосе разлома базитов и ультрабазитов, подвергшихся интенсивной складчатости, будинированию, гранитизации и метаморфизму амфиболитовой фации, который наложился также и на окружающие гранулитовые комплексы. Более поздние тектонические движения сопровождались образованием бластомилонитов амфиболитовой и катаклазитов зеленосланцевой фации.

4. В Скальном разломе, который образует единую тектонопару с Тыркандинским разломом, к зоне изоклинальной складчатости, будинажа и гранитных инъекций приурочены складчатые бластомилонитовые швы и дайки метадиоритов. Последние вследствие интенсивного протоклаза почти нацело утратили первичные магматические структуры и приобрели облик бластокатаклазитов амфиболитовой фации. В то же время дайки метадиоритов являются основой многих субширотных разрывных нарушений, примыкающих под острым углом к Скальному разлому. В субширотных разрывах дайки сопровождаются раннепротерозойскими бластомилонитами амфиболитовой фации, на которые наложены катаклазиты зеленосланцевой фации и мезозойские зоны дробления и трещиноватости.

5. Анализ полученных на сегодня данных позволяет говорить о направленном эволюционном развитии докембрийских разломов Алданского щита. Определенное место в этом развитии занимает рудообразующие метасоматические процессы. С зонами инъекционных мигматитов связаны магневизальные скарны, с бластомилонитовыми швами - высокотемпературные кварц-микроклиновые, с зонами дробления - низкотемпературные кварц-ортоклазовые метасоматиты.

6. Структурно-петрологическое изучение разломов помогает объяснить происхождение некоторых "аномальных" минеральных ассоциаций в докембрий Алданского щита. Весьма показательны в этом отношении известково-силикатные брекчии, которые рассекают метаморфические породы гранулитовой и амфиболитовой фации и образованы при температуре до 550°, давлении до 4-5 кбар и низкой концентрации CO₂ во флюиде.

7. Результаты и методика изучения докембрийских разломов Алданского щита могут быть использованы в других регионах со сходным геологическим строением. Некоторые вопросы нуждаются в дальнейшей разработке. К ним относятся: строение разрывных структур на уровне гранулитовой фации, соотношения между региональным и дислокационным метаморфизмом, классификация разломов как сложных геологических тел, связь разломов и эндогенного оруденения.

- 1 - Институт геологии рудных месторождений, петрографии, минералогии и геохимии АН СССР, Москва
- 2 - Якутское территориальное геологическое управление Мянгео РСФСР, Якутск

В.М. Моралев

РАННЕДОКЕМБРИЙСКИЕ МЕТАБАЗИТЫ В ГРАНУЛИТОВЫХ ПОЯСАХ ИНДОСТАНСКОГО И АЛДАНСКОГО ЩИТОВ

Метабазиты являются широко распространенными породами в составе раннедокембрийских гранулитовых комплексов древних щитов. Особенно характерны они для гранулитовых поясов, таких как Восточно-Гатский в Индии или зона Станового хребта на Алданском щите, хотя известны случаи нахождения метабазитов и в областях развития других раннедокембрийских комплексов высоких фаций метаморфизма.

В качестве метабазитов рассматриваются кристаллические сланцы основного состава (ортопироксеновые, двуспироксеновые, гранат-пироксеновые, пироксен-плагноклазовые), обычно называемые пироксеновыми или основными гранулитами (или основными чарокитами в Индии).

Геологические, геохимические и петрохимические данные, полученные в результате специальных исследований основных гранулитов Алданского щита, позволяют показать, что в основном они образуются за

счет эффузивных основных и ультраосновных пород типа базальтов и коматитов, хотя часть их возможно представляла собой незрелые граувакки или туфогенные песчаники. Метабазитовая природа основных и ультраосновных гранулитов устанавливается по распределению некоторых редких элементов (Zr, Ti, Nb) и редких земель, являющихся практически неподвижными при метаморфизме. Низкие значения отношения изотопов стронция ($^{87}\text{Sr} / ^{86}\text{Sr} = 0,7030 - 0,7088$) и величины некоторых других геохимических отношений (TiO_2/Y , Nb/Sr , $\text{TiO}_2/\text{P}_2\text{O}_5$), свидетельствуют о мантийном происхождении пород в тех случаях, когда они не подвергались воздействию процессов гидротермального изменения и щелочного метасоматоза. Магматическая природа метабазитов определяется путем использования серии петрохимических диаграмм, предназначенных для диагностики первичной природы метаморфических пород и анализа андезит-базальтовых вулканических серий. Распределение петрогенных компонентов и никеля в разрезах отдельных горизонтов основных гранулитов, оказывается идентичным тому, которое установлено для единичных эффузивных покровов никельносного базит-ультрабазитового комплекса архейских зеленокаменных поясов Западной Австралии.

Сравнение основных гранулитов Алданского щита и Индии показывает их большое сходство по важнейшим петрохимическим характеристикам. Для анализа тектонических обстановок формирования раннедокембрийских метабазитов Индии и Алданского щита использованы диаграммы АФМ, $\text{TiO}_2 - \text{CaO}/\text{TiO}_2$, $\text{TiO}_2 - \text{Al}_2\text{O}_3/\text{TiO}_2$, $\text{K}_2\text{O} - \text{TiO}_2 - \text{P}_2\text{O}_5$, а также дискриминантная диаграмма Дж.Пирса (1976) для петрогенных элементов. Показывается, что геодинамические условия формирования комплексов основных гранулитов не могут рассматриваться как строго океанические и строго островодужные или континентальные. Большинство точек на диаграммах попадают как в поля океанических базальтов, так и в поля вулкаников островных дуг. Некоторые составы метабазитов оказываются геохимически сходными с внутриплитными базальтами.

Имеющиеся данные по геохимии раннедокембрийских метабазитов Индии и Алдана показывают, что эволюция гранулитовых комплексов начиналась с образования базит-ультрабазитовых вулканических и вулканогенно-осадочных серий. Метабазиты гранулитовых комплексов могут сравниваться с метабазитами вулканических серий зеленокаменных поясов, однако их образование предшествовало развитию зеленокаменных поясов, охватывая заключительные стадии эпохи пермобильного режима эволюции земной коры, когда сформировались первые сравнительно жесткие лито-

сферные плиты. Тем не менее, обилие метабазитов в гранулитовых поясах и их химическое сходство с метабазитами базит-ультрабазитовых комплексов зеленокаменных поясов позволяет предполагать потенциальную возможность нахождения Cu-Ni сульфидной минерализации в раннедокембрийских гранулитовых комплексах, признаки которой известны на многих древних щитах.

Институт литосферы АН СССР, Москва

С.П.Кориковский

ПЕТРОЛОГИЯ МЕТАМОРФИЧЕСКИХ ОРЕОЛОВ КИАНИТ-СИЛЛИМАНИТОВОГО ТИПА ГЛУБИННОСТИ

1. Зональные ореолы кианит-силлиманитового типа относятся к наиболее глубинным, формируясь при общем давлении не менее 4 кб и высоким P_{CO_2} . Они не связаны с конкретными телами гранитоидов. Распределение збн определяется лишь особенностями теплового потока, термальный максимум которого и области внедрения синметаморфических гранатов часто не совпадают.

2. Свидетельством высокого твердофазового давления в этих ореолах являются: стабильность кианита вместо андалузита; резко ограниченная стабильность кордиерита, железистость которого не превышает 10-18% в высокотемпературных зонах; устойчивость парагенезиса кианит+ждрит вместо кордиерита со ставролитом (гранатом); высокая магнетизальность граната, достигающая в кварцсодержащих породах 45%; появление зеленых чермакитовых амфиболов в середине зеленосланцевой фации; стабильность гранат-роговообманкового парагенезиса, начиная уже с "зоны граната, и т.д. В шлифах всегда видны реакционные структуры прогрессивного этапа.

3. В среднетемпературных зонах ореолов установлен ряд парагенезисов - индикаторов давления. Так, ставролит с силлиманитом сосуществуют лишь при $P_S = 4-5,5$ кб; при $P_S > 5,5$ кб ставролит разлагается в поле устойчивости кианита (до силлиманитовой изограды); при $P_S > 6,5$ кб появляется парагенезис кианит+ортоклаз, а при $P_S > 7-7,5$ кб за счет хлорита образуется ассоциация талька с кианитом, в присутст-

ствии граната с $X_{Mg} = 45-50\%$.

4. Высокие значения P_{CO_2} во флюидах способствуют заторможенности реакций декарбонизации; в частности это объясняет стабильность парагенезиса доломит (анкерит) + кварц вплоть до середины ставролитовой фации, когда вместо него образуется клинопироксен, а не тремолит+кальцит.

5. С кианит-силлиманитовыми ореолами связана широкая флюидно-магматическая деятельность со специфической минерализацией; наиболее типичны поля мусковитовых пегматитов.

6. На постмагматическом этапе проявлено как интенсивное кислотное выщелачивание метаморфических пород (мусковитизация, окварцевание), так и синхронный с ним Mg-Fe метасоматоз (биотитизация, жемчужитизация, колчеданное оруденение).

7. Регрессивные реакции широко проявлены лишь в зонах пегматизации. Наряду с обычными явлениями гидратации, они приводят также к возникновению в гранатах ретроградной зональности, наложенной на раннюю прогрессивную. Микросондовые исследования показали, что подавляющая часть зерен граната, начиная со ставролитовой фации и выше, имеет обратную зональность: к краям зерен снижается X_{Mg} и повышается X_{Mn} .

Институт геологии рудных месторождений, петрографии, минералогии и геохимии АН СССР, Москва

Е.М.Гурвич⁽¹⁾, В.П.Рахманов⁽¹⁾, И.А.Абрамова⁽¹⁾,
В.А.Казанцев⁽²⁾, В.А.Ратников⁽²⁾

СПЕССАРТИНСОДЕРЖАЩИЕ ПОРОДЫ ДОКЕМБРИЯ ДРЕВНИХ ПЛАТФОРМ

1. Спессартинсодержащие породы докембрия отличаются большим разнообразием. Среди них выделяются кварц-спессартиновые, спессартин-родонитовые, спессартин-родохрозитовые, спессартин-амфиболовые породы, связанные между собой большим количеством переходных разновидностей, благодаря изменению доли граната, кварца, родонита, родохрозита и амфибола. Кроме того устанавливаются марганцевые эвлизиты с гранатом, обогащенным спессартиновой составляющей, и спессартиновые пегматиты.

2. Наиболее распространены кварц-спессартиновые породы - от спессартиновых кварцитов (5-15 % граната) до гранатитов (90-95 % граната). Содержание MnO в гранатах колеблется от II до 35 %, а в породах - от 10 до 25 %. Помимо кварца и граната они могут содержать родонит, бланфордит, Mn -диоксид, Mn -амфиболы, Mn -хлорит, марганцостильпномелан, браунит, гаусманит, виридин, Mn -апатит, марганцево-титановые минералы, а также графит, плагиоклазы, микроклин и сульфиды.

3. Среди кварц-спессартиновых пород можно вслед за О.Роем (S. Roy, 1965) выделить два типа, четко отличающихся по условиям среды формирования. К первому типу могут быть отнесены гондиты Индии, Британской Гвианы (Noltrop, 1965), Ханкайского массива (Шехоркина, 1966), Южного Прибайкалья (Резняцкий и др., 1976) и, возможно, Среднего Побужья (Яценко и др., 1977), некоторые гондиты в серии Биррим Берега Слоновой Кости и Ганы, а также спессартиновые кварциты Алданского щита (Кулиш, Кулиш, 1973). Они не содержат родохрозита и других карбонатов, часто сопряжены с пластами и линзами браунитовых и гаусманитовых руд, а при тонкослоистом строении нередко включают тонкие слои, обогащенные гематитом, браунитом и гаусманитом. Предполагается, что первично это были псаммитовые и пелитовые осадки, обогащенные марганцем, возникшие при высоких значениях кислородного потенциала. Они обычно приурочены к нижним частям разреза трансгрессивных серий, а в некоторых случаях удается установить, что они слагают нижние терригенные части ритмов первого порядка. Ко второму типу относятся те кварц-спессартиновые породы, которые содержат графит и (или) родохрозит, сульфиды, в том числе алабандин, при отсутствии браунита и гаусманита. Эти породы иногда также называют гондитами, против чего справедливо возражает С.Рой (S. Roy, 1965). Они, как правило, принадлежат высокоуглеродистым формациям, таким как серия Амапа в Бразилии и формация Биррим в Западной Африке, и занимают в разрезах совсем иное место, чем настоящие гондиты, слагая обычно верхнюю углеродисто-глинисто-хемогенную часть трансгрессивных разрезов. Эти породы несомненно формировались в восстановительных условиях.

Аналогичные фацциальные типы можно выделить и для спессартино-родонитовых пород.

4. Наряду с названными можно выделить третий тип кварц-спессартиновых пород, обязанный своим возникновением метасоматическим (возможно, ремобилизационным) процессам. Он обнаруживается в тим-

ской свите протерозоя КМА, представляющей собой вулканогенно-осадочную углеродистую формацию, пока недостаточно изученную в стратиграфическом отношении. Здесь устанавливается ряд горизонтов спессартинсодержащих пород: кварц-гранатовые и кварц-слоисто-гранатовые углеродистые породы, гранат-кварц-хлорит-биотитовые и амфибол-гранат-биотит-кварцевые породы, заключенные в толще углеродистых сланцев с прослоями амфиболовых и амфибол-карбонатных пород.

Кварц-гранатовые углеродистые породы содержат до 4,8-9,6% $C_{орг}$ и от 9,42 до 19,52 MnO . Они массивны с беспорядочным расположением граната или тонкослоистые с меняющейся от слойки к слойке долей кварца, граната и углеродистого вещества. Сульфиды составляют заметную часть пород. Доля граната достигает 95%. Гранат-спессартин с размером элементарной ячейки в пределах от $11.626 \pm 0,008 \text{ \AA}$ до $11,68 \pm 0,004 \text{ \AA}$, и содержанием Mn 22,60-27,26%, образует выделения различного типа: идиоморфные порфиробласты, кристаллы со следами спектрального строения или сферолитовой структуры, кристаллы с оптической зональностью.

Положение в углеродистой формации среди углеродистых сланцев, наличие сульфидов, обогащенность углеродистым веществом казалось бы позволяет отнести спессартин-кварц-углеродистые породы тимской свиты ко второму фацциальному типу. Однако, распределение и облик кварца, взаимоотношения граната с кварцем и сульфидами, соотношения этих пород с другими спессартинсодержащими разностями, наличие первичных текстур, аналогичных с обнаруженными в метасоматических кварцитах той же толщи свидетельствует о метасоматическом генезисе этих пород.

Возможно, что кварц-спессартиновые породы третьего типа имеются и в других докембрийских марганцевосных толщах, но более высокая степень метаморфизма скрывает процесс их формирования.

- 1 - Институт литосферы АН СССР, Москва
- 2 - Министерство геологии РСФСР, Москва

А.С.Коржик, Л.Д.Нащкина

ДИАГНОСТИЧЕСКИЕ КРИТЕРИИ МЕТАМОРФИЗОВАННОЙ КОРЫ
ВЫВЕТРИВАНИЯ (НА ПРИМЕРЕ КАРЕЛИИ)

Успешное изучение древних метаморфизованных кор выветривания должно привести к реконструкции климатических условий и палеогеографической обстановки некоторых периодов докембрия. Оно позволит судить о составе древнейшей атмосферы Земли, облегчит выяснение специфики древнейшего осадкообразования, поможет правильному решению практических вопросов, связанных с обнаружением и освоением в докембрийских провинциях крупных запасов железных, урановых, медно-никелевых, серебряно-кобальтовых руд и особо чистых кварцитов. Однако многие аспекты проблемы докембрийского выветривания находятся все еще на уровне постановки вопроса, и среди них задача выявления и диагностики метаморфизованных кор выветривания в докембрии остается пока наиболее важной.

Опыт изучения некоторых метаморфических пород протерозоя в Центральной Карелии показывает, что часть их по совокупности многосторонних данных может быть отнесена к первично-элювиальным образованиям. Главные результаты по выявлению первично-элювиальных признаков, исследовавшихся метаморфических образований, оводятся к следующему. Четкая геологическая позиция кварц-серпичитового и серпичит-хлоритового горизонтов, определяемая неизменной их приуроченностью (даже в сложном подчас структурах) к контакту нижерасположенных гранитов, диабазов, конгломератов и перекрывающих метаосадков ятулия, опровергают выдвигаемые иногда утверждения о том, что кварц-серпичитовые и серпичит-хлоритовые сланцы будто-бы представляют собой зоны сматия, проходящие через различные породы.

Наблюдаемые в изучавшихся разрезах гранитные брекчии по общему строению, характеру смещения гранитных отторженцев и изменению их формы, структурно-минеральным превращениям в обломках и цементирующей массе обладают типичными чертами делювиально-элювиальных брекчий.

Об элювиальном характере доятулийских профилей свидетельствует прогрессирующее разрушение пегматитовых, аплитовых и кварцевых прожилков в пределах гранито-брекчии и кварц-серпичитового слоя, тогда как в исходном граните они оказываются совершенно не нарушенными.

Последовательные минеральные и текстурно-структурные преобразования материнского гранита в доятулийских разрезах происходят по той же схеме, что и в постпротерозойских корах.

Постепенный переход гранитов и гранитных конгломератов в кварц-серпичитовые, а диабазов и пикритов в серпичит-хлоритовые и тальк-карбонат-хлоритовые сланцы сопровождается изменением начальной массивной текстур: сначала в сланцевую, а затем в типично сланцевую. При этом реликты кварцевых зерен (профили на гранитах и конгломератах) оказываются развернутыми по сланцеватости, а кварцевые миндалины (профили на диабазах) - сплюснутыми. В доятулийских разрезах, начиная от материнских гранитов и до непосредственного контакта кварц-серпичитовых сланцев с перекрывающими их кварцитами, циркон, являясь устойчивым при выветривании и метаморфизме минералом, сохраняет присущую ему призматическую форму. Общее количество ZrO_2 при этом возрастает.

В кварц-серпичитовой породе электронно-микроскопическими исследованиями обнаружены реликты кристаллов каолинита в массе гидрослюда. Рентгено-структурный анализ подтверждает присутствие каолинита.

Направленность и распределение породообразующих химических компонентов по исследованным метаморфизованным профилям кислого и основного ряда соответствуют характеру профиля выветривания.

Ассоциация метаморфических минералов в доятулийских и ятулийских профилях (хлорит, серпичит, мусковит, эпидот, сфен, новообразованный кварц) способствует зеленосланцевому метаморфизму. По всей очевидности, серпичит и хлорит представляют собой продукт метаморфизма каолинита и монтмориллонита, возникших при древнейшем выветривании кислых и основных пород.

Таким образом, кварц-серпичитовые сланцы на архейско-нижнепротерозойских гранитах и сумийско-сариолийских конгломератах в основании ятулийской толщи Карелии (как и серпичит-хлоритовые сланцы на диабазах ятулия) представляют собой остатки древнейших площадных кор выветривания, сформировавшихся в климатических условиях перехода от гумидной зоны к аридной, сильно эродированных и позднее метаморфизованных в фации зеленых сланцев. Сравнение протерозойских кор выветривания Карелии с корахми постпротерозойского времени свидетельствует о геологическом, текстурном и геохимическом их сходстве.

Институт литосферы АН СССР, Москва

ТРАПОВЫЙ И ЩЕЛОЧНО-УЛЬТРАОСНОВНОЙ МАГМАТИЗМ СИБИРСКОЙ ПЛАТФОРМЫ И СВЯЗАННОЕ С НИМ ОРУДНЕНИЕ

I. Траптовый магматизм и руды.

Трапсовая (или толеит-базальтовая) формация характерна для древних платформ и широко проявляется на всех континентах. Траппы Сибирской платформы занимают площадь 1,5 млн. км² в междуречьях рр. Лена и Енисей и наиболее развиты в пределах Тунгусской синеклизы, центральная часть которой залита лавами, а для периферии характерны интрузивные проявления (силлы, дайки, трубки) и туфогенные толщи. Помимо резко преобладающих на платформе пермо-триасовых траппов имеются дайки средне- и позднепротерозойских траппов (Анабар), рифейские силлы на р. Оленек, среднепалеозойские траппы в бассейне р. Вилюй, в междуречьях рр. Чона и Н. Тунгуска. Предположительно юрские траппы известны в юго-восточной части платформы. Эффузивные, интрузивные и пирокластические фации позднепалеозойских-нижнемезозойских траппов локализируются в верхней части палеозойских толщ осадочного чехла. Максимальную площадь занимают интрузивные недифференцированные траппы, представленные обычно "нормальным" (преобладающим) типом и реже - уклоняющимися по химизму типами (Масайтис, 1964), в связи с чем выделяются субгипербазитовая, базитовая и субщелочная базитовая субформации (Виленский, 1967). Сильно дифференцированные интрузии редки и дифференциация в камере идет либо с абсолютным, либо с относительным накоплением железа. Примерами первого типа интрузивов являются Аламджакский и Анакитский, содержащие феррогаббро, многие интрузивы "кузьмовского" комплекса (Лурье и др., 1962), а также траппы "ангарского" типа (Соболев, 1936). Примерами второго типа интрузивов являются магнезиальные по составу - Норильск-I, Верхне-Талнахская, Черногорская, Имангдинская и другие, связанные с глубинными разломами северо-запада Сибирской платформы.

Если с расслоенными интрузивами второго типа, имеющими в своем составе пикритовые, оливинные и безоливиновые горизонты габбро-долеритов, бывают связаны месторождения сульфидных медно-никелевых руд, то с железистыми по составу интрузивами первого типа могут ассоциировать метасоматические магнетитовые месторождения. Для сульфидоносных интрузивов норильского типа обязательно присутствие в них горизонта такситовых габбро-долеритов и габбро, имеющих характер основных пегматоидов. Большинство исследователей допускает ликвационный

генезис вкрапленных и сплошных сульфидных медно-никелевых руд (Годлевский, 1959), хотя многие факты свидетельствуют в пользу инфильтрационно-метасоматической их породы (Золотухин, 1964). Большую роль при этом играет процесс формирования таких интрузивов и условия их становления. Главная масса железорудных месторождений располагается в южной части Сибирской платформы, где имеется уникальная Ангаро-Илимская провинция (месторождения Коршуновское, Рудногорское, Краснояровское, Нерюндинское, Копаевское и многие другие). Жильные и вкрапленные магнетитовые руды тесно ассоциированы с автореакционными известковыми (а кое-где магнезиальными) скарнами (Вахрушев, Воронцов, 1976), и локализируются, в основном, в пределах брекчированных пород трубок взрыва (Страхов, 1978), либо линейных нарушений. Траппы (дайки, жилы, силлы) на месторождениях обычно близки к "среднему сибирскому" траппу (ангарский тип). Дифференцированность железосных трапповых массивов бывает от слабой до сильной (Анакитская интрузия). Взаимосвязь сульфидного и магнетитового оруднения в трапповых рудоносных интрузивах очевидно определяется эволюцией состава флюидов, связанных с составом самих интрузивов.

II. Щелочно-ультраосновной магматизм и связанные с ним руды

Сибирская платформа является также уникальным регионом развития щелочно-ультраосновного магматизма, представленного интрузивной и вулканогенной фашиями. Проявления этого магматизма сгруппированы в пространственно разобщенные разновозрастные комплексы, к которым относятся позднепротерозойский-арбарастакский; среднепалеозойские-безозиминский и горноозерский; пермо-триасовые - чадобецкий, каменский и наиболее представительный-маймеч-котуйский комплекс, объединяющий многочисленные сложные интрузии ультраосновных и щелочных пород с карбонатами (в том числе гигантский Гулянский плутон), значительные по объему проявления щелочно-ультраосновных субинтрузивных тел и вулканогенных образований, а также пространственно сопряженные с ними проявления кимберлитового магматизма. Нередко к щелочно-ультраосновной формации относят все проявления кимберлитового магматизма платформ.

Наиболее важные и крупные рудопроявления взаимосвязаны с процессами формирования интрузивных ультраосновных и щелочных пород с карбонатами. С ними ассоциируют месторождения флогопита, вермикулита, апатита, магнетита, ювелирного хризолита и хромдиоксида, а также значительные концентрации нефелинов, перовскитовых, титано-магнетитовых и хромитовых руд.

В последние годы на севере Сибирской платформы, в районе Уджинского поднятия, были открыты и разведаны крупные рудоносные интрузивные тела среднепалеозойского возраста, которые по особенностям вещественного состава и строения также относятся к щелочно-ультраосновной формации (Поршнев, Степанов, 1980).

Институт геологии и геофизики СО АН СССР,
Новосибирск

Н.В.Соболев

КИМБЕРЛИТОВЫЙ МАГМАТИЗМ СИБИРСКОЙ ПЛАТФОРМЫ

Якутская алмазоносная провинция располагается на территории Сибирской платформы, в ее северо-восточной части. Здесь установлено около 450 кимберлитовых тел, в основном, представленных трубками взрыва, наряду с которыми известны также кимберлитовые жилы и дайки. Все главные районы кимберлитового магматизма размещаются в пределах Анабарской антеклизы.

Применение высокоточного уран-свинцового изотопного метода определения возраста внедрения кимберлитов по цирконам позволило получить качественно новую информацию как по общей продолжительности проявления кимберлитового магматизма на платформе, так и по длительности отдельных этапов. На основании определения абсолютного возраста около 20 кимберлитовых трубок, относящихся к 7 главным районам проявления кимберлитового магматизма, установлено не менее пяти этапов активности, с общим интервалом, охватывающим 300 млн. лет (от 450 до 146 млн. лет). Этими этапами являются: 1) позднеордовикский (450-440 млн. лет); 2) позднесилурийский (412-403 млн. лет); 3) позднедевонский (362-344 млн. лет); 4) пермо-триасовый (233-217 млн. лет) и 5) позднеюрский (159-146 млн. лет). Эти этапы значительно различаются и четко локализируются во времени, с существенными перерывами между ними от 30 до 120 млн. лет. Каждый из этапов имеет продолжительность не более 20 млн. лет, а в пределах общего широкого временного интервала собственно активные этапы составляют только 65,5 млн. лет или 21,5%. Достоверно установлены разновозрастные кимберлиты в пределах одного района. Так, в Мало-Ботуобинском районе известны кимберлитовые трубки, относящиеся к трем палеозойским этапам

(1-3). Полученные данные по уран-свинцовым датировкам цирконов из кимберлитов ни в одном случае не противоречат имеющейся геологической информации.

Кимберлиты являются одним из главных источников информации о составе верхней мантии под платформами до глубин порядка 200 км. Особую ценность здесь имеют данные по составу наиболее глубоких минералов и парагенезисов, относящихся к алмаз-пироповой фации глубинности. Среди них определяющая роль принадлежит кристаллическим включениям в алмазах. На основании их изучения с помощью рентгеновского микроанализатора с электронным зондом, установлено широкое разнообразие парагенезисов, в котором кристаллизовались алмазы. Эти парагенезисы относятся к двум главным типам: ультраосновному (перидотитовому) и эклогитовому.

Изучение состава включений в алмазах позволило установить различия в соотношении главных типов парагенезиса в пределах Якутской алмазоносной провинции, с повышением роли эклогитового типа от южной части провинции к северной. Эта закономерность подтверждается и результатами исследования изотопного состава углерода алмазов. Отчетливо фиксируется повышение роли алмазов с облегченным изотопным составом углерода (относительно стандарта РДВ) в направлении к северной части провинции. Алмазы такого типа характерны только для эклогитового типа парагенезиса.

Полученные данные по изучению алмазов и содержащихся в них включений подтверждают ранее установленную по результатам исследования глубоких ксенолитов в кимберлитах закономерность изменения состава верхней мантии под Сибирской платформой в направлении к северу.

Институт геологии и геофизики СО АН СССР,
Новосибирск

II. ПОЛЕЗНЫЕ ИСКОПАЕМЫЕ

Я.Н.Белевцев⁽¹⁾, Л.С.Галецкий⁽²⁾

МЕТАЛЛОГЕНИЯ УКРАИНСКОГО ЩИТА

1. Украинский щит сложен глубоко измененными породами, являющимися продуктами метаморфизма и ультраметаморфизма вулканогенных, осадочно-вулканогенных и осадочных образований.
2. В формировании Украинского щита выделяется три цикла: догеосинклинальный - архейский (3500-2800 млн.лет); геосинклинальный - нижнепротерозойский (2800-1650 млн.лет); платформенный - верхнепротерозойский (1650-950 млн.лет).
3. Догеосинклинальный цикл развития характеризуется: а) преобладанием вулканогенных пород и подчиненным количеством седиментогенных; б) широким развитием ультраметаморфизма; в) слабой дифференцированностью геологических образований.
4. Геосинклинальный цикл развития характеризуется: а) образованием осадочно-вулканогенных подвижных зон, представленных троговыми складчато-разрывными протяженными поясами; б) широким развитием метаморфизма всех фаций и ограниченным проявлением ультраметаморфизма; в) значительной седиментационной, метаморфической и магматической дифференциацией вещества.
5. Платформенный цикл развития отличается формированием областей и зон тектоно-магматической и тектоно-метасоматической активизации.
6. Металлогения Украинского щита закономерно связана с накоплением металлов в осадках и вулканитах в различные этапы геологического развития с последующей их концентрацией вследствие метаморфической и ультраметаморфической дифференциации и процессов протоактивизации. Образование месторождений преимущественно связано с процессами метаморфизма и ультраметаморфизма. Выделяется генетический класс метаморфогенных месторождений с подразделениями на: метаморфизованные, метаморфические и ультраметаморфические месторождения.
7. Металлогения архейского-догеосинклинального цикла определялась накоплением металлов в вулканических породах, представленных основными и ультраосновными магмами. Характерными являются: Fe, Cr, Mn, Ni, Co, Ti, Cu.

8. Металлогения нижнепротерозойского - геосинклинального цикла развития определялась преимущественно процессами седиментации и метаморфизма, с которыми связано первичное накопление и последующая концентрация больших масс: Fe, Mn, Al, Ti, Ni, Cu и других металлов в терригенных, хемогенных и биогенных осадках.
9. Металлогения платформенного цикла развития определялась протерозойской активизацией, приведшей к образованию магматических интрузий и протяженных тектоно-метасоматических зон, несущих разную рудную минерализацию (Ti, P, Mo, Cu, Pb, Fe).
10. На Украинском щите выделяются три металлогенические эпохи: архейская, раннепротерозойская и позднепротерозойская. Соответственно главными рудоносными геологическими формациями выделенных металлогенических эпох являются: для архейской - кремнисто-железистая и углеродисто-кремнистая, базальт-андезит-липаритовая, дунит-перидотитовая и пироксенит-габбровая; для раннепротерозойской - кремнисто-железистая (дзеспилитовая), углеродисто-кремнистая, карбонатно-терригенная, лейкогранитовая; для позднепротерозойской - песчано-конгломератовая, трахибазальт-трахиандезит-трахилипаритовая, габбро-анортоситовая, рапакиви-гранитовая, щелочных ультрамафитов и карбонатитов, нефелиновых и щелочных сиенитов, щелочно-гранитовая. Наиболее продуктивной является нижнепротерозойская эпоха, с которой связано образование железорудной формации докембрия, несущей многочисленные железорудные и другие месторождения.
11. Главнейшие закономерности размещения месторождений на щите: а) подавляющее большинство всех месторождений встречается среди метаморфических пород зеленосланцевой фации (метаморфизованные и собственно метаморфические месторождения); меньше в амфиболитовой и гранулитовой фациях (преимущественно собственно метаморфические месторождения); б) наиболее рудоносными являются структурно-фациальные зоны нижнепротерозойских кластогенных и хемогенных метаморфических пород; в) значительной рудоносностью обладают дифференцированные формации основных, ультраосновных и щелочных пород и зоны тектоно-метасоматической активизации.

1 - Институт геохимии и физики минералов АН УССР,
2 - Министерство геологии УССР, Киев

Ю.М.Соколов, В.Б.Далегайский, Д.А.Михайлов

ПРОБЛЕМЫ МЕТАМОРФИЧЕСКОГО РУДООБРАЗОВАНИЯ В ДОКЕМБРИИ

1. **Метаморфический рудогенез** определяется геохимией среды минералообразования или исходным составом пород, подвергшихся метаморфизму, геологическим типом метаморфизма и физико-химической эволюцией регионального метаморфизма в метаморфических поясах различного термодинамического режима. В зависимости от масштабов и времени проявления метаморфических процессов метаморфогенные месторождения докембрия классифицируются на (млн.лет): I - катархейские внутриконтинентальные (≥ 3500); II - позднеархейские внутриконтинентальные ($\sim 3000 \pm 100$); III - раннепротерозойские межконтинентальные (2600 ± 100); IV - раннепротерозойские внутриконтинентальные (2300 ± 100); V - позднепротерозойские глобальные (1900 ± 100); VI - раннерифейские внутриконтинентальные (1400 ± 50); VII - позднерифейские межконтинентальные; VIII - позднерифейские внутриконтинентальные ($650-680 \pm 20$); IX - вендские внутриконтинентальные (570 ± 20).

2. Геохимическая эволюция метаморфического рудогенеза, в целом, необратима и характеризуется постепенной дифференциацией и усложнением минерального вещества рудных формаций, начиная с раннедокембрийского этапа, и, достигая кульминации их спектра в позднепротерозойском глобальном этапе (1900 млн.лет), постепенно спадает к фанерозою.

3. **Металлогеническая специализация регрессивного (главного рудогенерирующего) этапа** регионального метаморфизма строго определяется термодинамическим режимом метаморфического пояса, в котором происходит образование рассматриваемых месторождений. В этом аспекте для пегматитовых формаций, которые являются ведущими полезными ископаемыми Индии и СССР, установлены прямые коррелятивные связи между этапами и стадиями метаморфических и пегматитообразующих циклов.

А. **Формация редкоземельно-керамических пегматитов**, характеризующихся повышенными концентрациями минералов цериевой группы, типична для гранулитов умеренных и низких давлений (P~10-II кбар; $t \sim 750^\circ\text{C}$; Вост.Сибирь, Антарктида, Индия). Пегматиты этой формации ассоциируются с формацией магнезиальных скарнов (Канада, Мадагаскар, Африка).

Б. **Образование формации мусковитовых пегматитов** строго определяется интервалом PТ-условий фации альмандиновых амфиболитов в тер-

модинамическом режиме дистен-силлиманитовой фациальной серии (P=6-9 кбар, $t = 650-680^\circ\text{C}$). Пегматиты этой формации генетически гетерогенны и возникают, например, при: а) зональном метаморфизме флишодных комплексов - Вост. Сибирь, Сев.Америка, Шотландия; б) зональном диафторезе, но при более высоких давлениях (Карелия); в) диафторезе гранулитов (Вост.Сибирь).

В. **Формация редкометалльных пегматитов** возникает только в режиме андалузит-силлиманитовой фациальной серии (P=2-4 кбар, $t = 520-670^\circ\text{C}$, Украина, Карелия, Вост.Сибирь; Южная Африка, Зап. Австралия)

Г. **Формация мусковито-редкометалльных пегматитов** генетически гетерогенна. Она образуется, например, при: а) зональном метаморфизме дистен-андалузит-силлиманитовой фациальной серии (P=5,5 кбар, $t = 620$ - Горный Алтай); б - диафторезе андалузит-силлиманитовой серии по породам, метаморфизованным в PТ-параметрах дистен-силлиманитовой серии (Карелия, Вост.Сибирь, Индия: Раджастанское, Неллурское поле; Бразилия).

4. Исключительно большое значение при металлогеническом анализе метаморфических поясов имеет изучение зон полиметаморфизма и дислокационного метаморфизма (диафтореза). При полиметаморфизме образуется ряд крупнейших и своеобразных месторождений на территории Индии и СССР.

А. **Группа магнезиальных скарнов** возникает при диафторезе амфиболитовой фации по гранулитам (Алдан, Цейлон, Памир, Канада, Мадагаскар, Антарктида). Б. **Метасоматические железистые кварциты** образуются в широком интервале диафтореза (Вост.Сибирь, Индия). В. **Формация горного хрусталя и гранулированного кварца** возникает только при диафторезе зеленосланцевой фации (Урал, Алдан, Индия). Г. **Сульфидные формации и формации щелочных метасоматитов** характерны для диафтореза зон глубинных разломов, также образующихся при широких значениях PТ-условий метаморфизма (Вост. Сибирь, шт. Раджастан-Индия, Украина).

5. Рассмотренные формации характеризуют классы рео- и ортометаморфических месторождений. Кроме них в метаморфических поясах образуются формации месторождений прометаморфического класса, для которых главным фактором в образовании является литогенез. На территориях Индии и СССР эти формации имеют значительное промышленное значение (Fe, Au, Mn, Al, графит и т.д.).

Сафонов Ю.Г.⁽¹⁾, Кришна Рао Б.⁽²⁾, В.Н. Васудев⁽³⁾

ГЕОЛОГО-СТРУКТУРНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ЗОЛОТОРУДНЫХ И МЕДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ КРАТОНА КАРНАТАКА (ИНДИЯ)

Кратон Карнатака, один из основных геотектонических элементов Индийского щита, характеризуется четко выраженной металлогенической специализацией. Здесь распространены главным образом золоторудные и медные месторождения.

Среди золоторудных проявлений, число которых превышает 70, выделяются Коларское рудное поле, а также золоторудные поля Хатти и Рамагири. Общей чертой этих полей, наиболее значительных по своим масштабам, является согласное и субсогласное залегание кварц-золоторудных тел среди интенсивно дислоцированных зеленокаменных пород. Примечательна приуроченность рассматриваемых полей к узким линейно вытянутым поясам амфиболитов кристаллических сланцев раннего архея, а в пределах поясов — к отдельным блокам, ограниченными диагональными и поперечными разломами.

В широко известном золоторудном поле Колар рудные тела локализируются в выдержанных по простиранию и падению зонах скальвания, в зависимости от их искривлений, соотношении с диагональными разрывами. Аналогичным образом проявляется структурный контроль оруденения на месторождении Хатти, отличающемся развитием серии примерно равнозначных субпараллельных золоторудных тел в зонах скальвания.

В золоторудном поле Рамагири золотосные кварцевые и кварц-карбонатные тела рассредоточены. Выдержанных минерализованных зон здесь не выявлено. Линзообразные и жлобообразные тела размещаются здесь в зависимости от мелких складок, зон рассланцевания и разломов.

Для всех названных месторождений установлено наложение золоторудной минерализации на кварцевые тела, в процессе их псевдопластических деформаций и хрупкого разрушения путем образования закрытых мелких трещин.

Медные месторождения кратона Карнатака размещаются вне пределов золотосного пояса, среди пород верхней серии Дарварской системы и гранито-гнейсов. Эти месторождения отчетливо разделяются на минерализованные зоны скальвания (Ингольда, Кальяри) и штокверки в дайковых телах (Тинтини). Первые по времени образования очевидно близки к золоторудным месторождениям. Месторождение Тинтини сформировалось после внедрения раннепротерозойских даек основного состава.

Месторождение Ингольда имеет блоковое строение: в основном блоке развиты сульфидно-кварцевые жилы, зоны прожилков и вмещающие, контролируемые зонами скальвания и разломами. Прожилково-вкрапленная медная минерализация (с большим количеством галенита, сфалерита) преимущественно распространена в северо-восточном блоке.

На месторождении Кальяри отчетливо проявлен литологический контроль оруденения. Вкрапленность халькопирита в ассоциации с калиевым полевым шпатом здесь развивается главным образом в кварцитах. Определенно проявляется на месторождении и зависимость размещения оруденения от тектонических нарушений.

Кварц, калиевый полевой шпат с сульфидами выполняют трещины — скола и отрыва, а также зоны брекчий в диабазовых дайках на месторождении Тинтини. Примечательна приуроченность рудовмещающих даек к зоне крупного разлома, поперечного по отношению к простиранию основных складчатых структурных форм в кратоне.

Рудоконтролирующие и рудовмещающие структурные элементы на золоторудных и медных месторождениях кратона Карнатака в целом свидетельствуют об эпигенетичности оруденения по отношению к вмещающим метаморфическим породам и отражают сложную обстановку проявления процессов протоктивизации, с которыми связано образование рассматриваемых месторождений.

- 1 - Институт геологии рудных месторождений, петрографии, минералогии и геохимии АН СССР, Москва, СССР
- 2 - Майсурский университет, Майсур, Индия
- 3 - Геологическая служба штата Карнатака, Бангалор, Индия

Генкин А.Д.⁽¹⁾, Сафонов Ю.Г.⁽¹⁾, Наумов В.Б.⁽²⁾, Васудев В.Н.⁽³⁾, Кришна Рао Б.⁽⁴⁾, Воронихин В.А.⁽¹⁾, Чернышев И.В.⁽¹⁾, Носик Л.П.⁽¹⁾

НОВЫЕ ДАННЫЕ ПО МИНЕРАЛОГИИ И ГЕОХИМИИ ЗОЛОТОРУДНОГО ПОЛЯ КОЛАР (ИНДИЯ)

Продолжение совместных исследований советскими и индийскими учеными золоторудного поля Колар (Сафонов а.о., 1980; Chernyshev а.о., 1980) позволило получить новые данные, важные для освещения минералогии и условий формирования этого уникального рудного поля.

В результате изучения вещественного состава руд из залежей Чемпион Риф, Мак Тэгарт-Ориental, Новый Риф, установлено более 25 рудных минералов, диагностированных оптическими методами и с помо-

чью электронного зонда. 19 минералов, таких как самородный висмут, теллуриды - хедлеит, цумоит, волнискит, минералы никеля и сурьмы - брейтгаутиит, ульманит, гудмундит и ряд минералов с высоким содержанием кадмия, обнаружены на месторождении впервые. Особый интерес представляет выявление котунита ($PbCl_2$) и открытие в ассоциации с последним, а также с галенитом и теллуридами двух новых минералов, состав которых предварительно определен как $Pb_3Te_9Cl_4S_2$, $PbTeCl_2$

Изучение возрастных соотношений различных ассоциаций рудных и жильных минералов позволяет наметить стадийность развития процесса минерализации. Выделяются стадии: 1) ранняя полевошпат-кварцевая; 2) шеелитовая; 3) золото-сульфидная; 4) поздняя кварц-карбонатная.

Полевошпат-кварцевая стадия выделяется на основании развития на нижних горизонтах месторождения наряду с кварцевыми и пегматитовыми телами переходных кварц-полевошпатовых образований, содержащих турмалин, биотит. Внедрение пегматитовых тел очевидно разделяет раннюю и шеелитовую стадии; прямых соотношений пегматитов и шеелит-содержащих кварцевых тел не наблюдалось.

Дайки долеритов в отличие от имеющихся представлений (Нарайянасами и др., 1964) рассматриваются авторами как интерминерализационные: они пересекают кварцевые тела, но в свою очередь пересекаются кварцевыми прожилками и подвергаются гидротермальным изменениям - амфиболитизации, окварцеванию, местами серицитизации, их внедрение предшествовало отложению рудных минеральных ассоциаций.

Рудные ассоциации различных золотоносных залежей обладают характерными особенностями: во всех залежах проявляются ранняя сульфидная, а в некоторых - более поздние: золото-сульфидная (с теллуридами) и ассоциация хлорсодержащих рудных минералов.

Для понимания условий образования золоторудных тел Колара важными представляются данные об участии в процессе минералообразования различных летучих компонентов: бора в раннюю стадию, углекислоты и хлора - в шеелитовую и золото-сульфидную стадии. Исследование газово-жидких включений позволило установить мелкие включения с углекислотой, иногда метаном в рудоносном кварце не только в залежи Чемпион Риф, но и в рудном теле Ориенталь. Подтвердились сделанные ранее выводы о температурах образования (и преобразования) кварца в пределах 130-380° при средних температурах порядка 250°C. Расчет давления в гидротермальных растворах по данным гомогенизации газово-жидких включений в кварце показывает, что последний образовывался при 1,8-3,5 кбар. Расчетные величины давления в 1,8 кбар получены

при изучении образцов рудоносного кварца с глубины около 1 км (Ориенталь), а 3,5 кбар - по образцам с глубины около 3 км (Чемпион Риф). Эти данные указывают на высокий градиент давления в процессе рудообразования, значительно превышающий градиент литостатического давления.

Геологические и минералого-геохимические данные и результаты изотопных исследований галенита свидетельствуют о гидротермальной природе рудной минерализации Колара и не подтверждают часто высказываемые представления о метаморфогенном происхождении золоторудных месторождений типа Колар.

- 1 - Институт геологии рудных месторождений, петрографии, минералогии и геохимии АН СССР, Москва
- 2 - Институт геохимии и аналитической химии АН СССР, Москва
- 3 - Геологическая служба штата Карнатака, Бангалор, Индия
- 4 - Майсурский университет, Майсур, Индия

Каньяка Базу⁽¹⁾, Н.С. Бортников⁽²⁾, Асоке Мукерджи⁽¹⁾,
Н.Н. Мозгова⁽²⁾, А.И. Целин⁽²⁾

МИНЕРАЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПОНИМЕТАЛЛИЧЕСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ РАДЖПУРА-ДАРИБА, РАДЖАСТХАН, ИНДИЯ

Комплексная Fe - Zn - Pb - Cu - Ag - Tl - As - Sb - (Cd - Hg - Mn) - Ba - F - S минерализация, неизвестная ранее ни в одном месторождении Индии, обнаружена в рудах Раджпура-Дариба. Детальные микроскопические, рентгенографические и микрорентгеноспектральные исследования выявили необычные минералого-геохимические особенности руд.

1) Широким распространением пользуются самородные металлы, сульфиды и сульфосоли. По крайней мере семь редких минералов (овихит, диафторит, свинецсодержащий тетраэдрит - вторая находка в мире, сульфосоли Pb, Ag, Sb, близкая по химизму к рамдориту, сульфосоли Cu (Ag), Mn, Sb (As), сульфосоли Pb, Tl, Ag, Sb, структурно родственная семсейиту, интерметаллическое соединение $Ag_{74,2}Au_{16,4}Hg_{9,4}$), три из которых, вероятно, являются новыми минеральными видами, идентифицированы в рудах.

2) Химический состав сульфосолей подвергнут существенным изменениям в пространстве и во времени. Значительные колебания величин $As / (As + Sb)$ наблюдались в блеклых рудах (от практически чистого теннантита до практически чистого тетраэдрита), в бурнонит-зелигманитовом твердом растворе (от 0,04 до 0,52), в сульфосоли $Cu (Ag)$, Mn , $Sb (As)$ (от 0,15 до 0,51). Содержание серебра в блеклых рудах из разных ассоциаций варьирует от 0,9 до почти 33 %, а в сульфосоли $Cu (Ag)$, Mn , $Sb (As)$ - от 4 до 11%. Повышенные содержания этого элемента установлены в сурьмяных разновидностях.

3) Повышенная концентрация таллия в рудах. Этот элемент, главным образом, присутствует в виде твердого раствора в геокроните (0,8%), менагините (1%), рамдорите (0,8%), буланжерите (0,4%), овихите (0,1%), но также обнаружен в виде самостоятельных сульфогаллиантимонитов таллия. В месторождении Раджпура-Дариба обнаруживается геохимическое сродство этого элемента с сурьмой, а не с мышьяком, как отмечалось в других свинцово-цинковых месторождениях (Восточное Забайкалье, Верхняя Силезия).

4) В рудах широко развиты необычные микроструктуры, такие как структуры разложения блеклых руд, бурнонит-зелигманитового твердого раствора, контактные реакционные каемки, грубо мирмекитовые сростания самородных элементов с сульфидами и сульфосолями, указывающие на преобразования рудных минералов.

Полученные данные использованы для оценки физико-химических условий кристаллизации и перекристаллизации руд, понимания геохимического поведения отдельных элементов и механизма образования необычных структур.

Структурные соотношения между рудными и нерудными минералами указывают на образование руд до метаморфизма и деформаций.

1 - Индийский институт технологии, Каракпур

2 - Институт геологии рудных месторождений, петрографии, минералогии и геохимии АН СССР, Москва

А.А.Глаголев

МЕТАМОРФИЧЕСКИЕ И МЕТАСОМАТИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ В ЖЕЛЕЗИСТЫХ КВАРЦИТАХ

1. Пласты или линзовидные тела согласно залегают в докембрийских метаморфических толщах и имеют характерное слоистое строение и другие особенности, свойственные осадочным породам. Их мине-

ральный состав хорошо согласуется с уровнем метаморфизма вмещающих пород, что указывает на их одновременный метаморфизм. По мере повышения температуры метаморфизма от зеленосланцевой (или еще более низкой) до гранулитовой фации происходит смена минералов в следующей последовательности: гриналит, шамозит, сидерит - минессоатит, стильномелан, тальк - биотит, куммингтонит - актинолит, гранат - роговая обманка, клинопироксен, фаялит - гиперстен, энстатит. Соотношение рудных минералов при метаморфизме в основном сохраняется, хотя есть тенденция к переходу гематита в магнетит.

2. Во многих железорудных месторождениях одновременно с изохимическим региональным метаморфизмом или в его заключительную стадию имели место процессы гранитизации метаморфических пород. В силу значительного химического отличия железистых кварцитов от гранитов, они гораздо медленнее захватываются этим процессом, чем большинство вмещающих пород, таких как слюдяные сланцы, гнейсы и даже амфиболиты. В начале этот процесс сказывается в привносе в железистые кварциты Al_2O_3 , CaO и щелочей, что в условиях средних температурных фаций ведет к обогащению железистых кварцитов роговой обманкой и биотитом, за счет светлых амфиболов, талька и хлорита. Затем появляются полевые шпаты, сначала в единичных зернах, а затем - в виде мигматитовых послойно-секущих кварц-полевцошпатовых прожилков. При расплавлении этих пород образуются магнетит-содержащие граниты (5-10 % магнетита).

3. Железистые кварциты подвергаются многим постмагматическим процессам, которые описываются здесь в соответствии с классификацией Д.С.Коржинского, В.А.Жарикова. Для многих месторождений железистых кварцитов характерен щелочной метасоматоз, выраженный в развитии в них за счет силикатных минералов щелочных амфиболов (рибекинта, родусита), пироксенов (эгирина, эгирин-диопсида) и особых видов биотита (тетраферрибиотита). Этот процесс происходит сразу же после регионального метаморфизма (и гранитизации), о чем свидетельствует некоторое соответствие температур этих двух процессов. Щелочной метасоматоз в железистых кварцитах можно отнести к ранней щелочной стадии постмагматических процессов. Хотя соотношение рудных минералов остается почти неизменными, в условиях щелочного метасоматоза существует тенденция перехода магнетита в гематит.

4. В ряде месторождений с сильным проявлением мигматизации интенсивно развиты постмагматические процессы стадии кислотного выщелачивания. Они выразились в окварцевании (грейзенизации) вмещающих

гнейсов и мигматитов с появлением мусковита, силлиманита (андалузита) и превращением их местами во вторичные кварциты. Железистые кварциты также подвергаются окварцеванию. В начале это выражается в перекристаллизации и сегрегации кварца, в укрупнении и концентрации зерен граната, роговой обманки, магнетита. Затем происходит замещение этих минералов кварцем. Первоначальные структурно-текстурные особенности железистых кварцитов частично затухиваются.

5. Упомянутые метасоматические процессы в железистых кварцитах происходят на фоне регрессивного метаморфизма, проявляющегося в замещении высокотемпературных минералов низкотемпературными без изменения химического состава пород.

Институт геологии рудных месторождений, петрографии, минералогии и геохимии АН СССР

К.Б.Кебезинкас

НЕКОТОРЫЕ ДОКЕМБРИЙСКИЕ ИЗМЕНЕННЫЕ ВУЛКАНОГЕННО-ОСАДОЧНЫЕ ПОРОДЫ КАК ПОИСКОВЫЙ КРИТЕРИЙ СУЛЬФИДНОГО ОРУДЕНЕНИЯ

В выяснении роли метаморфизма в рудообразовании представляется важным решение задачи геологического и петрологического изучения ряда околорудных пород из-за тесной их парагенетической (и, возможно, генетической) связи со многими метаморфогенными сульфидными месторождениями.

Классическими представителями этих околорудных пород являются кордиерит-антофиллитовые и ставролит (+ кианит) - роговообманковые породы, тесно связанные с рядом сульфидных месторождений, локализованных в метаморфических докембрийских комплексах.

Главные выводы, полученные в результате предварительной обработки образцов указанных пород из разных мест СССР, Индии и Финляндии, сводятся к следующему.

1. Впервые выведена РТ-диаграмма для безкальциевых пелитовых пород, для области устойчивости антофиллита с кварцем. Она дала возможность оценить РТ-условия образования кварц-антофиллит-кордиеритовых пород и проследить закономерности изменения составов сопутствующих минералов в некоторых важнейших маловариантных парагенезисах.

2. На ее основе установлена четкая закономерность уменьшения железистости антофиллитов (ждритов) с увеличением РТ-условий, в первую очередь, с ростом Р. Так, железистость антофиллитов изменяется от 100 ат. % в контактовых роговиках до 20 ат. % в комплексах кианит-силлиманитового типа.

3. Для оценки кордиерит-антофиллитовых пород в качестве поискового критерия, исходя из связи этих пород с месторождениями или рудопроявлениями, среди антофиллитов выделены три парагенетических типа, значимо отличающихся друг от друга по составу. Используя эти эмпирические закономерности изменения состава ромбических амфиболов в выделенных парагенетических типах и метод дискриминантных функций, получаем возможность диагностики этих типов на основе состава антофиллитов в соответствующей ассоциации. Иными словами, состав антофиллита, в принципе, может быть использован при поисках железных руд и сульфидного полиметаллического оруденения.

4. Статистическое изучение валового состава рассматриваемых пород отчетливо показывает, что в ряде случаев образование кордиерит-антофиллитовых и ставролит (+ кианит)-роговообманковых пород не противоречит изохимической гипотезе.

5. Исследование также показало, что ставролит (+ кианит) - роговообманковые породы, встречающиеся в некоторых полиметаллических месторождениях, связанных с докембрийскими комплексами комплексами кианит-силлиманитового типа, являются аналогами (в отношении валового состава и близкой температуры образования) кордиерит-антофиллитовых пород, широко развитых в сульфидных месторождениях, локализованных в комплексах андалузит-силлиманитового типа.

Институт геологии и геофизики СО АН СССР,
Новосибирск

О.М.Глазунов, З.И.Петрова

ОСОБЕННОСТИ ГЕОХИМИИ И РУДОНОСНОСТИ ПРОТОЗОИДИТОВ ФУНДАМЕНТА СИБИРСКОЙ ПЛАТФОРМЫ

Породы фундамента Сибирской платформы (Алданский щит, Шарьжальгайский краевой выступ, древнейшие толчи в Саяно-Байкальском складчатом поясе), повсеместно претерпели региональный метаморфизм гранулитовой фации, ультраметаморфизм, гранитизацию и ло-

кальные диафорические изменения в широком интервале T и P. Все эти процессы активно влияли на распределение химических элементов и закономерности формирования месторождений полезных ископаемых.

Среди наиболее ранних гранулитовых ассоциаций преобладают кристаллические сланцы основного состава. По редкоземельному составу (содержание Li, Rb, Ba, Co, Ni и их соотношения Co/Ni и т.д.) они реставрируются как первичные базальты гольевого ряда. С ними пространственно ассоциируются кварц-пироксен-магнетитовые руды высокого качества. В этой же генетической группе присутствуют диоксид-кварц-апатит-кальцитовые породы, представляющие интерес как апатитовое сырье, высокоглиноземистые гнейсы - возможное сырье на глинозем, - кварциты и мраморы.

Процессы ультраметаморфизма и гранитизации приводят к разубоживанию и дезинтеграции этих руд. В то же время эти процессы способствуют формированию месторождений других полезных ископаемых: волластонита, благородной шпинели, флогопита, лазурита.

Типичным членом архейских толщ являются также гипербазиты железистого типа, близкие по составу к перидотитам из ксенолитов в кимберлитах и заметно отличающиеся от альпийских гипербазитов. Они не образуют узких линейных поясов и массивов, а насыщают широкие поля гнейсов гранулитовой фации, располагаясь без видимой приуроченности к тектоническим нарушениям. В типичном проявлении такие поля закартированы в Сибири (Глазунов, 1967, 1981), Индии (Datta, Sen, 1969), в Чехии (Zdenek, 1977), Норвегии (Bennet, 1977), Канаде (Mitchell, 1975). Они несут значительную сульфидно-никелевую минерализацию так же как на Канадском (Казанский, 1975), Балтийском, Ю.Африканском (Lidie, 1977) щитах и Восточно-Европейской платформе. Дальнейшее изучение протофиолитов в Сибири позволяет надеяться на расширение масштабов известного оруденения и на открытие проявлений платиноидов и золота.

Метаморфиты, вмещающие гипербазиты, также обогащены сульфидами и обнаруживают большое сходство с гипербазитами по составу редких элементов. Подобная сопряженность минерализации указывает на доминирующую роль мантии как источника рудных элементов, содержащихся в тех и других.

Институт геохимии СО АН СССР, Иркутск

В.П.Петров

РАЗМЕЩЕНИЕ И ОБРАЗОВАНИЕ МЕСТОРОЖДЕНИЙ НЕМЕТАЛЛИЧЕСКИХ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ НА ДОКЕМБРИЙСКИХ ПЛАТФОРМАХ

1. Древние толщи являются областями широкого развития различных полезных ископаемых. Распределение полезных ископаемых контролируется петрографическим характером вмещающих пород.

2. С гранитными породами ассоциируют различные пегматитовые жилы, с которыми связаны различные редкометалльные руды и ряд драгоценных камней, таких как берилл разного типа, топаз, благородные разновидности скаполита, граната и других минералов. Пегматитовые жилы являются источником полевого шпата и мусковита.

3. С ультрабазитами связаны месторождения огнеупорного оливина, искусственных оливиновых литейных песков. Большую роль как полезные ископаемые играют хромитовые месторождения, используемые как огнеупор.

4. Гидротермальная переработка ультрабазита ведет к образованию различных асбестов и тальковых рудных тел. Подобным же образом в контакте гранитных жил и ультрабазитов возникают месторождения вермикулита, жадеита и нефрита. В контактных слюдах возникают многие драгоценные камни - изумруд, александрит и др.

5. В карбонатных древних толщах возникают мраморные месторождения. Образуются многие драгоценные камни, месторождения волластонита, диалсидитов и ряда магнезиальных минералов.

6. Исследование древних толщ показывает большие возможности выявления новых месторождений полезных ископаемых.

Институт геологии рудных месторождений,
петрографии, минералогии и геохимии АН СССР,
Москва

М.А.Дипарев

ДОКЕМБРИЙСКИЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ ФЛОГОПИТА СССР (ЗАКОНОМЕРНОСТИ ОБРАЗОВАНИЯ И РАЗМЕЩЕНИЯ)

Известные в СССР докембрийские месторождения флогопита (алданские, слюдянские, памирские) связаны с архейскими ультраабиссальными кристаллическими комплексами, метаморфизованными в условиях

гранулитовой и амфиболитовой фаций. Они относятся к формации магнезиальных скарнов, формировавшихся в магматическую и послемагматическую стадии. В магматическую стадию скарны образуются в процессе гранитизации магнезиально-карбонатных пород (доломитовые и магнезитовые мраморы), а в послемагматическую - в результате контактово-реакционного взаимодействия магнезиально-карбонатных и алюмосиликатных пород под воздействием высокотемпературных постмагматических растворов. Строение скарнов зональное. Наблюдаемое разнообразие типов метасоматической зональности определяется главным образом непостоянством химических потенциалов калия, железа, фтора в воздействующих растворах и составом магнезиально-карбонатных пород, участвующих в скарнообразовании. Промышленные скопления флогопита - образования исключительно послемагматические. В скарнах магматической стадии флогопитовое оруденение является наложенным, обусловленным флогопитизацией их в послемагматический этап. В скарнах послемагматической стадии это в основном сопутствующий тип оруденения, практически одновременное с формированием скарнов. Наиболее ценные маложелезистые разновидности флогопита образуются при пониженном содержании железа в алюмосиликатных породах, участвующих в формировании флогопитоносных скарнов, и повышенной активности фтора в воздействующих растворах.

Размещение флогопитовых месторождений контролируется сочетанием ряда закономерных геологических критериев: стратиграфо-литологического, магматического и тектонического. Давно установлена приуроченность месторождений к определенным стратиграфическим членам древних метаморфических комплексов (свитам, горизонтам), получившим название продуктивных на флогопит. Последние включают прослои и линзы мраморов (доломитовых, магнезитовых) или замещивших их магнезиальных скарнов. Месторождения располагаются в полях интенсивной гранитизации и мигматизации, в которых широко распространены граниты, ортогекситы, аддиты, мигматиты. Они локализуются обычно или в непосредственных контактах магнезиально-карбонатных пород с алюмосиликатными или вблизи таких контактов. Наконец, важным представляется тектонический контроль размещения месторождений. Многие месторождения, по данным некоторых исследователей, связаны с региональными долгоживущими разломами; они располагаются в участках пересечения разломов с продуктивными горизонтами. Установлена приуроченность некоторых месторождений к системам сравнительно мелких дисгармоничных скла-

док, осложняющих более крупные структуры. Отмечена связь отдельных месторождений с поперечной складчатостью, наложенной на продольные складки.

Институт геологии рудных месторождений,
петрографии, минералогии и геохимии
АН СССР, Москва

Д.Г. Сапожников

БОКСИТОНОСНОСТЬ ДОКЕМБРИЙСКИХ ПЛАТФОРМ

Древние платформы являются основным структурным элементом земной коры, с которыми связаны многочисленные месторождения и проявления бокситовых руд.

Характерно, что бокситовые рудные районы к наиболее крупные месторождения с миллиардами тонн запасов бокситов приурочены именно к докембрийским платформам. Сюда относятся такие районы как: Северная Австралия с месторождениями Уэйпа Митчел плато и др., Восточные Гаты в Индии, Гвинея с месторождениями Боске, Сангареди, а также крупные объекты на других платформах. Наряду с этим известны платформы (например, Сибирская), где до сих пор не обнаружены значительные месторождения бокситовых руд.

На платформах отчетливо выделяются две генетические группы: латеритных (а) и осадочных (б) бокситовых месторождений. Группа осадочных бокситов подразделяется на две подгруппы - собственно осадочных (седиментационных) и карстовых платформенных месторождений. Наиболее распространены латеритные и карстовые бокситы, тогда как собственно осадочные встречаются значительно реже.

Особенности размещения бокситовых месторождений во многом определяются тектонической структурой платформ: латеритные бокситы распространены преимущественно на щитах и в пределах других положительных структурных элементов платформ, таких как крупные антеклизы и купола. В качестве примеров подобной приуроченности можно сослаться на Воронежскую антеклизу (Русская платформа) с ее многочисленными месторождениями латеритных бокситов КМА и на Чадобецкий купол (Сибирская платформа), на котором установлена проявления латеритных бокситов.

Осадочные и карстовые бокситовые месторождения связаны с породами верхнего структурного этажа и локализуются преимущественно в пределах синеклиз, главным образом в бортах их, примыкающих к щитам и крупным антеклизам.

На щитах, испытывавших длительную и четко выраженную тенденцию к поднятию, выходят на земную поверхность древние кристаллические и метаморфические породы нижнего структурного этажа платформ. Тем самым здесь появляется дополнительный фактор - благоприятный состав материнских пород, контролирующий размещение латеритных бокситовых месторождений.

Распределение осадочных бокситов в пределах синеклиз, характеризовавшихся длительным прогибанием, определяется литолого-фациальными особенностями пород верхнего структурного этажа. Кроме того, большое значение имеет палеогеоморфология и положение области распространения латеритной коры выветривания, породы которой могли служить материалом при образовании бокситов.

Основным фактором, контролирующим размещение карстовых бокситов является наличие мощных толщ карбонатных пород. Так, в частности, карстовые бокситы Сибирской платформы образовались в области распространения карбонатных пород нижнего кембрия (месторождения Теринское и др. в районе Чадобецкого поднятия) и протерозоя (месторождения Енисейского кряжа). На Тиманском кряже (Русская платформа) карстовые бокситы формировались на карбонатных породах быстринской свиты протерозоя.

Институт геологии рудных месторождений,
петрографии, минералогии и геохимии АН СССР,
Москва

А.Д.Слукин

ГЕНЕТИЧЕСКИЕ И МИНЕРАЛЬНЫЕ ТИПЫ БОКСИТОВ ИНДОСТАНСКОЙ И СИБИРСКОЙ ПЛАТФОРМ

На Индостанской и Сибирской платформах расположено множество проявлений бокситов различных генетических и минералогических типов. Главными генетическими типами являются остаточные, или латеритные, и осадочные. На Индостанской платформе преобладают латеритные месторождения и имеется несколько осадочных в Джамму, на полуострове Кач и некоторых других местах. В Сибири подавля-

ГЕН. ТИПЫ

ющее большинство месторождений осадочных, а реликты латеритных покровов сохранились в юго-западной части платформы и на северо-востоке траппового плато.

Все латеритные месторождения обладают зональным профилем, включающим свежие, дезинтегрированные, выщелоченные, глинистые породы и собственно латериты. Материнские породы сибирских латеритов: траппы, кимберлиты, щелочные ультрабазиты и кварц-мусковит-полевошпатовые сланцы, в Индии это траппы, граниты, пегматиты, чарнокиты, кондалиты и другие породы. Сибирские и индийские латериты обладают некоторыми генетическими и минералогическими особенностями. Так, для сибирских бокситов характерно совместное накопление Al и Fe, псевдоморфные текстуры и гетит-гипсцитовый состав, а для индийских - разделение Al и Fe образование двух соответствующих горизонтов, частичная или полная потеря реликтовых текстур, образование массивных, пизолитовых, вермикулитовых и карвернозных текстур и гипсцитовый, клячат-гипсцитовый или гипсцит-бемитовый состав.

Генетические типы осадочных бокситов обусловлены местом и способом их отложения. Выделяются осадочные руды на силикатных и карбонатных (карстовый тип) рудах. Среди тех и других имеются делювиальные, пролювиальные, аллювиальные и болотные бокситы. Они имеют красно-бурый, белый, серый или черный (когда они содержат много органики) цвет. В них преобладают бобовые и пизолитовые текстуры. Минеральный состав осадочных бокситов: гипсцит, местами бемит, корунд, нордstrandит, каолинит, гетит, магнетит, гематит, магнетит. В белых и черных рудах окислы железа отсутствуют, но появляются в небольших количествах пирит и марказит. Среди этих бокситов особое место занимают руды месторождений Джамму. Они имеют диаспор-бемитовый состав, что вызвано региональным динамометаморфизмом. В минеральном составе бокситов, залегающих на силикатных и карбонатных породах, нет принципиальных различий. Полагают, что на силикатных породах руды засоряются кварцем. Однако бокситовые залежи Джамму, образовавшиеся из латеритизированных траппов, непосредственно подстилаются кварцитовидными песчаниками или кремнистыми сланцами, но содержание кварца в них очень низкое. И наоборот, карстовые бокситы Полпода содержат много кварца, так как материнскими породами их являются кварц-мусковит-полевошпато-

вне песчаники и сланцы. Таким образом, минералогические типы осадочных бокситов определяются составом материнских пород, физико-химическими условиями области аккумуляции, геологическим возрастом и историей их развития.

Институт геологии рудных месторождений,
петрографии, минералогии и геохимии АН СССР,
Москва

Г.Д. Ажгирей

ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ ПОБЕРЕЖИЙ АТЛАНТИЧЕСКОГО ТИПА ИНДИЙСКОЙ ПЛАТФОРМЫ

Восточные Гаты и Западные Гаты, гористые ограничения Индийской платформы, отделяющие платформу от акватории Индийского океана, являются типичными структурами, соответствующими побережьям Атлантического типа. Изучение их геологического строения и истории развития представляет выдающийся интерес для понимания закономерностей локализации многих экономически важных месторождений полезных ископаемых, в том числе нефти и газа в шельфовой переходной зоне между континентом и океаном.

По этим проблемам в последнее время, отчасти при успешном сотрудничестве индийских и советских геологов, получены выдающиеся новости. Очевидно, перспективы нефтегазоносности будут рассмотрены специалистами, мы же ограничимся обзором проблем, связанных с континентальной частью территорий. В 1969 году автор доклада опубликовал работу, специально посвященную геологии побережий Атлантического типа. Эта работа являлась естественным продолжением рассмотренной им классификации главных типов континентальных побережий (ДАН СССР, т.177, № 3, 1967).

Линейное тектоническое строение побережий Атлантического типа в мезозойскую и кайнозойскую эру не подлежит сомнению. Блоковые тектонические подвижки по системам разломов сейчас хорошо изучены и определяют не только образование седиментационных бассейнов, благоприятных для формирования месторождений нефти и газа, но также депрессии, в которых накапливались россыпные месторождения тяжелых и редких минералов (циркона, монацита, рутила, золота, вольфрамита и т.д.). Часть прибрежных морских россыпей этих ценных

полезных ископаемых доступна непосредственной разработке с поверхности, но важно подчеркнуть, что еще большая часть погребена на сравнительно небольших глубинах в системах тектонических грабенов. В поисках погребенных россыпей в Индии сделано еще мало.

Очень важными новостями, представляющими не только практический, но и теоретический интерес, представляют следующие изученные факты:

1. Оказывается система глубинных разломов Западных Гатов, через известную нефтяникам Камбейскую структуру, протягивается далее на север, в Раджастан, где на части древней Индийской платформы глубинные разломы контролируют локализацию целого комплекса месторождений драгоценных и цветных металлов.

2. Совершенно неизвестной до сих пор новостью является продолжение одного из главных Восточно-Гатских глубинных разломов далеко на северо-восток, к верховьям дельты Ганга и Брахмапутры. Этот разлом известен местным геологам под названием Пабна-Майменской флексуры, подтвержденной буровыми скважинами на западной пограничной с зап. Бенгалией территории республики Бангладеш. Структура простирается почти до Шилонгского массива.

3. Советским геологом Е.А. Долгиновым выдвигается важное предположение о глубокой древности заложения этих и аналогичных других систем глубинных разломов на побережьях Атлантического типа. По нашему мнению, им описано много правильно понятых фактов и побережья Атлантического типа Индийской платформы имеют большие перспективы для поисков вышеупомянутых месторождений полезных ископаемых. Советская геологическая наука располагает многими знаниями о том, где и как следует искать минеральные богатства.

Университет Дружбы народов,
Москва

О Г Л А В Л Е Н И Е

часть I. ГЕОЛОГИЯ, ПЕТРОЛОГИЯ и ГЕОХРОНОЛОГИЯ

	Стр.
Чекунов А.В., Соллогуб В.Е., Старостенко В.И., Харченко Г.Е., Русakov О.М., Козленко В.Г., Костыкевич А.С. Строение Индий- ского щита и обрамляющих его структур по комплексу геолого- геофизических данных.....	I
Щербак Н.П., Есицчук К.Б. Стратиграфия и геохронология докембрия Украинского щита.....	2
Кратц К.О., Лобач-Жученко С.Б., Горохов И.М., Левченко О.А. Гео- логия и геохронология восточной части Балтийского щита.....	4
Богатиков О.А., Марков М.С., Суханов М.К. Древнейшие анортозиты Земли.....	6
Борукаев Ч.Б. Сравнительная характеристика тектонических комп- лексов докембрия Сибирской и Индостанской платформ.....	7
Казанский В.И., Максимов Е.П., Перцев Н.Н. Докембрийские разломы Алданского щита.....	8
Моралев В.М. Раннедокембрийские метабазиты в гранулитовых поясах Индостанского и Алданского щитов.....	10
Кориковский С.П. Петрология метаморфических орослов кианит-силли- манитового типа глубинности.....	12
Гурвич Е.М., Рахманов В.П., Абрамова И.А., Казанцев В.А., Ратников В.А. Спессартинсодержащие породы докембрия древних платформ.....	13
Карякин А.С., Нащекина Л.Д. Диагностические критерии метаморфизо- ванной коры выветривания (на примере Карелии).....	16
Золотухин В.В., Васильев Ю.Р. Трапшовый и щелочно-ультраосновной магматизм Сибирской платформы и связанное с ним оруденение.....	18
Соболев Н.В. Кимберлитовый магматизм Сибирской платформы.....	20

часть II. ПОЛЕЗНЫЕ ИСКОПАЕМЫЕ

Белевцев Я.Н., Галецкий Л.С. Металлогения Украинского щита.....	22
Соколов Ю.М., Дагелайский В.Б., Михайлов Д.А. Проблемы мета- морфического рудообразования в докембрии.....	24

С 21.

Сафонов Ю.Г., Кришна Рао Б., Васулев В.Н. Геолого-структур- ные особенности золоторудных и медных месторождений кратона Карнатака (Индия).....	26
Генкин А.Д., Сафонов Ю.Г., Наумов В.Б., Васулев В.Н., Кришна Рао Б., Боронихин В.А., Чернышев И.В., Носик Л.П. Новые данные по минералогии и геохимии золоторуд- ного поля Колар (Индия).....	27
Каника Базу, Бортников Н.С., Мукерджи А., Мозгова Н.Н., Це- пин А.И. Некоторые особенности минералогии и геохимии полиметаллического месторождения Раджпура-Дариба (Рад- жастхан, Индия).....	29
Глаголев А.А. Метаморфические и метасоматические процессы в железистых кварцитах.....	30
Кекежинская К.Б. Некоторые докембрийские измененные вулка- ногенно-осадочные породы как поисковый критерий сульфид- ного оруденения.....	32
Глазунов О.М., Петрова З.И. Особенности геохимии и рудоносно- сти протософилитов фундамента Сибирской платформы.....	33
Петров В.П. Размещение и образование месторождений неметал- лических полезных ископаемых на докембрийских платформах.....	35
Лицарев М.А. Докембрийские месторождения флогопита СССР (за- кономерности образования и размещения).....	35
Сапожников Д.Г. Бокситоносность докембрийских платформ.....	37
Слукин А.Д. Генетические и минеральные типы бокситов Индостан- ской и Сибирской платформ.....	38
Ажгирей Г.Д. Геологическое значение побережий Атлантического типа Индийской платформы.....	40