

М. М. ОДИНЦОВ

## ОСНОВНЫЕ ЧЕРТЫ ГЕОЛОГИИ СИБИРСКОЙ АЛМАЗОНОСНОЙ ПРОВИНЦИИ

Автор настоящей статьи был в числе геологов, начавших поиски алмазов на Сибирской платформе еще десять лет тому назад. Сейчас работа над изучением геологии алмазоносных районов Сибири продолжается. Статья написана как по личным наблюдениям, так и на основании обширных материалов производственных геологических организаций — Иркутского геологического управления, Амакинской экспедиции Министерства Геологии и Охраны недр СССР и Восточно-Сибирского филиала АН СССР. Многие вопросы геологии алмазных месторождений Сибири еще не разрешены, но постановка и обсуждение их в печати несомненно своевременны и должны способствовать скорейшему раскрытию всех специфических особенностей новой алмазоносной провинции, имеющей мировое значение.

Предположения о возможной алмазоносности Сибирской платформы возникли у советских геологов на основании некоторых теоретических соображений и многократно отмечавшихся черт сходства в геологическом строении Сибирской и Африканской платформ. Существенным шагом в этом направлении явилось открытие в северо-западной части платформы ультраосновных пород Гулинской интрузии и их щелочных разностей-меймечитов. Но окончательно доказать это предположение удалось лишь в 1948 г., когда в аллювиальных отложениях центральных районов платформы были найдены первые алмазы.

После этого широко развернулись поисковые работы геологов. На обширной части платформы были открыты алмазоносные кимберлитовые брекчии, россыпи различного геологического возраста и происхождения.

В настоящее время основные геологические особенности алмазоносной провинции Сибирской платформы могут быть обрисованы следующими чертами:

Алмазоносные ультраосновные породы — кимберлитовые брекчии распространены на большой территории северных и центральных районов Сибирской платформы. Расстояние между крайними точками нахождения кимберлитов по меридиану составляет более 1500 км, а по широте — не менее 600—800 км. На этой территории обнаружено несколько десятков кимберлитовых тел. Уже одно это характеризует масштабы экструзии кимберлитов, ясно указывает на размеры сибирской алмазоносной провинции, позволяет сравнивать ее с Африканской.

Однако есть основание считать, что алмазоносные кимберлитовые брекчии распространены на Сибирской платформе на значительно большей территории, так как помимо районов, где наличие кимберлитов уже установлено, алмазы обнаружены в аллювиальных отложениях современных рек — от Присаянья на юге до районов, прилегающих к побережью моря Лаптевых, на севере. Кимберлиты образуют, так же как и в Африке, вертикальные или круто-наклонные ( $80^{\circ}$ — $85^{\circ}$ ) трубчатые тела, почти

изометрических очертаний, реже — овального сечения. Размеры их в поперечнике колеблются от 40—60 до 800—1200 м. Среди обнаруженных до настоящего времени кимберлитовых тел преобладают трубки с диаметром в несколько сот метров.

Кимберлитовые трубки обычно образуют группы — кимберлитовые поля. Наиболее изученным из них является поле в северо-западной части Якутской АССР, к которому принадлежит трубка «Зарница» — первая кимберлитовая трубка на Сибирской платформе, открытая Л. А. Попугаевой [1] в 1954 г. В этом поле кимберлитовые трубки размещаются по нескольким линиям широтной ориентировки. Расположены они под острым углом к пологим флексурам вмещающих их ордовикских пород, имеющих северо-западное простирание (Л. Н. Зведер, 1956). Какой-либо определенной связи кимберлитовых тел с тектоническими нарушениями не устанавливается. Кимберлитовая трубка «Мир» расположена, правда, на линии сброса, но последний является более молодым, чем кимберлитовое тело, так как линия нарушения контролирует контур юрских осадков, а возраст трубки — доюрский. В кимберлите часто встречаются зеркала скольжения и тектонические трещины.

В кимберлитах трубки «Зарница» и других, смежных с ней, отмечается широкое развитие тектонической трещиноватости и наличие зеркал скольжения. Но эти нарушения связаны с мелкими подвижками и не выходят за пределы кимберлитового тела.

Геологический возраст кимберлитов определяется тем, что ими прорываются отложения нижнего палеозоя — кембрия, ордовика и силура, а также сибирские траппы (долериты).

Перечисленные породы весьма широко представлены включениями обломками в кимберлитовых брекчиях. Поскольку геологический возраст траппов определяется сейчас как пермский-триасовый (преимущественно — триасовый), то, очевидно, возраст кимберлитов не может быть древнее верхнего триаса. С другой стороны, в районе трубки «Мир» установлено присутствие алмазонасных глинистых конгломератов (точнее — слабоцементированных галечников), для которых по данным спорово-пыльцевого анализа (М. М. Одинцов, 1956) устанавливается нижнеюрский возраст. В этом же районе выявлено и непосредственное налегание нижней юры (континентальные отложения) на кимберлитовое тело (трубка «Коллективная»). Эти данные позволяют определить геологический возраст кимберлитов как конец триаса — начало юры.

Следует заметить, что некоторые геологи высказывают мысль, что существуют более древние кимберлиты, так как в одном из северных районов платформы установлено развитие алмазонасных конгломератов, для которых предполагается пермский возраст. Последнее, однако, не является бесспорным, поскольку в этом районе известны и мезозойские конгломераты.

По внешнему виду сибирские кимберлиты представляют собой породы серо-голубоватой, серо-зеленой, темно-зеленой, а также пятнистой окраски. Цвет породы в значительной степени зависит от минералогического состава, количества и состава включений, а также — степени выветрелости породы.

Сложение кимберлитов различно. Во многих случаях кимберлит настолько переполнен обломками вмещающих пород, что представляет собой брекчию с сравнительно небольшим содержанием магматического материала. Наряду с этим встречаются и массивные разности кимберлита, почти лишенные включений.

Включения в кимберлитах представлены обломками глубинных эклогитоподобных пород и обломками пород верхнего структурного яруса



платформы — преимущественно карбонатными породами кембрия, ордовика и силура, песчаниками неопределенного возраста и сибирскими траппами.

Следует отметить, что в кимберлите наблюдается порой присутствие обломков вмещающих пород, весьма далеко отстоящих в стратиграфическом разрезе. Так, в кимберлитах трубки «Зарница» автором были найдены в одной канаве обломки известняков кембрия с фауной археоциат *p. Eithmophyllum* и обломки известняков верхнего ордовика, с фауной брахиопод и гастропод, тогда как эрозионный срез вмещающих пород проходит через средний отдел ордовика.

Обломки эфлогитоподобных пород состоят из пироксена, оливина, гранатов пироп-альмандинового ряда, плагиоклазов (андезин-лабрадор), с присутствием магнетита и роговой обманки (базальтическая роговая обманка). Довольно широко развиты вторичные минералы — серпентин, карбонат, идингстит, скаполит и вторичный рудный минерал.

Собственно кимберлитовая часть сложных эруптивных брекчий состоит из оливина, флогопита, пироксена, граната, перовскита, хром-диопсида, сфена, рудные представлены магнетитом и ильменитом. В качестве примесей присутствуют — рутил, апатит, циркон, эпидот, гематит, дистен, везувин, а также пирит, галенит, молибденит, флюорит. Серпентин, кальцит и опал в некоторых разновидностях брекчий занимают одно из первых мест по количественному содержанию (Одинцов, Зведер и Францкая, 1955, Владимиров, 1956).

Степень измененности первичных пород резко различна в отдельных кимберлитовых телах. Это зависит от уровня эрозионного среза, интенсивности вторичных изменений, степени тектонической нарушенности кимберлитового тела, а также, возможно, и от интенсивности процессов выветривания. Обращает на себя внимание то, что кимберлиты районов севернее полярного круга, залегающие среди кембрийских отложений, характерны свежестью оливинов, хорошей сохраняемостью в обломках (галька кимберлитов переносится на значительные расстояния), тогда как кимберлиты южных районов, залегающие в ордовикских породах, значительно интенсивнее изменены выветриванием, и, в некоторых случаях, образуют довольно мощный слой глинистого элювия зелено-синеватой окраски.

Необходимо подчеркнуть, что минералогический состав отдельных кимберлитовых тел существенно различен. Это особенно сказывается в колебаниях содержания таких минералов как флогопит, хромдиопсид, гранат и некоторых других (в т. ч. и алмаза).

Присутствие в кимберлитовых брекчиях таких минералов, как опал, пирит, галенит, крупных кристаллов и сростков магнетита, наряду с широким развитием серпентинизации и карбонатизации породы является, вероятно, результатом воздействия гидротерм при процессах автотоморфизма.

Из числа отдельных минералов, входящих в состав кимберлитов, заслуживают особого внимания пироп, пикроильменит (магнетитовый ильменит) и хромдиопсид. Указанные минералы, являясь парагенетическими спутниками алмаза, позволяют вести поиски кимберлитовых тел методом шлиховой съемки, так как они довольно легко констатируются в шлиховой пробе. Это значительно облегчает поиски и открытие кимберлитовых тел. [2, 3].

Кимберлитовые тела, содержащие заметные концентрации рудных минералов (магнетит и др.), дают положительные магнитные аномалии различной интенсивности, позволяющие успешно применять для поисков их геофизические методы, что особенно важно для закрытых районов.

Весьма интересным, но мало разработанным, является вопрос о геологических закономерностях, определяющих пространственное размещение кимберлитов на Сибирской платформе и их генезисе.

С нашей точки зрения, основным фактором, определяющим появление и размещение жерловых фаций ультраосновной магмы — кимберлитов в общей структуре платформы, являются структурные особенности ее докембрийского фундамента. Имеющийся в настоящее время геологический материал позволяет считать, что в пределах распространения кимберлитов отсутствуют нарушения, захватывающие и нижний структурный ярус платформы, ее фундамент, и верхний структурный ярус, — осадочный покров, которые имели бы характер глубоких расколов и сопровождалась сколько-нибудь значительными перемещениями блоков. Нарушения осадочного покрова имеют форму иногда довольно интенсивной мелкой складчатости в породах нижнего палеозоя и флексуобразных изгибаний, по преимуществу пологих. Отложения более молодые — верхнепалеозойские и мезозойские участвуют в очень пологих, расплывчатых по форме, куполовидных поднятиях и соответствующих им опусканиях.

Разрывные нарушения имеют характер трещин растяжения и не группируются в какие-либо зоны определенной ориентировки. Они подчинены развитию куполовидных структур, занимая по отношению к ним радиальное или концентрическое положение. Не находит подтверждения и высказывавшееся многими геологами предположение об ограничении впадины Тунгусского бассейна крупными зонами разломов, использованными основной магмой сибирских траппов для проникновения и внедрения в осадочный покров платформы. С другой стороны, установлено частое (но не обязательное) использование траппами мелких разрывных нарушений в осадочном покрове и, следовательно, некоторое участие траппов в структурах этого покрова.

Как упоминалось выше, структурные линии одного из кимберлитовых полей, подвергнувшегося изучению, не совпадают с направлением структур осадочного покрова, которым следуют трапповые дайки. Эти соображения заставляют предположить связь процесса развития кимберлитовых трубок с погребенной структурой древнего фундамента. В свою очередь, структурные особенности фундамента могут заключаться в его неоднородности (наличие архейских массивов, включенных в более молодые протерозойские структуры, наличие погребенных тектонических швов) и в деформациях фундамента более поздними движениями.

Пологие куполовидные структуры, в которых участвуют верхнепалеозойские и мезозойские породы, отражают, вероятно, структуры коробления фундамента. Вполне возможно, что в отдельных случаях подобные деформации могут сопровождаться растрескиванием и разрывами жесткого субстрата фундамента платформы, но эти нарушения не нашли своего продолжения в осадочном покрове.

Геофизические исследования, которые были проведены за последние годы, дали некоторый материал по структуре фундамента. На его основании можно высказать предположение о наличии в центральных и северных районах платформы, между Анабарским щитом на севере и Алданским щитом и Байкало-Патомским кристаллическим массивом на юге, серии погребенных архейских масс, а также подземных поднятий докембрийского фундамента, имеющих, в общем, выдерживающуюся северо-западную ориентировку. Эти элементы подземной структуры фундамента отражаются изменениями гравитационного и магнитного поля, — некоторым увеличением значения силы тяжести и положительными магнитными аномалиями.



Можно заметить, что выявленные в настоящее время кимберлитовые поля тяготеют к периферическим частям подземных поднятий фундамента и включенных в него архейских массивов. Но это предположение нуждается еще в серьезной проверке.

Весьма интересен и практически важен вопрос о месте, которое занимают ультраосновные магмы в общем процессе развития структуры платформы и сопровождающих его явлений магмообразования и внедрения магмы в верхний структурный ярус земной коры. Вулканические породы на Сибирской платформе (послепротерозойские) представлены сибирскими траппами (долерито-базальтами по М. Л. Лурье) и ультраосновными породами, среди которых известны интрузивные и эффузивные разновидности и жерловые фации — кимберлитовые эруптивные брекчии.

Вполне естественным представляется вопрос о взаимоотношениях ультраосновной и основной магм, наличии или отсутствии генетических связей между ними, их отношении к структурным элементам платформы. По этому вопросу у исследователей нет единого мнения.

Ваше было указано, что геологический возраст кимберлитов должен определяться как верхний триас-нижняя юра. Это сближает во времени внедрение основной и ультраосновной магмы, поскольку возраст пирокластической туфогенной и лавовой толщ Тунгусского бассейна определяется триасом (вероятно — нижним триасом), а значительная часть трапповых гипабиссальных интрузий и даек прорывают туфогенную толщ. Кроме того, Ю. М. Шейнманом [4] указывалось на наличие переходов между ультраосновными и основными эффузивами на северо-западе платформы. Если учесть имеющиеся сведения о прорывании дайками траппов юры в некоторых районах платформы [5], то следует признать, что экстрезии кимберлитов размещаются внутри большого и сложного магматического цикла, выраженного как основными, так и ультраосновными магмами. Можно предположить, что внедрение ультраосновной магмы в ее жерловой фации — кимберлитовых брекчии представляет собой одну из фаз этого сложного цикла, развивающуюся в последнем этапе.

В общем ходе структурного развития Сибирской платформы массовое внедрение основной магмы следует связывать не с опусканием (и следовательно сжатием) земной коры, а с ее расширением и поднятиями. Это предположение В. П. Солоненко [6] находит свое подтверждение в факте регионально выраженного перерыва и несогласия между угленосными отложениями перми и пирокластическими и эффузивными породами триаса и в широком развитии структур растяжения тектонических разрывов, не сопровождавшихся опусканием крыльев, но использовавшихся трапповой магмой при образовании даек.

Магматический цикл начался массовым внедрением основной магмы, с формированием преимущественно пирокластических и эффузивных пород. При этом основная магма дала в осадочном покрове платформы и гипабиссальные интрузии как пластовые, так и секущие, дайки и своеобразные жерловые фации — трубки взрыва. К последним, помимо описанных П. Е. Оффманом [7], пока спорных [8], относятся детально разведанные М. А. Иващенко (1956) и другими железорудные месторождения Ангаро-Илимского района.

Развиваясь в гипабиссальных условиях основная магма сибирских траппов широко использовала для своего внедрения все нарушения целостности осадочного покрова платформы, с чем связана и концентрация железорудных узлов (Ангаро-Илимский, Илимпейский) в тектонически нарушенных районах.

Достоин замечания при этом, что разрывные нарушения, связанные с явлениями сжатия, например, крутые взбросы в складках того же

Ангаро-Илимского и Непско-Тунгусского районов, при значительном иногда перемещении крыльев, не использовались траппами при их проникновении в осадочный покров.

Общее восходящее движение подкоровых масс в последовательном развитии магматического цикла захватило и более глубинные зоны ультраосновной магмы и в конечных стадиях цикла привело к проявлению ультраосновной магмы на Сибирской платформе. Однако внедрение ультраосновной магмы в породы верхнего структурного яруса не имело массового характера. В большинстве районов платформы интрузии ультраосновного состава остались не вскрытыми, и лишь кимберлитовые брекчии в трубках взрыва, над глубоко лежащими ультраосновными интрузиями, проникли в верхние слои осадочного покрова. Исключение составляет северо-запад платформы — район Гулинской интрузии и прилегающие к нему, что обусловлено, быть может, более резкими нарушениями фундамента платформы, вызвавшими в дальнейшем формирование Хатангской тектонической депрессии.

Алмазоносная провинция Сибирской платформы, помимо кимберлитовых брекчий, имеет россыпные месторождения алмазов. Среди последних есть и такие, которые относятся к более древнему периоду. Так как геологический возраст алмазоносных кимберлитов принимается доюрским, возможными носителями древних россыпей могут явиться кластические толщи мезозоя и кайнозоя. Этот тип месторождений может оказаться особенно перспективным как по относительной легкости разработки, так и по богатству алмазами. Опыт развития алмазодобывающей промышленности в Африке вполне оправдывает это предположение [9, 10].

Наличие древних россыпей установлено в нескольких районах Сибирской платформы. Одна из таких россыпей, с наиболее высоким содержанием алмазов, по данным спорово-пыльцевого анализа оказалась имеющей нижнеюрский возраст. Указанная россыпь сложена глинистыми галечниками, глинами и песками, залегающими непосредственно на известняках ордовика. Отдельные литологические разности пород весьма неправильно чередуются между собой, образуя линзы, карманы и неправильной формы прослои. Галечный материал мелкий, слабоокатанный и представлен преимущественно кремнями и кварцем. Характерной чертой материала россыпи является широкое развитие в нем каолинизации и новообразования кремня и лимонита, что может служить признаком формирования отложений в условиях древней коры выветривания. Кроме алмазов, россыпь содержит в значительных количествах пироп и пикроильменит. В некоторых других древних россыпях, возраст которых еще не установлен, отмечается значительная лимонитизация материала, наряду с каолинизацией.

Таким образом, можно считать установленным, что юрская кора выветривания и базальные горизонты юры вблизи коренных месторождений алмазов могут содержать богатые древние россыпи алмазов.

В состав юрской толщи, выполняющей обширную систему депрессий в центральной части Сибирской платформы (частью этой системы является собственно Вилюйская впадина), входит и морская юра, представленная также кластическими осадками. В ней также могут быть встречены алмазные россыпи, с высоким содержанием алмазов, вблизи береговых линий юрского моря, подобные морским россыпям Малого Намакваленда (Юго-западная Африка) с их знаменитой «устричной линией». Источниками их могут служить как коренные месторождения алмазов, так и россыпи юрской коры выветривания и вообще континентальных отложений нижней юры.

Далее следует указать на меловые отложения (в т. ч. и морские) в нижней части бассейна Лены и на юрские и меловые кластические осадки побережья моря Лаптевых. Возможным носителем алмазных россыпей может быть и эйкская свита северной части Вилюйской впадины, возраст которой может предполагаться как верхнемеловой — палеогеновый.

Далее следует указать на широкое распространение в центральных районах Сибирской платформы так называемых «водораздельных галечников», возраст которых не совсем ясен. Часть из них относится к нижней юре, но в некоторых районах можно предположить и более молодой возраст — до нижне- и среднечетвертичного.

Заслуживает внимания широкое распространение в кластических отложениях платформы минералов кимберлитов, обычно сопровождающих алмаз в россыпях. Автором установлено довольно постоянное присутствие пироба и пикроильменита в юрских песчано-галечных отложениях в значительном (300—400 км) удалении от известных сейчас кимберлитовых полей. Это заставляет считать возможным открытие коренных алмазных месторождений и в районах, где сейчас неизвестны первоисточники алмазов, встречающихся в аллювиальных отложениях рек.

Размеры журнальной статьи не позволяют остановиться на многих интересных вопросах геологии Сибирской алмазоносной провинции, в частности химическом составе кимберлитовых брекчий, морфологии кристаллов алмазов, описании алмазоносных россыпей и многих других.

В заключение настоящего краткого сообщения остановимся на некоторых общих выводах.

Геологическое строение алмазоносной провинции Сибирской платформы имеет весьма много общих черт со строением алмазоносной части африканского континента. Наиболее существенно, в связи с рассматриваемой проблемой, значительное расчленение и неоднородность древнего фундамента, развитие на Сибирской платформе крупных депрессий, таких как Тунгусская и Вилюйская и, наконец, сходство магматических циклов, представленных в обеих алмазоносных провинциях основной магмой (каррудолериты и сибирские траппы) и ультраосновной, с ее жерловыми фациями — кимберлитовыми брекчиями.

Е. В. Павловский [11] указывает еще на одну замечательную особенность этих, столь удаленных друг от друга районов, — значительное сходство системы молодых впадин Байкальского типа с рифтовыми структурами Африки. Однако поскольку возраст алмазоносных кимберлитовых брекчий Сибирской платформы должен быть признан доюрским, значительно более древним, нежели структуры Байкальских впадин, трудно в настоящее время установить какие-либо определенные связи между проявлением на Сибирской платформе алмазоносных пород и формированием структур Байкальских впадин.

Далее, может быть поставлен вопрос о возможном распространении алмазоносных кимберлитов на периферическую южную часть Сибирской платформы, где обнажен ее древний фундамент, сложенный протерозойскими и архейскими породами, то есть на Енисейский кряж, частью Восточный Саян, Байкало-Патомское нагорье и Алданский массив. В настоящее время для определенного суждения по этому вопросу еще недостаточно данных, но присутствие в некоторых участках южной периферии платформы молодых магматических пород, рвущих архей (напр. в Алданском массиве, где среди них начинают находить и ультраосновные разновидности) позволяет считать постановку его, имеющей некоторое основание.

*Восточно-Сибирский филиал  
Академии наук СССР.*



## ЛИТЕРАТУРА

1. Сарсадских Н. Н. и Попугаева Л. А. Новые данные о проявлении ультраосновного магматизма на Сибирской платформе. Разведка и охрана недр, № 5, 1955.
2. Одинцов М. М. Некоторые особенности структурного развития Сибирской платформы в мезокайнозойское время. Тр. Ирк. Гос. ун-та, сер. геолог., т. IX, 1953.
3. Успенский Б. В. и Гериков Н. Н. Методика поисков богатых коренных и россыпных месторождений алмазов. Материалы совещания геологов Восточной Сибири и Дальнего Востока по методике геолого-съёмочных и поисковых работ. Чита, 1956.
4. Шейнман Ю. М. О новой петрографической провинции на северо-западе Сибирской платформы. Изв. Ак. наук СССР, сер. геолог., № 1, 1947.
5. Гоньшакова В. И. О проявлении траппового вулканизма в посленижнеюрское время на Сибирской платформе. Докл. Ак. наук СССР, № 3, 1954.
6. Солоненко В. П. Излияния траппов и некоторые особенности тектоники Сибирской платформы. Докл. Ак. наук СССР, № 6, 1949.
7. Оффман П. Е. и Новикова А. С. Вулканическая трубка Эринга. Изв. Ак. наук СССР, сер. геолог., № 4, 1955.
8. Ляхович В. В. По поводу статьи П. Е. Оффмана и А. С. Новиковой «Вулканическая трубка Эринга». Изв. Ак. наук СССР, сер. геолог., № 9, 1956.
9. Соболев В. С. Геология месторождений алмазов Африки, Австралии, острова Борнео и Северной Америки. Госгеолиздат, 1951.
10. Трофимов В. С. Ресурсы алмазов в зарубежных странах. Мин. ресурсы зарубежных стран, вып. 7, 1947.
11. Павловский Е. В. Сравнительная тектоника мезокайнозойских структур Восточной Сибири и великого рифта Африки и Аравии. Изв. Ак. наук СССР, сер. геолог., № 5, 1948.
12. Краснов И. И. и Масайтис В. Л. Тектоника Оленексо-Вилуйского водораздела в связи со строением окраинных зон Тунгусской синеклизы. Мат. по геологии Сибирской платформы. Госгеолиздат, 1955.
13. Куплетский Б. М. Щелочные проявления в области развития сибирских траппов (северо-западная часть), Недр Арктики, № 2, 1947.
14. Моор Г. Г. Перспективы алмазоносности Восточной Сибири. Проблемы Арктики, № 3, 1940.