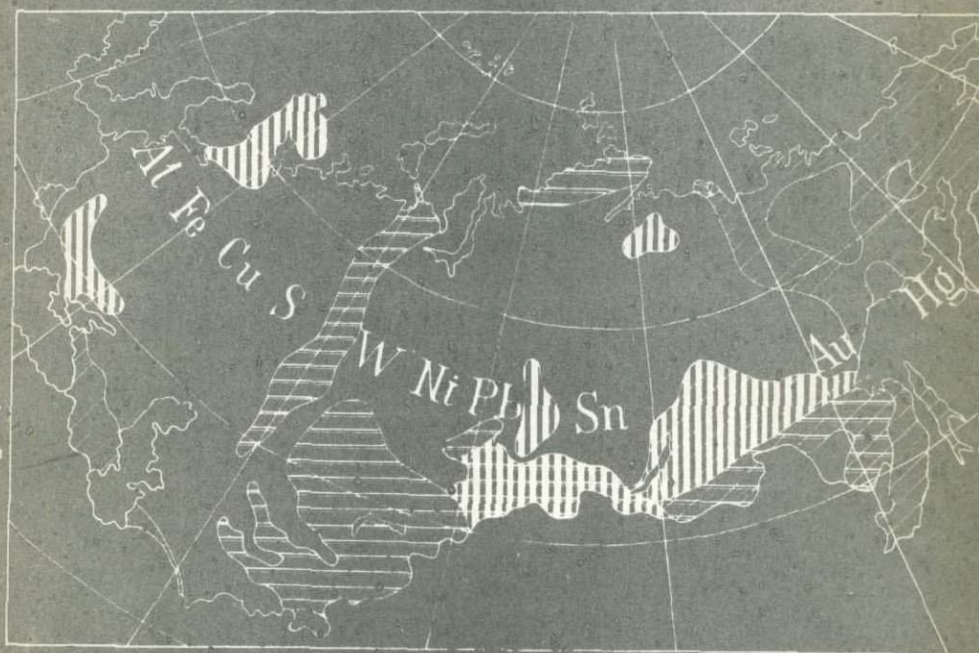


РЕГИОНАЛЬНЫЕ
И ЛОКАЛЬНЫЕ
ЗАКОНОМЕРНОСТИ
РАЗМЕЩЕНИЯ
ЭКЗОГЕННЫХ
МЕСТОРОЖДЕНИЙ
АЛМАЗА



Fe Ti Pt Cr Co Ni Cu Pb Sn

МИНИСТЕРСТВО ГЕОЛОГИИ СССР

ВСЕСОЮЗНЫЙ ОРДЕНА ЛЕНИНА НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ГЕОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (ВСЕГЕИ)

553.81

Н. П. ВЕРБИЦКАЯ, М. И. ПЛОТНИКОВА

РЕГИОНАЛЬНЫЕ И ЛОКАЛЬНЫЕ
ЗАКОНОМЕРНОСТИ РАЗМЕЩЕНИЯ
ЭКЗОГЕННЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ
АЛМАЗА

Материалы к совещанию: «Основы научного прогноза
месторождений рудных и нерудных полезных ископаемых»

ВЫПУСК 10



Издательство «Недра»
Ленинградское отделение
Ленинград · 1971



958

Региональные и локальные закономерности размещения экзогенных месторождений алмаза. Вербичкая Н. П., Плотникова М. И., Л., «Недра», 1971, стр. 80.

Для оценки перспектив экзогенной алмазоносности крупных территорий наибольшее значение из региональных закономерностей имеют: 1) геоструктурное положение в пределах платформ со свойственным им кимберлитовым магматизмом или складчатых областей, переживших платформенную стадию развития; 2) тектоно-геоморфологическое положение зон экзогенной алмазоносности; 3) палеогеографические обстановки формирования экзогенных месторождений; 4) связь с рельефом; 5) гранулометрический и вещественный состав вмещающих отложений.

В прогнозной оценке экзогенных (россыпных) месторождений алмаза первостепенную роль играют локальные закономерности размещения, определяющиеся в основном условиями образования различных генетических типов вмещающих континентальных и прибрежно-морских отложений, которые, в свою очередь, зависят от тектоники, литологического состава субстрата и вмещающих отложений, климата, эрозионных, склоновых, карстовых и иных экзогенных процессов.

Таблиц 1, иллюстраций 1, список литературы — 78 названий.

Научные редакторы Д. В. РУНДКВИСТ и А. Д. ЩЕГЛОВ

ВВЕДЕНИЕ

Алмаз является одним из наиболее ценных минералов. Благодаря сильному блеску и красивой игре цветов он считается драгоценным камнем 1-го класса. Алмаз превосходит по твердости все известные природные соединения (твердость его по десятичной шкале Мооса является наивысшей и принимается за 10). Он обладает большой упругостью и способностью выдерживать значительные механические нагрузки, но вместе с тем алмаз хрупок и легко раскалывается при ударе. По отношению к химическим реагентам алмаз очень устойчив и не поддается воздействию самых сильных кислот. Удельный вес его равен 3,5—3,55.

Физические свойства алмаза определяют его широкое применение в различных отраслях промышленности: машиностроении, станкостроении, приборостроении, при бурении в твердых породах, в керамической, часовой и абразивной промышленности и так далее. Применение алмаза в промышленности дает большой экономический эффект, поэтому он играет важную роль в деле технического прогресса.

В природе алмаз не претерпевает изменений при процессах выветривания, может подвергаться неоднократному перемыву и переотложению, что определяет длительную его сохранность и образование экзогенных (россыпных) месторождений, имеющих широкое распространение и большое промышленное значение. Помимо того, что россыпи алмазов имеют самостоятельное практическое значение, их изучение оказывает большую помощь при поисках эндогенных месторождений — кимберлитовых трубок.

Первичными источниками алмазов в россыпях являются магматические породы — кимберлиты, приуроченные к платформам, поэтому наибольшее количество россыпей находится на территории Африки и Сибирской платформы. Меньшее количество россыпей, известных в складчатых областях, связы-

вают либо с дунит-перидотитовыми породами, например, в Австралии и на острове Калимантан (Борнео), либо с предполагаемым кимберлитовым магматизмом, который мог проявиться в жестких платформенных структурах на окраинах складчатых областей в периоды платформенного режима их развития (например, Урал). Во многих районах, где первичные алмазодержащие породы не известны, устанавливается связь россыпей мезозойского и кайнозойского возраста с древними осадочными вторичными алмазодержащими породами (Урал) и сильно измененными метаморфическими породами, природа которых не установлена (Бразилия).

Экзогенные (россыпные) месторождения алмазов приурочены как к плотным — литифицированным или метаморфизованным осадочным породам протерозоя и палеозоя, так и к рыхлым мезозойским и кайнозойским отложениям. Условия их образования сходны с условиями образования россыпей золота, металлов платиновой группы и других россыпеобразующих полезных минералов. Однако имеются и специфические особенности, связанные с физическими свойствами алмаза — его небольшим удельным весом и высокой твердостью, обуславливающие разнос алмазов на большие расстояния, устойчивость при процессах выветривания, многократного перемыва и переотложения.

Основой классификации россыпей любых полезных ископаемых, в том числе алмаза, является приуроченность их к различным генетическим типам континентальных, прибрежно- и мелководноморских отложений. Согласно существующим представлениям, различаются следующие генетические типы: россыпные месторождения выветривания (элювиальные), делювиальные и солифлюкционные, пролювиальные, делювиально-аллювиальные, аллювиальные, прибрежно-морские и прибрежно-озерные, ледниковые и эоловые. Среди различных генетических типов россыпей могут быть выделены виды и разновидности. Особым разнообразием видов отличаются аллювиальные россыпи, где выделяются русловые, пойменные (долинные), террасовые, аллювиальных равнин и др. (таблица). Разные генетические типы россыпей отличаются не только по условиям образования, но также по геоморфологическому положению, расстоянию от источников (россыпи ближнего и дальнего сноса), морфологии, литологическому составу слагающих их отложений, различной концентрации алмазов, их распределению по площади, в разрезе и т. д., о чем подробнее будет сказано ниже.

Классификация экзогенных (россыпных) месторождений алмаза по генезису, морфологии, геоморфологической позиции, расстоянию от первоисточников

| Генетические типы россыпей | Виды россыпей | Морфология | Геоморфологическая позиция | Расстояние от первоисточников |
|--|---|---|---|---|
| Элювиальные (месторождения выветривания) и элювиально - делювиальные | Элювиальные и элювиально - делювиальные россыпи на первоисточниках. Элювиальные и элювиально - делювиальные россыпи на промежуточных коллекторах | Плассевидные | На поверхностях выравнивания и пологих склонах | Россыпи ближнего сноса |
| Делювиальные и солифлюкционные | Делювиальные и солифлюкционные, сформировавшиеся за счет коренных первоисточников. Делювиальные и солифлюкционные, сформировавшиеся за счет промежуточных коллекторов, в том числе древнего террасового аллювия | Плассевидные, шлейфовые | На склонах междуречий и речных долин, в карстовых депрессиях. | То же |
| Делювиально - аллювиальные | Ложковые | Лентообразные, гнездовые | В долинах логов. | То же |
| Пролувиальные | Россыпи «сухих» рек аридного климата. Конусы выноса мелких речек и логов, временных водостоков | Лентообразные, шлейфовые, плащеобразные | В долинах временных водотоков, в устьях временных водотоков, на выровненных междуречьях | Россыпи дальнего сноса. Россыпи ближнего и дальнего сноса |

| Генетические типы россыпей | Виды россыпей | Морфология | Геоморфологическая позиция | Расстояние от первоисточников |
|---------------------------------------|--|--|------------------------------------|---|
| Аллювиальные | Русловые, косовые (прирусловых отмелей), пойменные (долинные), террасовые, террасовальные, аллювиальных равнин | Лентообразные, гнездовые, линзовидные, плащевидные | В речных долинах | В зависимости от знака и интенсивности неотектонических движений и гидродинамических условий могут быть россыпями ближнего и дальнего сноса |
| Прибрежные морские, прибрежно-озерные | Дельтовые, пляжевые, террасовые, баров, отмелей | Веерообразные, удлиненные, линзовидные | На побережье морей и океанов | По преимуществу россыпи дальнего сноса |
| Мелководно-морские | Шельфовые, подводных частей дельт | Удлиненные, веерообразные | На шельфе | Россыпи дальнего сноса |
| Ледниковые | Моренные, флювиогляциальные | | Донная морена?, зандровая равнина? | Россыпи дальнего сноса |
| Эоловые | Дефляционные | Гнездовые, линзовидные | Котловины выдувания. | Россыпи ближнего сноса |

Описание зарубежных и отечественных экзогенных месторождений алмазов имеется в большом количестве публикаций, в которых рассматриваются особенности их строения, условия формирования и анализируются вопросы генезиса россыпей и их связи с первоисточниками или промежуточными коллекторами. Однако сводных работ, анализирующих региональные и локальные закономерности размещения россыпных месторождений алмазов, немного.

В настоящей работе кратко обобщены рассеянные в разных монографиях и статьях сведения о региональных и локальных закономерностях образования и размещения россыпей алмазов, главным образом отечественных.

ОБЩИЙ ОБЗОР ЭКЗОГЕННЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ АЛМАЗОВ

Экзогенные месторождения алмазов имеют длительный возрастной диапазон — образование их происходило начиная с докембрия и кончая современной эпохой.

Необходимыми условиями для образования россыпей являются: 1) предшествовавшая эпоха кимберлитового (для областей платформ) или ультраосновного (для складчатых областей) магматизма; 2) выведение в процессе тектонических движений коренных источников на уровень эрозионного среза; 3) формирование мощных кор химического выветривания в условиях жаркого гумидного или аридного климата; 4) последующие процессы переыва выветрелых алмазоносных пород; 5) наличие условий, благоприятных для аккумуляции отложений.

Наиболее древние алмазоносные породы докембрия известны на Африканской платформе. К ним относятся метаморфизованные конгломераты системы витватерсранд дельтового и мелководно-морского генезиса (Южная Африка). Алмазы извлекались попутно при добыче золота: всего было найдено несколько сот камней (Трофимов, 1967). Алмазы в отложениях витватерсранда генетически возможно связаны с докембрийскими гипербазитами (Соболев, 1951). К предположительно алмазоносным относятся породы серии бирим (нижний протерозой) и тарква (верхний протерозой), с которыми связывают образование третичных и четвертичных россыпей в Республике Гана (Соболев, 1951; Трофимов, 1967), это известные месторождения Бирим и Бонза.

Алмазосодержащие докембрийские и нижнепалеозойские конгломераты известны в Индии. Наиболее древними явля-

ются полимиктовые конгломераты свиты банганалле, лежащие в основании пород серии карнуль и развитие в Южной Индии. Эти конгломераты служат непосредственными источниками большинства россыпей алмазов в южной группе месторождений Индии. Предположительно коренным источником алмазов являются кимберлитоподобные породы, более древние, чем кимберлиты, слагающие известную трубку Маджгаван.

В Центральной Индии известны алмазоносные конгломераты, лежащие в основании свит рева и бхандер виндийской серии.

В Бразилии в раннепалеозойское время образовались алмазоносные базальные конгломераты свиты лаврас (кембрий?), представляющие источник алмазов в россыпях штатов Байя и Минас-Жераис; алмазоносны также конгломераты (тиллиты) формации сопа, входящие в состав свиты лаврас.

В Советском Союзе экзогенные месторождения, связанные с породами допалеозойского возраста, достоверно не установлены. Предположительно к алмазоносным относятся осадки рифея, слагающие нижнебавлинскую серию на Русской платформе и зигальгинскую свиту в Башкирском антиклинории на Южном Урале. Основанием для данного предположения служит наличие в шлихах из грубообломочных прослоев этих пород парагенетических спутников алмазов: гранатов пироп-альмандинового ряда, оливина, хромшпинелида.

На Русской платформе предположительно к алмазоносным относят породы нижнего кембрия — осадки валдайской серии, базальные слои которой сложены конгломератами и песчаниками. В этих породах были найдены пиропы.

К алмазоносным породам венд-кембрийского возраста (?) принадлежат осадки тюшевской свиты, в которых на Среднем Урале (г. Песчаная в бассейне р. Межевой Утки) был найден алмаз, а в составе шлиха установлены минералы ультраосновных пород и единичные зерна граната пироп-альмандинового ряда. К алмазоносным породам венд-кембрия относятся и некоторые горизонты пород ашинской серии, развитые на западном склоне Среднего и Северного Урала. Находки алмазов непосредственно в породах ашинской серии известны на Среднем Урале (Нестеренко, 1964).

На Северном Урале в составе ашинской серии наиболее перспективными являются отдельные прослои, выделяемые в верхней толще ильважской свиты (Боровко, Келль и др.,

1964). Это песчаники, которые отличаются повышенным содержанием гранатов пироп-альмандинового ряда, пикроильменита и хромшпинелида. О возможной алмазонаосности отложений верхней толщи ильважской свиты свидетельствует приуроченность современных алмазонаосных россыпей к зонам распространения этих пород в Красновишерском районе на Северном Урале. Возможно алмазонаосными также являются породы кочешорской свиты, которые относятся к верхней части ашинской серии и развиты на Северном Урале в районе Полюдова Кряжа. В нижней части кочешорской свиты имеются прослойки грубозернистых кварцевых песчаников, в тяжелой фракции которых отмечается повышенное количество пироп-альмандина и магнезиального хромшпинелида.

Образование осадочных алмазонаосных пород на Урале происходило и в ордовикское время. Алмазы были найдены в песчаниках нижнего ордовика (тельпосская свита) на Среднем Урале, а также в выветрелых песчаниках тирлянокагинской свиты на Южном Урале. За счет размыва конгломератов тельпосской свиты ордовика, вероятно, поступают алмазы в аллювий некоторых рек на Полярном и Северном Урале.

В среднепалеозойское время алмазонаосные осадочные породы формировались в ряде регионов. В Бразилии к ним относятся девонские песчаники серии фуриас, которые развиты в штатах Парана и Мату-Гроса. В Индии в Шахидане разрабатываются алмазонаосные песчаники свиты каймур (силур?)

На Сибирской платформе предположительно алмазонаосны девонские красноцветные лагунно-континентальные осадки Рыбинской впадины, представленные песчаниками, конгломератами, гравелитами. Основанием считать их алмазонаосными является обнаружение в осадочных породах баероновской свиты зерен пироба (Крюков, 1962) и находки алмазов в русле и низких террасах р. Бирюсы, где развиты девонские песчаники и конгломераты (Одинцов, Твердохлебов, Владимиров и др., 1962). Единичные зерна пироба обнаружены также Г. В. Селивановской в песчаниках с примесью вулканогенного материала, входящих в состав хайалахской свиты девона, в бассейне р. Мархи Ленской (устное сообщение).

Несмотря на малочисленность фактов, указывающих на возможную алмазонаосность девонских отложений Сибирской платформы, можно предполагать, что девонская эпоха образования экзогенных месторождений алмазов здесь имела немаловажное значение, так как ей предшествовало образова-

ние алмазоносных кимберлитов среднепалеозойской формации. По данным М. В. Михайлова и Н. В. Гридасова (1963), за время, истекшее с момента образования трубки Мир (верхний силур—нижний девон), (Сарсадских, Благулькина, Силин, 1966) до среднекаменноугольного времени, в окрестностях трубки Мир была смыта толща осадочных пород большой мощности. Это указывает и на значительный денудационный срез трубки, и на то, что алмазы из нее могли концентрироваться в девонских отложениях.

Среди осадочных алмазоносных пород западного склона Урала часть сформировалась также в среднепалеозойское время. Так, например, единичные алмазы найдены в полюдовской свите силура (Смирнов, 1965). По мнению многих исследователей, россыпи алмазов, обнаруженные в Красновишерском районе западного склона Северного Урала, представляют элювиальные образования пород такатинской свиты среднего девона или сформировались непосредственно за счет их размыва. Алмазоносными являются, по-видимому, базальные горизонты такатинской свиты, мономиктовый и олигомиктовый состав которых дает основание предполагать, что образование их связано с размывом мощных кор выветривания, сформировавшихся в предтакатинское время. В такатинских отложениях присутствуют минералы, являющиеся парагенетическими спутниками алмаза: пироп, пироп-альмандин, хромпикотит и магнезиальный ильменит. Источником алмазов и указанных минералов, по всей вероятности, являлись первично-алмазоносные породы — кимберлиты. Алмазы в такатинскую свиту могли поступать в результате размыва как кимберлитов, так и осадочных алмазоносных пород полюдовской свиты силура, ильвовожской свиты венд-кембрия и др.

На Русской платформе предположительно алмазоносными считаются крупногалечные конгломераты и полимиктовые гравелиты долгинской свиты («бурый» девон), в которых обнаружены зерна пироба. Эти отложения распространены в Приазовье. Образовались они в значительной степени за счет разрушения средне- и верхнедевонских магматических пород, среди которых, по-видимому, имеются пиропоносные перидотиты и кимберлиты (Бобриевич и др., 1970).

Об образовании экзогенных месторождений в верхнем палеозое имеется немного сведений. В Южной Африке предположительно к алмазоносным относятся ледниковые конгломераты (тиллиты) свиты двайка (верхний карбон). Верхний слой этих конгломератов содержит в небольшом количестве

гранат и ильменит, связанные с кимберлитами. К достоверно установленным алмазоносным породам следует относить ледниковые конгломераты свиты итараре (карбон — пермь), известные в бассейне р. Параны в Бразилии. С пермскими ледниковыми конгломератами связывают также находки алмазов в Боливии.

В Советском Союзе алмазы в породах верхнего палеозоя установлены только на Сибирской платформе. Предположение о возможной алмазоносности верхнепалеозойских отложений других районов СССР базируется на находках в них зерен пироба. Так, на Русской платформе в районе Приазовья единичные зерна пироба найдены в кварцевых и полимиктовых песчаниках амбросиевской свиты нижнего карбона. На Урале с пермскими породами связывают находку мелкого алмаза в шлихе из русловых отложений ручья, размывающего конгломераты артинского яруса в Среднем Предуралье. Но достоверно алмазоносность указанных пород, как возможных источников поступления алмаза в русловые отложения, не доказана. На Сибирской платформе единичные находки алмазов известны в пермо-карбонных отложениях Алакит-Далдынского района (Харькив, 1966) и в верхнепермских конгломератах Мало-Ботуобинского района. Единичные знаки пироба и пикроильменита обнаружены в нижнекаменноугольных терригенно-карбонатных породах Кютюнгинской впадины (Алексеев, Дьяков, 1961), в верхнепермских песчано-галечных отложениях бассейна р. Молодо на северо-востоке Сибирской платформы (Плотникова, Кардопольцева и др., 1965), в средне-верхнекаменноугольных осадках Мало-Ботуобинского района (Шукин, Харьков, Борис, 1967; Плотникова, Кардопольцева, 1969) и других пунктах.

Экзогенные месторождения алмазов мезозойского возраста распространены главным образом на платформах. В ряде случаев они формировались в результате размыва кимберлитов. Во многих районах источники поступления алмазов остались неизвестными. В Южной Африке предположительно алмазоносными считаются песчаники верхнего отдела серии карру — так называемые слои мольтено (триас). Алмазы в виде осколков размером до 2 мм в диаметре были найдены при исследовании шлихов (Соболев, 1951). В Южной Родезии разрабатываются алмазоносные галечники, залегающие в основании слоев сомабула (верхний триас). Источник поступления алмазов в эти осадки неизвестен; предполагается,

что они связаны с докембрийскими ультраосновными породами (Соболев, 1951).

В бассейне р. Конго предположительно алмазоносными считаются песчаники и конгломераты формации лубилаш — верхнетриасового возраста.

При непосредственном опробовании этих песчаников алмазы не были найдены; косвенным доказательством их алмазоносности является приуроченность алмазных россыпей к рекам, размывающим лубилашские конгломераты — например, месторождения по р. Бушимайе.

В Конголезской провинции Центральной Африки алмазы содержатся в песчаниках серии кванго (верхний мел), приуроченных к ее основанию, которые по своему происхождению относятся к эоловым, речным, дельтовым и озерным отложениям (Трофимов, 1967). В бассейне р. Конго алмазоносными являются также породы серии калахари (мел — палеоген), представленные толщей переслаивающихся конгломератов и песчаников; верхняя часть свиты сложена охристо-желтыми неслоистыми слабо глинистыми песками. Пески залегают на выветрелых конгломератах, известных как «галечники плато», которые местами алмазоносны.

Триасово-нижнеюрский возраст имеют предположительно алмазоносные базальные конгломераты свиты рораима в Венесуэле, с которыми связывают алмазы в четвертичных аллювиальных и ложковых россыпях. В Британской Гвиане им одновозрастны песчаники, галечники и валунные конгломераты свиты кайетеур, являющиеся отложениями дельт или широких аллювиальных равнин. Алмазоносность свиты кайетеур предполагается на основании приуроченности к ней русловых, пойменных и террасовых россыпей современной гидросети. В Бразилии в бассейне р. Сан-Франциску у Тироса разрабатывались алмазоносные конгломераты предположительно мелового возраста, лежащие на триасовых песчаниках. Кроме того, в бассейне р. Богаем алмазы содержатся в базальных конгломератах мелового возраста — свиты «тауа». Алмазоносными являются меловые базальные конгломераты — слои манунгул, выделяемые в юго-восточной алмазоносной провинции на о-ве Калимантан (Борнео).

Широко распространены проявления россыпной алмазоносности мезозойского возраста на Сибирской платформе. В Мало-Ботуобинском районе известны россыпи, связанные с иреляхской свитой рэт-лейаса (рэт-геттанга), сформировавшиеся за счет размыва средневерхнетриасовой коры выветри-

вания (Файнштейн, Одинцова, 1960; Рожков, Михалев, Зарецкий, 1963 и др.). В этом же районе единичные находки алмазов и небольшие по размеру россыпи приурочены к нижнелейасовым континентальным отложениям укугутской свиты. Проявления россыпной алмазности в морских отложениях верхнего подъяруса плинсбахского яруса зафиксированы на огромной территории в зоне сопряжения Анабарской антеклизы с Анабаро-Ленским внутриплатформенным прогибом, Приверхоянским краевым прогибом и Вилюйской синеклизой. Менее широко они развиты в осадках нижнего волжского яруса верхней юры (на северо-востоке Сибирской платформы) и ограничено — в отложениях келловейского яруса (Рожков, Михалев и др., 1967). Предположительно алмазносными (на основании присутствия минералов — спутников алмаза) являются верхнемеловые — палеогеновые отложения, выявленные на Сибирской платформе в Средне-Мархинском районе.

На Русской платформе предположительно алмазносными считаются отложения сеноман-турона, развитые на южном склоне Волыно-Подольской плиты. Представлены они песчаниками с прослоями гравелистых песчаников и конгломератов; в них спорадически встречаются зерна пиропы.

На Урале мезозойские алмазносные породы не установлены.

В кайнозойскую эру образовались наиболее широко распространенные и промышленно ценные россыпи алмазов. Не имея возможности перечислить все известные россыпные месторождения, сформировавшиеся в это время, укажем лишь некоторые наиболее интересные районы зарубежных алмазносных провинций, подробно остановившись на кайнозойских россыпях, известных в Советском Союзе.

В Южной и Юго-Западной Африке кайнозойские россыпи распространены очень широко. Высокое содержание в них алмазов и большие запасы обусловлены тем, что эта территория, начиная с мела, испытывала поднятия, в результате которых происходил интенсивный разрыв кор выветривания, образованных на алмазносных кимберлитах мезозойского (мелового) возраста и на премежуточных коллекторах. Алмазы, содержащиеся в коре выветривания, были спроектированы в россыпи. Наиболее древними из алмазносных отложений кайнозоя являются так называемые кварциты помона, образовавшиеся за счет окремнения поверхностных слоев по-

род в верхнемеловое — эоценовое время и залегающие на водоразделах.

Начиная с верхнего мела вплоть до современной эпохи в условиях аридного климата формируются пролювиальные образования «сухих» рек, слабо алмазоносные, но развитые на огромном протяжении. Благодаря перемыву «сухоречных» галечников дождевыми водами в палеогеновый, неогеновый и четвертичный периоды образовались богатые делювиальные россыпи в карстовых воронках, ложковые россыпи на склонах, шлейфы у подножья возвышенностей (россыпи Лихтенбурга и Вентерсдорпа в Юго-Западном Трансваале). Размыв баров и отмелей в устьях рр. Оранжевой, Буйволовоy и др. деятельностью приобь, отливов, приливов и морских течений обусловил формирование неоген-четвертичных пляжевых, террасовых и мелководно-морских россыпей в прибрежной зоне Атлантического океана (россыпи Юго-Западной Африки и Малого Намакваленда). Переработка россыпей перечисленных генетических типов эоловыми процессами обусловила высокие концентрации алмазов в дефляционных россыпях Юго-Западной Африки.

Кроме того, в Южной Африке есть и аллювиальные россыпи, образованные в плювиальные эпохи. К ним относятся третичные и четвертичные россыпи бассейна р. Вааль. Они представлены галечниками, среди которых выделяются: 1) галечники высоких уровней, лежащие на междуречьях на высоте до 130 м над урезом рек; 2) галечники террас на склонах современных речных долин; 3) галечники, выполняющие древние русла — «каналы», образовавшиеся в результате врезания рек в начале четвертичного периода, обусловленного понижением базиса эрозии.

В Восточной Африке (Танзания) развиты элювиальные и делювиальные россыпи, которые образуются на поверхности алмазоносных трубок, выделяющихся в виде понижений в рельефе. Мелкие делювиальные россыпи располагаются на склонах холмов, где выходят кимберлитовые трубки (склон холма Кизумби). Кроме того, недалеко от трубок алмазоносны третичные и четвертичные аллювиальные россыпи древней и современной речной сети.

В юго-западной части Либерийского щита алмазы найдены в кайнозойских элювиальных и делювиальных россыпях, связанных с кимберлитовыми трубками и дайками, и в четвертичных аллювиальных россыпях — в зоне Лесной Гвинеи — россыпи районов Бауле и Верхней Маконы, в зоне

Сьерра-Леоне — в бассейне р. Сева и в Либерийской зоне — в районе Лиани (Михайлов, 1969).

В Ганской алмазоносной провинции известны бедные аллювиальные россыпи третичного возраста, связанные с древней речной сетью, и аллювиальные россыпи современных крупных и малых рек. Русловые и террасовые россыпи больших рек (р. Бирим и др.) обычно крупные, но бедные, с гнездовым распределением алмазов, причем наибольшая концентрация наблюдается в углублениях плотика в россыпях малых рек и логов.

В Конголезской алмазоносной провинции (Центральная Африка) выделяются алмазоносные конгломераты серии калахари — мел-палеогенового возраста. Более молодыми являются алмазоносные «галечники плато», возможно аллювиального происхождения. Здесь известны также пролювиальные россыпи плейстоценового возраста, террасовые и русловые аллювиальные россыпи современной речной сети. Наиболее богатые пойменные и русловые россыпи приурочены к современным рекам на участках пересечения древних алмазоносных отложений. Известны также элювиальные и делювиальные россыпи, образованные за счет разрушения алмазоносных песчаников и конгломератов серии кванго (верхний мел). В ряде мест широко развиты ложковые россыпи, которые образуются за счет размыва пролювиальных «террасовых» россыпей современной и древней речной сети. В бассейне р. Конго (район р. Бушимайе) алмазоносны аллювиальные галечники и элювиальные отложения, возникшие за счет разрушения конгломератов лубилашской формации.

В Индии алмазоносные россыпи приурочены к аллювиальным отложениям древней и современной речной сети, причем направления разновозрастных речных систем часто не совпадают. Так, например, месторождения группы Панна, располагающиеся в виде полосы северо-восточного простираения, включают россыпи древней речной сети, приуроченные к высоким террасам или находящиеся на междуречьях, русловые россыпи, например, русловые россыпи притоков р. Ганга и ложковые россыпи, образовавшиеся за счет разрушения конгломератов свит рева и бхандер. Среди месторождений группы Голконда выделяются третичные алмазоносные конгломераты, разрабатывавшиеся в пределах хр. Дудгут, а также элювиальные, делювиальные и аллювиальные россыпи, образовавшиеся за счет разрушения и перемыва конгломератов. Большинство россыпей Индии выработано.

В Бразилии кайнозойские россыпи связаны с алмазонасными конгломератами диамантина верхнетретичного и плейстоценового возраста, а также приурочены к аллювиальным отложениям древней и современной речной сети. Кроме того, развиты элювиальные и делювиальные россыпи, образованные за счет разрушения алмазонасных конгломератов свиты лаврас (кембрий), пермских ледниковых конгломератов и конгломератов мелового возраста. Древняя речная сеть не совпадает с современной, ее отложения сильно размывы и сохранились изолированными пятнами. В молодых речных долинах разрабатываются русловые и террасовые россыпи. Выделяются также ложковые россыпи, которые наиболее широко распространены в верхнем течении рек, разрезающих поверхность плато. Кайнозойские россыпные месторождения алмазов известны в штатах Минас-Жераис (площадь Кокаес, Диамантина, бассейны рр. Жекитиньонья, Парауна, Сан-Франциску, Триангуло-Минейро и др.). В Гвианской алмазонасной провинции выделяются аллювиальные россыпи древней речной сети (россыпи свиты «белых песков»), занимающие повышенные части рельефа; террасовые россыпи современной речной сети, располагающиеся на более низких гипсометрических уровнях и приуроченные к современным речным долинам; пойменные и русловые россыпи. Русловые россыпи в пределах каньонобразных ущелий являются наиболее богатыми. Основными источниками добычи являются ложковые россыпи, которые развиты в верхнем течении рек и образуются за счет размыва базальных конгломератов свиты кайетеур.

На о-ве Калимантан (Борнео) слабо алмазонасны эоценовые песчаники, которые имеют значение только как источники алмазов молодых россыпей (Соболев, 1951). Основным объектом эксплуатации являются аллювиальные россыпи третичного и четвертичного возраста. Элювиальные и делювиальные россыпи развиты ограниченно. Наиболее распространены террасовые россыпи, приуроченные к комплексу высоких (третичных) и четвертичных террас. Алмазы приурочены главным образом к приплотиковым горизонтам аллювия.

В Восточно-Австралийской алмазонасной области наибольшее количество россыпных месторождений кайнозойского возраста расположено в штате Новый Южный Уэльс. Коренные источники алмазов здесь достоверно не установлены. Выделяются следующие разновозрастные россыпи: 1) миоценнижнеплиоценовые и среднеплиоценовые; они приурочены к

аллювию древних рек и погребены под мощными покровами базальтов; возможно, что они имеют флювиогляциальное происхождение; 2) межбазальтовые россыпи среднего плиоцена, представляющие аллювиальные отложения; 3) надбазальтовые россыпи верхнего плиоцена; 4) плейстоценовые аллювиальные террасовые россыпи; 5) россыпи современных русел рек и логов, размывающих террасы.

В Советском Союзе широко распространены кайнозойские россыпи алмазов на западном склоне Урала. Здесь выделяются россыпи олигоценового, миоценового, плиоценового и четвертичного возраста (Вербицкая, 1959; Кинд, 1960). Алмазоносные олигоценовые и неогеновые осадки являются реликтами отложений древней речной сети и приурочены к межгорным депрессиям или к уровням высоких террас. Так, на западном склоне Среднего Урала выделяется Главная меридиональная депрессия, которая протягивается к западу от центрального осевого хр. Урал-Тау. В этой депрессии расположены долины современных рек: Вишеры, Тыпыла, Усьвы, Койвы, Серебряной и Межевой Утки. Известные в этих долинах алмазоносные россыпи залегают на полого-наклоненной поверхности дна депрессии и обычно перекрыты чехлом четвертичных отложений.

В широтно ориентированных долинах рек, пересекающих западный склон Среднего Урала, алмазоносные отложения палеогенового и неогенового возраста приурочены к высоким террасам, где они сохранились также главным образом на карбонатных карстующихся породах. Алмазоносные отложения третичного возраста установлены и на выровненных междуречьях в краевой части западного склона Северного Урала (Красновишерский район), где они представлены образованиями сложного пролювиально-делювиального (?) генезиса. Сохранились эти отложения на реликтах поверхностей выравнивания и главным образом на карбонатных коренных породах, где заполняют карстовые понижения значительной глубины (до 20 м) и протяженности.

Многочисленные россыпи и единичные находки алмазов, известные на западном склоне Северного, Среднего и Южного Урала, связаны с отложениями четвертичного возраста. Алмазоносными являются аллювиальные и делювиальные отложения (делювий древнего третичного аллювия), слагающие террасы в долинах рек и покрывающие склоны депрессий, а также ложковые отложения. Наибольшие концентрации алмазов наблюдаются в русловых россыпях, особенно в западной



зоне распространения россыпей. Кроме того, обогащены нижние горизонты отложений, залегающих под современным руслом, в переуглубленных участках долин. Повышенные концентрации алмазов в четвертичных россыпях различных генетических типов связаны с многократным перемывом олигоцен-миоценовых россыпей.

На Сибирской платформе многочисленные находки спутников алмазов известны в верхнемеловых—палеогеновых отложениях озерно-аллювиальной равнины, сохранившейся на полигенетической разновозрастной поверхности выравнивания, развитой на междуречье рр. Мархи и Тунга—двух крупных притоков р. Вилюя. К этой же поверхности выравнивания приурочены находки алмазов в аллювиальных отложениях позднепалеогенового и неогенового (плиоценового) возраста, как на междуречье Мархи и Тунга, так и в Приленском районе, на северо-востоке Сибирской платформы. Единичные алмазы обнаружены в отложениях плиоценовой террасы р. Ангары.

Четвертичные отложения Сибирской платформы алмазоносны на огромной площади. При этом наибольшее значение имеют аллювиальные россыпи, главным образом русловые, в меньшей степени — террасовые. Ограниченным развитием пользуются элювиальные, делювиальные и ложковые россыпи.

На Русской платформе в кайнозойских отложениях известны многочисленные находки алмазов. Концентрация мелких алмазов установлена в среднесарматских (верхний миоцен) прибрежно-морских песках на северном и северо-восточном склоне Украинского щита (Кашкаров, Полканов, 1964; Кашкаров и др., 1968); в районе Волыно-Подольской плиты среднесарматские галечники содержат редкие знаки пироба. Установлено наличие мелких зерен алмаза (0,3—0,35 мм) и в отложениях полтавской свиты, развитых в Среднем Приднепровье. Представлены они песками, которые содержат титаноциркониевые россыпи и выполняют погребенную долину северо-западного простирания протяженностью до 30 — 35 км (Бобривич и др., 1970). Алмазоносными являются также неогеновые грубообломочные образования балтской свиты, развитые на междуречье среднего течения рр. Днестра и Южного Буга; алмазы найдены и в современном аллювии рек, размывающих отложения балтской свиты. Генезис отложений балтской свиты неясен, более вероятно считать их дельтовыми или образованными в условиях морского мелководья. Залегают они в основном на кристаллических породах и на их

корах выветривания, а также на полтавских и сарматских породах.

В Приазовье найдены отдельные кристаллы алмаза и пироба в древнечетвертичных песчано-галечных отложениях, залегающих на междуречье в виде отдельных останцов, образуя прерывистую полосу, вытянутую меридионально. Пироб в них встречается спорадически в единичных знаках. Предполагается, что эти отложения образовались за счет размыва девонских гравелитов и песчаников нижнего карбона.

Алмазоносны и пиробоносны на Украине и более молодые четвертичные отложения. Алмазы найдены в русловых отложениях р. Днестра и р. Ю. Буг (Алексеева и др., 1965). В отложениях террас р. Днестра повсеместно встречается пироб. Мелкие кристаллы алмаза обнаружены в осадках Днестровского лимана (Полканов, 1967; Бобриевич и др., 1970). Алмазоносными являются современные пляжевые пески северо-западного побережья Черного моря, а также прибрежно-морские осадки на северном побережье Азовского моря (Бобриевич и др., 1970). Повышенным содержанием пироба отличаются флювиогляциальные пески Полесской зандровой равнины, но они не могут иметь практического значения, так как представлены преимущественно тонкозернистыми осадками (Бобриевич и др., 1970).

Алмазы и пиробы найдены также на Среднем и Северном Тимане (Апенко, Матвеева, Плотникова, 1960). Источники алмазов неизвестны, но на основании присутствия в шлихах единичных зерен пироба предполагается их связь с кимберлитами.

РЕГИОНАЛЬНЫЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ РАЗМЕЩЕНИЯ ЭКЗОГЕННЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ АЛМАЗОВ

Основными моментами, определяющими региональные закономерности размещения экзогенных месторождений алмаза, являются: структурное положение, палеогеографическая обстановка формирования, связь с рельефом алмазоносных территорий и вещественный состав алмазоносных россыпей.

Структурное положение

Экзогенные месторождения алмаза приурочены к крупным геоструктурным областям земной коры: платформам и складчатым областям (рисунки), которым соответствуют металлогенетические единицы высшего таксономического ранга, такие,

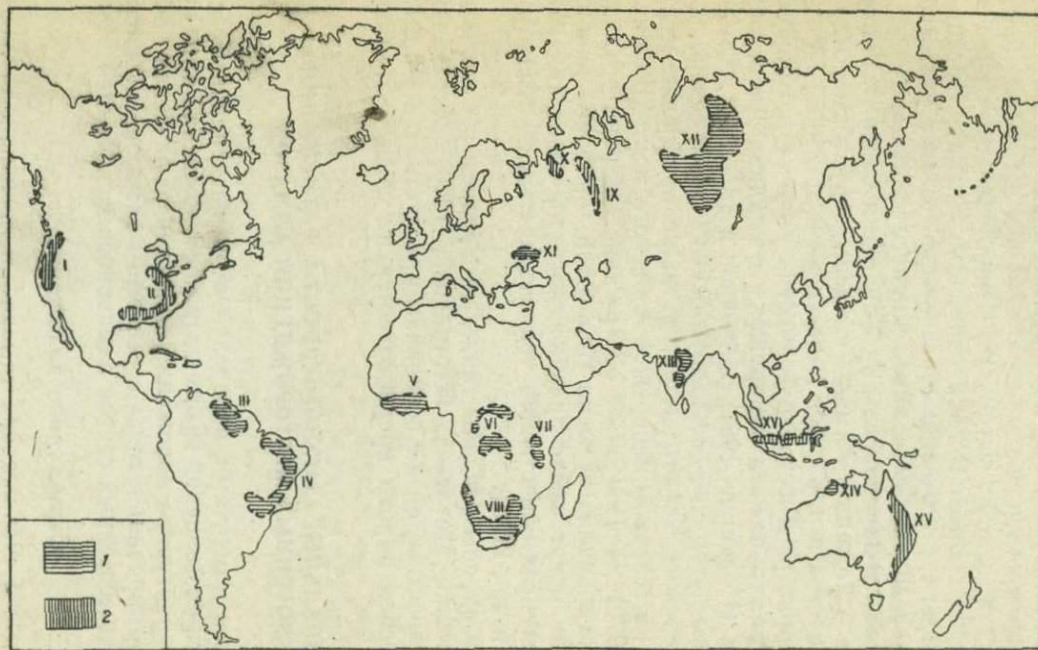


Схема размещения площадей экзогенной алмазоносности на земном шаре (по В. С. Трофимову)
 1 — площади экзогенной алмазоносности на древних платформах; 2 — площади экзогенной алмазоносности в складчатых областях: I — на Тихоокеанском побережье Северной Америки; II — Аппалачская; III — Гвианская; IV — Бразильская; V — Западно-Африканская; VI — Центрально-Африканская; VII — Восточно-Африканская; VIII — Южно-Африканская; IX — Уральская; X — Тиманская; XI — Украинская; XII — Сибирская; XIII — Индийская; XIV — Западно-Австралийская; XV — Восточно-Австралийская; XVI — Каллимантанская.

как металлогенические пояса или провинции. Необходимым условием образования экзогенных месторождений алмазов в крупных геоструктурных единицах земной коры является наличие в их пределах коренных первоисточников алмазов либо появление в отдельные этапы истории геологического развития условий для переноса рыхлого алмазоносного материала из регионов, где имеются первичные коренные источники, и его концентрации. В последнем случае может быть установлена лишь непосредственная связь россыпей с вторичными коренными источниками алмазов, которыми являются осадочные и метаморфизованные осадочные породы.

Основными источниками алмазов в богатых россыпях служат эндогенные месторождения кимберлитового типа, которые свойственны древним платформам. Этим определяется, что и подавляющая часть алмазоносных россыпей сосредоточена в пределах древних платформ (Сибирская, Африканская, Южно-Американская и Индостанская). Незначительная часть экзогенных месторождений алмазов связана с перидотит-дунитовым типом источников, хотя свидетельства этой связи являются в основном косвенными (расположение россыпей в непосредственной близости от поясов интрузий гипербазитов, присутствие минералов последних в составе шлихов и др.). При этом те же факты используются и для доказательства обратного — присутствия алмазов в гипербазитах, так как прямые свидетельства этого — находки алмазов в последних очень малочисленны (осколки алмазов в остатках после химического разложения проб перидотитов Каменушинского массива на Урале, находки алмазов в перидотитах Австралии) и до некоторой степени проблематичны. Связь с перидотит-дунитовым типом источников определяет локализацию этой части экзогенных месторождений в пределах складчатых областей (россыпи Австралии, о-ва Калимантан).

До недавнего времени с перидотит-дунитовым типом первоисточников часть исследователей связывала и россыпи западного склона Урала (Трофимов, 1939, 1940; Кухаренко и др.). Только в последние годы эта точка зрения была в значительной степени поколеблена под влиянием новых фактов, свидетельствующих о возможной связи россыпей Урала с кимберлитами, размещающимися на западном склоне Урала либо на восточной окраине Русской платформы (Вербичская, Гапеева, 1959; Смирнов, 1965 и др.). Особенно веские доводы в пользу кимберлитового происхождения алмазов из россыпей Урала были получены в связи с открытием элювиальных

месторождений, приуроченных к образованиям коры выветривания такатинской свиты среднего девона Северного Урала, где в сообществе с алмазом были найдены его парагенетические спутники по кимберлитам: пироп и магнезиальный ильменит (Беккер, Бекасова, Ишков, 1970).

Палеогеографические реконструкции этого времени подтвердили направление сноса алмазоносного материала из районов, располагавшихся к западу и северо-западу от россыпей Красновишерского района, на восточной окраине Русской платформы.

Кроме того, изучение глубинного строения и магматических формаций западного склона Северного и Среднего Урала позволило, по данным Ю. Д. Смирнова и Н. А. Румянцевой, выделить в составе последних платформенные и аркогенные формации, свойственные подвижным областям, сохранившим жесткий фундамент. Эти формации приурочены к зонам разломов и наиболее широко распространены в Тимано-Уральской складчатой области, где жесткие платформенные структуры погребены под толщей средне- и верхнепалеозойских осадков. Последнее позволяет надеяться, что с ними могут быть связаны кимберлиты, располагающиеся не только на восточной окраине Русской платформы (в современных границах), но и в Тимано-Уральской складчатой области.

Однако связь россыпных алмазов Урала с эндогенными месторождениями кимберлитового типа является пока что проблематичной. Установленной можно считать лишь связь их с вторичными коренными источниками. Последняя выявлена как нахождением алмазов при непосредственном опробовании тюшевской свиты и ашинской серии докембрия — нижнего палеозоя, теплогорской свиты ордовика, полюдовской свиты силура, такатинской свиты девона (Смирнов, 1965), так и косвенным путем. Указанием на связь с вторичными коренными источниками позднекембрийского и ордовикского возраста являются пространственная приуроченность кайнозойских россыпей Урала к полосам развития грубокластических пород ордовика и девона и преемственность вещественного состава кайнозойских россыпей от состава последних.

Структурное положение меньших по масштабам металлогенических единиц — зон экзогенной алмазоносности* являет-

* Под зоной экзогенной алмазоносности мы понимаем выраженную в пределах металлогенической провинции или пояса площадь россыпной алмазоносности отчетливо линейного развития, совпадающую с определенными эпохами в истории геологического развития.

ся функцией многих факторов, среди которых главенствующее значение имеют следующие: структурное положение зон эндогенной алмазоносности, развитие тех или иных генетических типов россыпных месторождений, определяющих их положение по отношению к первоисточникам или вторичным источникам (россыпи ближнего и дальнего сноса), рельеф областей сноса и аккумуляции, климатические условия и т. д.

Структурная позиция экзогенных месторождений алмазов платформенного типа в СССР лучше всего изучена для Сибирской платформы, где, во-первых, встречены многочисленные проявления экзогенной алмазоносности в разновозрастных кластических толщах верхнего палеозоя, мезозоя и кайнозоя, во-вторых, известны богатые россыпи, приуроченные к мезозойским и кайнозойским отложениям, в-третьих, в ряде случаев установлена связь экзогенных месторождений и рудопроявлений с коренными источниками — алмазоносными кимберлитовыми трубками.

На Сибирской платформе наблюдается два типа размещения зон экзогенной алмазоносности. Для первого типа характерно их совпадение.

Как известно, кимберлитовые тела приурочены к региональным зонам глубинных разломов в кристаллическом фундаменте платформы. На Сибирской платформе главными зонами разломов, вмещающими алмазоносные кимберлитовые тела среднепалеозойской формации, являются Ангаро-Вилуйская (Краснов, Масайтис, 1955; Спизарский, 1961 и др.) и Тунгусско-Оленекская (Сарсадских, 1968), часть которой была выделена еще в 1958 г. И. П. Атласовым и В. А. Вакаром под названием Анабарской (Атласов, Вакар, 1958). Примером пространственного совмещения экзогенной и эндогенной алмазоносности может служить Мало-Ботуобинский район. Здесь с Ангаро-Вилуйской зоной разломов, вмещающей среднепалеозойские кимберлитовые трубки — Мир, Спутник и др. (Сарсадских, Благулькина, 1966), совпадает группа разновозрастных алмазных россыпей различных генетических типов. Частично с ней совмещены проявления россыпной алмазоносности в верхнепермских отложениях, полностью — россыпи рэт-лейасового (иреляхская свита) и четвертичного возраста, степень алмазоносности которых уменьшается по мере удаления от кимберлитовых трубок.

Пространственное совмещение площадей эндогенной и экзогенной алмазоносности в этом районе связано с небольшой амплитудой тектонических поднятий на протяжении ме-

зозоя и четвертичного времени. Поэтому существенное развитие здесь получили элювиальные, делювиальные и аллювиальные россыпи ближнего сноса.

На продолжении Ангаро-Вилуйской зоны к северо-востоку — в Средне-Мархинском и Тунгском районах — известны только россыпи и проявления россыпной алмазности в юрских, верхнемеловых — палеогеновых, палеогеновых, неогеновых и четвертичных отложениях. ↵

Эндогенные месторождения здесь не найдены, но судя по морфологии кристаллов алмаза из русловых россыпей (Бобриевич, Бондаренко, Гневушев и др., 1957), сравнительно хорошей сохранности минералов-спутников алмаза (Плотникова, Кардопольцева, и др., 1963), россыпи этих районов должны иметь свои самостоятельные источники в пределах Ангаро-Вилуйской зоны разломов; так что и здесь часть россыпей, вероятно, будет пространственно совпадать с кимберлитовыми телами.

С глубинными разломами в Алакит-Далдынском районе, вмещающими кимберлитовые трубки Айхал, Удачная и др., пространственно совмещены проявления россыпной алмазности в базальных горизонтах континентальных угленосных осадков пермокарбона (Харьков, 1966), а также четвертичные элювиальные и делювиальные россыпи, сформировавшиеся за счет дезинтеграции кимберлитов (Рожков, Михалев и др., 1967).

Совпадение зон эндогенной и экзогенной алмазности отмечается также и на других платформах — например, в западной части Либерийского щита (Михайлов, 1969), в Восточной Африке (Танзания).

Второй тип размещения зон экзогенной алмазности, характеризующийся тем, что последние отстоят на значительном расстоянии от эндогенных месторождений, свойствен областям сопряжения крупных положительных и отрицательных платформенных структур первого порядка. На Сибирской платформе разновозрастные зоны экзогенной алмазности второго типа прослеживаются на огромном протяжении в области сопряжения Анабарской антеклизы с Лено-Анабарским внутриплатформенным прогибом, Приверхоанским краевым прогибом, Тунгусской и Вилуйской синеклизами.

Анабарская антеклиза, начиная с верхнего палеозоя, является областью преобладающих поднятий и, соответственно, интенсивного сноса обломочного материала; она характеризуется рельефом сильно расчлененного плато. Прилегающие

прогибы и синеклизы частью с верхнего палеозоя, частью с мезозоя служат областями погружения (или отставания в поднятиях) и аккумуляции осадков. Для них характерен равнинный рельеф. В зоне сочленения, где мощность отложений небольшая, происходит аккумуляция алмазов; большая мощность осадков способствует разубоживанию полезного компонента. Здесь в основном сформировались аллювиальные и прибрежно-морские экзогенные месторождения алмазов, являющиеся россыпями дальнего сноса.

Особенности размещения зон экзогенной алмазоносности в области сопряжения Анабарской антеклизы с Приверхоянским краевым прогибом лучше всего изучены на примере Приленского района (Плотникова, Салтыков, Кардопольцева, 1967). Здесь последовательно, с запада на восток, протягиваются в меридиональном направлении следующие зоны: 1) предполагаемых проявлений россыпной алмазоносности в континентальных пермских отложениях (выявлена по присутствию минералов-спутников алмаза); 2) проявлений россыпной алмазоносности в прибрежно-морских осадках нижней и верхней юры; 3) проявлений россыпной алмазоносности в палеоген-неогеновых отложениях и 4) россыпей в четвертичных и особенно современных осадках.

В Приленском районе известно большое количество кимберлитовых трубок мезозойской формации, ^{не} алмазоносных или слабо алмазоносных, располагающихся в пределах Лено-Пясинской зоны глубинных разломов, на расстоянии 1—1,5 сотен километров от россыпей. Разрыв этих трубок не мог обеспечить алмазами русловые россыпи современных рек. Учитывая находки минералов-спутников алмаза в пермских отложениях, можно предположить, что источниками алмазов являются не найденные еще алмазоносные кимберлитовые тела среднепалеозойского возраста, приуроченные к тем же разломам, что и мезозойские. Дополнительными источниками алмазов могли быть промежуточные коллекторы пермского, нижнеюрского, верхнеюрского, палеоген-неогенового возраста и россыпи четвертичных террас.

Заметное расстояние, разделяющее зоны экзогенной алмазоносности в четвертичных аллювиальных отложениях от площадей эндогенной алмазоносности, связано, по всей вероятности, со значительной амплитудой неотектонических поднятий в области сноса — на склоне Анабарской антеклизы. Поднятия обусловили активизацию эрозионных процессов, увеличение скорости течения речных потоков и, соответственно,

интенсивный вынос алмазов. Благоприятные условия для обогащения россыпей создались в зоне сопряжения антеклизы и Приверхожанского прогиба, отличающихся разной направленностью неотектонических движений. В продольном профиле рек, пересекающих эту зону в среднем течении, наблюдается перегиб русла, характеризующийся сменой крутого участка пологим, где происходит резкий спад скорости потока и вследствие этого осаждение грубообломочного аллювия и крупных алмазов. Вместе с тем, скорости потока еще достаточны для выноса песчано-алевритовых частиц и мелких алмазов в нижележащие отрезки долин.

Для складчатых областей, в которых первичные алмазоносные магматические породы обычно не установлены, размещение экзогенных месторождений определяется главным образом линейной ориентировкой складчатых структур. Анализ структурной позиции экзогенных месторождений алмазов западного склона Урала показывает, согласно данным Ю. Д. Смирнова, что они приурочены к миогеосинклинальным структурам, развивавшимся на жестком фундаменте. Последнее свидетельствует о том, что в какие-то этапы геологического развития эта область представляла краевую часть Русской платформы, где мог проявляться кимберлитовый магматизм. Проявлялся он неоднократно, на что указывают находки алмазов в кластических породах ордовика, такатинской свиты среднего девона и др. Но наиболее благоприятным, вероятно, было время на границе позднего протерозоя и раннего кембрия, когда произошла перестройка тектонического плана в связи с заложением Уральской геосинклинали и становлением тиманид, проявился типичный платформенный магматизм и возникли глубинные разломы среди жестких платформенных структур.

Вторичные алмазосодержащие породы претерпели складчатость и в современных структурах Урала образуют полосы меридионального и субмеридионального простирания, определяющие региональные зоны экзогенной алмазоносности. На западном склоне Северного и Среднего Урала выделяются две основные полосы: западная и восточная. В восточной — россыпные месторождения кайнозойского возраста приурочены к главной межгорной меридиональной депрессии структурно-эрозионного происхождения, которая соответствует синклинорию, сложенному карбонатными породами ордовика, входящему в состав структурно-формационной зоны Западно-Уральского антиклинория. Долины рек, текущих в пределах

главной депрессии, имеют меридиональную ориентировку. Источниками алмазов в россыпях восточной зоны, видимо, являлись терригенные породы ордовика. Образованию россыпей и концентрации алмазов способствовало наличие карстующихся карбонатных пород. Здесь развиты преимущественно аллювиальные россыпи, приуроченные к палеогеновым и неогеновым террасам. Широкое развитие имеют делювиальные россыпи, сформировавшиеся за счет смещения древнего палеогенового и неогенового аллювия на нижележащие уровни. Кроме того, здесь развиты предположительно нижнечетвертичные россыпи, залегающие под современным русловым аллювием.

Восточная полоса россыпей алмазов прослеживается и на Южном Урале, где единичные алмазы найдены в аллювиальных отложениях р. Белой, в пределах депрессии, протягивающейся меридионально вдоль осевой водораздельной зоны. Источником поступления алмазов в этой зоне являются также, по-видимому, породы ордовика. Подтверждают это предположение находки кристалла алмаза в коре выветривания песчаников ордовика.

Западная полоса россыпей алмазов западного склона Северного и Среднего Урала приурочена к области сопряжения структурно-формационной зоны мелких складок предгорий западного склона Урала и Предуральского краевого прогиба. Она имеет сравнительно большую ширину, чем восточная; в этой полосе сосредоточены алмазные россыпи, имеющие наибольшее практическое значение и локализующиеся в области развития карстующихся карбонатных пород девонского и каменноугольного возраста. Максимальное развитие получают четвертичные террасовые и русловые россыпи, развитые в долинах рек субширотного простирания, пересекающих эту полосу, ложковые россыпи, а также элювиальные и делювиально-пролювиальные образования, покрывающие выровненные междуречья и склоны долин. Источниками алмазов в западной полосе развития россыпей служат, по всей видимости, кластические породы такатинской свиты среднего девона, слагающие несколько параллельных структур, вытянутых меридионально, согласно основному простиранию складчатости.

Западная зона проявления россыпной алмазоносности прослеживается и на западном склоне Южного Урала, где поступление алмазов в россыпи также, вероятно, происходит из грубообломочных пород такатинской свиты девона, хотя непо-

средственно в девонских породах этого района алмазы пока не установлены.

Таким образом, для складчатых областей характерна линейная ориентировка зон экзогенной алмазоносности, согласная с простираем складчатых структур, пространственная приуроченность к областям развития вторичных алмазосодержащих терригенных отложений и совпадение с областями развития карстующихся карбонатных пород, в которых выработаны протягивающиеся на сотни километров депрессии, служащие местом аккумуляции алмазоносных россыпей.

Палеогеографические обстановки формирования экзогенных (россыпных) месторождений алмазов

Континентальные и прибрежно-морские россыпи алмазов образуются при различных палеогеографических обстановках, которые определяются главным образом степенью активности тектонических движений, геоструктурным положением и климатическими условиями (в порядке убывания значения этих факторов). Многообразии палеогеографических обстановок образования экзогенных месторождений алмазов можно свести к следующим основным типам:

I. Палеогеографические обстановки образования экзогенных месторождений континентального генезиса.

1. В условиях тектонической стабильности:

- а) на платформах (при разных климатических условиях);
- б) в складчатых областях (при разных климатических условиях).

2. В условиях тектонической активности:

- а) на платформах (при разных климатических условиях);
- б) в складчатых областях (при разных климатических условиях).

II. Палеогеографические обстановки образования экзогенных месторождений прибрежно-морского генезиса.

1. В условиях дифференцированных тектонических движений в областях сноса и аккумуляции:

- а) на платформах (при разных климатических условиях);
- б) в складчатых областях (при разных климатических условиях).

Палеогеографические обстановки формирования экзогенных месторождений алмазов континентального генезиса

Своеобразные палеогеографические обстановки образования россыпей континентального происхождения складываются при длительном стабильном положении или медленном воздымании территории. При этом образуются пенеплены, на которых в условиях гумидного или аридного жаркого климата в результате активного физико-химического выветривания формируются мощные коры выветривания и связанные с ними элювиальные месторождения. Одновременно с формированием коры выветривания и развитием склоновых процессов медленно текущие постоянные водотоки (в условиях гумидного климата) или бурные периодические потоки (аридного климата) переотлагают продукты выветривания, в результате чего образуются делювиальные, пролювиальные и иного типа россыпи.

Такого рода палеогеографическая обстановка наиболее характерна для юга Африканского континента, отдельные части которого представляют пенеплены, где в течение длительного времени, начиная с позднего мела и до современной эпохи, господствовал жаркий аридный климат, лишь периодически, главным образом в четвертичный период, прерываемый плювиальными эпохами, отвечающими оледенениям в северном полушарии (Stutzer, 1935; Beetz, 1930; Дю-Тойт, 1957; Каэн, 1958; Соболев, 1951; Трофимов, 1967, и др.).

Элювиальные россыпи, сформировавшиеся в результате физико-химического выветривания на кимберлитовых телах, обнажающихся на плоских поверхностях или пологих склонах междуречий, под влиянием смыва периодическими дождями, смещались, давая делювиальные россыпи. Последние особенно распространены в областях с широким развитием закарстованных карбонатных пород, где они выполняют глубокие карстовые полости, как это наблюдается в районе Бакванга в Республике Заир. Сильные ливни, характерные для аридных областей, образуют временные водотоки, называемые «сухими» реками, куда материал поступает за счет перемыва элювиальных и делювиальных отложений. Они несут огромное количество щебня, глины, гальки и песка. Обломочный материал неслоистый и несортированный. Распространяясь с каждым новым ливневым периодом на все большие расстояния, «сухие» реки протягиваются на сотни километров и достигают побережья океана.

Наиболее развиты отложения «сухих» рек в Юго-Западном Трансваале и в бассейне рр. Оранжевой и Буйволово́й. В Юго-Западном Трансваале (районы Лихтенбург и Вентерсдорп) отложения «сухих» рек образуют несколько узких полос шириной до 100—200 м, прослеживающихся на междуречьях на расстоянии в несколько десятков километров (30—50 км), приуроченных к карстующимся карбонатным породам. Содержание алмазов в них низкое. Высокие концентрации алмазов образуются при перемыве «сухоречных» отложений дождевыми водами и локализации продуктов перемыва в карстовых воронках. Примером делювиальных россыпей, сформировавшихся за счет убогих отложений «сухих» рек, служит месторождение в воронке Руинге-Лаагте. Кроме того, обогащение алмазами отложений «сухих» рек может происходить в поверхностном слое, подвергшемся выветриванию. Гальки и щебень неустойчивых пород здесь разлагаются, а остаточный слой обогащается обломками кремней и алмазами, образуя богатые элювиальные россыпи на бедных пролювиальных отложениях (Трезер-Тров, Еландспутте, Руинге-Лаагте).

В единичных случаях в отложениях «сухих» рек возникают концентрации алмазов промышленного значения, как это наблюдается в верхней части серии кванго (верхний мел) на площади Касаи-Лунда (Заир). В долинах рр. Оранжевой и Буйволово́й слабо алмазоносные отложения «сухих» рек залегают на террасах, на высоте до 108 м над современным урезом. Наиболее высокие террасы имеют раннепалеогеновый возраст, низкие — четвертичный. Врезы долин, запечатлевшиеся в виде террас, происходили в плювиальные эпохи, накопление отложений «сухих» рек — в аридные.

В прибрежной зоне Юго-Западной Африки, в пустыне Намиб, где аридность климата достигает апогея, образуются своеобразные дефляционные россыпи, источником алмазов в которых являются алмазоносные галечники морских террас, кварциты Помона (окремненные в аридных условиях покровные образования) и пролювиальные отложения «сухих» рек. Благодаря ветровой коррозии поверхность страны покрыта сплошным покровом щебневых отложений. Грунтовые воды, насыщенные карбонатом кальция, испаряясь, цементируют щебень, образуя известковистые конгломераты и пресноводные известняки. Рельеф поверхности неровный. Она изобилует бессточными впадинами — «ваннами», частью выработанными деятельностью ветра, частью — мощными «сухими» ре-

ками. Длина ванн достигает более 10 км при ширине до 1,5 км и глубине более 100 м. Ориентировка меридиональная, согласно направлению господствующих ветров. Алмазы накапливаются в щебнистых отложениях, сносимых с прилегающих возвышенностей и покрывающих дно и склоны «ванн». Нестойкие компоненты щебнистых отложений в «ваннах» разлагаются при химическом выветривании, пылеватые частицы выдуваются постоянно дующими ветрами южного направления. Остаточные образования обогащаются алмазами, концентрирующимися в углублениях и бороздках микро-рельефа на северных склонах ванн; размеры алмазов уменьшаются в направлении с юга на север.

Подобных палеогеографических условий формирования алмазных россыпей в экстрааридных условиях не наблюдается ни на одной из платформенных областей мира, кроме Африки.

Образование алмазоносных россыпей в аридном климате происходило в отдельные эпохи и на Сибирской платформе.

В условиях тектонически стабильного положения и умеренно теплого гумидного климата формировались позднепалеозойские алмазоносные осадки Сибирской платформы — верхняя полимиктовая толща верхней перми Мало-Ботуобинского района, пермокарбонные отложения Алакит-Далдынского района, пермские отложения Приленского района. Они представлены толщей континентальных угленосных отложений аллювиального и озерного генезиса. Алмазы приурочены к базальным горизонтам, сложенным галечниками и конгломератами. Источником алмазов служила допермокарбонная (девонская?) кора выветривания на среднепалеозойских кимберлитовых трубках, корни которой сохранились на трубках Сытыканская, Победа и Восток, перекрытых толщей пермокарбонных отложений (Шамшина, Михалев, 1970). Допермокарбонная кора выветривания была развита не только на кимберлитовых телах. Образования ее широким плащом покрывали выровненные поверхности междуречий и днища эрозионных ложбин. Последнее позволяет предположить существование допермокарбонного эрозионного рельефа, использованного водотоками карбонного и пермского времени (Одинцова, 1962; Плотникова, Кардопольцева и др., 1965).

В условиях тектонического покоя и умеренно-теплого влажного климата происходило формирование коры выветривания и элювиальных месторождений алмазов в среднепозднетриасовое время. Реликты этих месторождений сохра-

нились на некоторых трубках, например на трубке имени XXIII съезда КПСС в Мало-Ботубинском районе (Харьков, Мельник, 1970). Продукты выветривания переотлагались на протяжении конца триаса и начала юры. Перенос материала происходил на очень небольшие расстояния, главным образом в форме плоскостного, в меньшей степени линейного смыва. Аккумуляция осуществлялась в плоских западинах рельефа, приуроченных к участкам повышенной тектонической трещиноватости, сопряженных с Ангаро-Вилуйской зоной глубинных разломов. Эти замкнутые депрессии тектонического происхождения* протяженностью до 10—20 км испытывали очень медленное незначительной амплитуды прогибание, синхронное осадконакоплению, которое осложнялось мелкими колебательными движениями, сказавшимися в ритмичности строения песчано-алеврито-глинистых осадков озерного генезиса, которые вблизи кимберлитовых трубок содержали и повышенное количество алмазов. Последние концентрировались в базальных, наиболее грубообломочных горизонтах отдельных ритмов, представленных редкогалечными конгломератами и гравелитами олигомиктового состава. Поступление алмазов в озерные осадки происходило из делювиально-пролювиальных шлейфов, спускавшихся с кимберлитовых трубок.

В условиях влажных субтропиков формировались алмазные континентальные отложения позднего мела — раннего палеогена и позднего палеогена — раннего неогена (олигоцен-миоценовые). Эти отложения лучше всего изучены на примере Средне-Мархинского района, располагающегося в области сопряжения Анабарской антеклизы и Вилуйской синеклизы, через которую проходит Ангаро-Вилуйская зона региональных разломов (Плотникова, Кардопольцева и др., 1963).

Отложения верхнего мела — палеогена формировались на широких аллювиальных равнинах в условиях теплого и влажного климата, что обусловило каолинизацию, устойчивый состав обломочного материала и развитие богатой растительности. Верхнемеловые — палеогеновые потоки брали начало на севере в области плато на нижнепалеозойских породах. Выходя из пределов плато на равнину, сложенную юрскими песчано-глинистыми отложениями, они интенсивно меандрирова-

* По данным ряда авторов, образование их связано с карстовыми процессами (Файнштейн, Одинцова, 1960; Файнштейн, 1961; Рожков, Михайлов, Зарецкий, 1963, и др.).

ли, образуя песчано-галечниковую озерно-аллювиальную равнину. Пересекая зону разломов, потоки размывали расположенные там кимберлитовые трубки, на что указывает присутствие в верхнемеловых — палеогеновых галечниках крупных зерен пикроильменита, максимальные концентрации которых сосредоточены вблизи зоны разломов. В олигоцен-миоцене на озерно-аллювиальных осадках верхнемелового — палеогенового возраста сформировалась каолинистая кора выветривания.

После эпохи корообразования произошли неравномерные поднятия района, обусловившие полную перестройку гидрографической сети. Вместо блуждающих неоформленных верхнемеловых — палеогеновых потоков, отлагавших осадки аллювиальной равнины, обособились неширокие слабо врезанные речные долины, разделенные плоскими водоразделами. Увеличилась интенсивность процессов денудации, способствовавших сносу продуктов палеогеновой коры выветривания в речные долины. Последние характеризовались двумя преобладающими направлениями: юго-западным и юго-восточным, предопределенными тектонической трещиноватостью. Общее направление сноса было с северо-северо-запада на юго-юго-восток. В палеогене усилился размыв кимберлитовых трубок, что создало оптимальные условия для концентрации минералов-спутников (и самого алмаза). Источниками алмазов в верхнемеловых — палеогеновых и олигоцен-миоценовых осадках, вероятно, были кимберлитовые трубки, приуроченные к Ангаро-Вилуйской зоне разломов.

Месторождения алмазов, образованные в условиях пене-плена при интенсивных процессах выветривания, характерны преимущественно для платформ. В складчатых областях промышленные месторождения этого типа крайне редки. Однако аналогичные палеогеографические обстановки, существовавшие в дочетвертичные этапы геологического развития складчатых областей, имели существенное значение для образования различных экзогенных месторождений. Так, на западном склоне Северного Урала алмазоносными являются породы верхнего ордовика — полюдовской свиты. Анализ вещественного состава и текстурных особенностей этих отложений свидетельствует об образовании их в континентальных условиях — они представляют аллювиальные осадки (Боровко, 1962; Боровко и др., 1964). Источником обломочного материала являлись в основном древние толщи Полюдова кряжа,

в составе которых имеются предположительно алмазоносные породы ильвовожской и кочешорской свит венд-кембрия.

Образованию алмазоносных пород такатинской свиты де-вона предшествовал перерыв в осадконакоплении и формирование площадной коры выветривания на различных по возрасту и составу породах в условиях теплого гумидного климата.

В такатинское время на территории западного склона Урала и прилегающих частей Русской платформы существовала аллювиальная аккумулятивная равнина. Ориентировка косой слоистости осадков указывает на то, что реки текли преимущественно с запада на восток. Течение рек было замедленным, преобладали процессы боковой эрозии, о чем говорит чередование в разрезе речных отложений с озерными и старичными. Судя по гранулометрическому составу осадков, область сноса имела слабо расчлененный, слегка холмистый рельеф. Отложения образовались главным образом за счет размыва мощных толщ коры выветривания, сформированных в предэйфельское время. Об этом свидетельствует мономиктовый и олигомиктовый состав обломочного материала, с преобладанием обломков устойчивых пород (кварц, кварциты) и минералов. Накопление галечников и образование приуроченных к ним россыпей алмазов связано с начальной фазой развития речных долин, когда скорость течения рек была достаточной для переноса относительно крупного материала и тяжелых минералов (Бекасова, 1970). Особенно благоприятные условия для формирования алмазных россыпей существовали на карстующихся карбонатных породах. Первичными источниками алмазов такатинских отложений, по-видимому, были древние кимберлиты, на что указывает присутствие в составе тяжелой фракции пироба, хромпикотита и оливина (форстерита). Не исключена и возможность поступления алмазов за счет размыва более древних осадочных алмазоносных пород венд-кембрия и ордовика.

Россыпи алмазов приурочены главным образом к рыхлым континентальным отложениям кайнозойского возраста. Но этому основному этапу россыпеобразования предшествовали длительная меловая — палеогеновая эпоха, когда Уральская складчатая область составляла единое целое с Русской платформой, образуя обширную платформенную страну. В течение мелового и палеогенового периодов на Урале существовала суша, вблизи которой располагались морские бассейны, что определило высокое положение базиса эрозии. Вследствие

этого здесь преобладали процессы денудационной планации и формировался пенепплен, образующий полигенетический ряд с аккумулятивными и прибрежно-морскими равнинами. Под воздействием теплого и влажного климата на пенеппленизированной поверхности Урала происходило интенсивное физико-химическое выветривание пород. При отсутствии процессов перемыва выветрелые породы с дезинтегрированным полезным компонентом оставались на местах, образуя так называемые месторождения выветривания, которые были тесно связаны с коренными породами, содержащими алмазы. Эти месторождения имели локальное распространение, ограниченное площадью развития плотных алмазосодержащих пород. В последующие этапы геологического развития Урала месторождения выветривания были размыты и почти полностью уничтожены. Сохранились они на небольших площадях в тех районах, которые по каким-то причинам не подверглись воздействию активных процессов эрозии и денудации в кайнозойское время. К таким площадям относятся участки межгорных депрессий и реликты пенепплена верхнемелового — палеогенового возраста, сохранившиеся на междуречьях. Например, в Белорецкой депрессии известны алмазосодержащие образования меловой — палеогеновой коры выветривания на ордовикских породах; на междуречьях в Красновишерском районе развиты алмазонаосные песчаные отложения, образовавшиеся в результате выветривания пород такатинской свиты.

Тектонически стабильную территорию Урал представлял также в олигоценовое и миоценовое время. В это время на Русской платформе и в Предуралье располагались обширные аккумулятивные равнины, определявшие высокий базис эрозии уральских рек. На территории Урала медленно текущие и сильно меандрирующие реки перемыкали преимущественно рыхлые отложения, образованные в предыдущие эпохи в условиях интенсивного выветривания, о чем свидетельствует мономиктовый состав осадков. Палеогеографическая обстановка, существовавшая в эти эпохи, была благоприятной для образования россыпей, так как в условиях неоднократного перемыка выветрелых пород происходило вымывание легких глинистых и песчаных частиц, концентрация абразивно устойчивых обломков пород и тяжелых минералов, в том числе алмазов. Однако богатые месторождения олигоцен-миоценового возраста немногочисленны.

Иные палеогеографические условия формирования континентальных экзогенных месторождений алмазов существова-

ли в эпоху активизации тектонических движений при интенсивных процессах эрозионного размыва в условиях гумидного холодного и субполярного климатов.

На Сибирской платформе переход от полуаридного, но еще достаточно теплого климата плиоцена к холодному климату четвертичного периода происходил постепенно, что запечатлелось в вещественном составе осадков, в которых наряду с преобладанием высокоустойчивых по отношению к химическому выветриванию обломков пород и зерен тяжелых минералов появляются в ощутимых количествах обломки неустойчивых пород — долеритов, известняков, а также неустойчивых минералов группы пироксена и др. Слабо алмазоносные плиоцен-раннечетвертичные отложения известны в бассейне среднего течения рр. Вилюя, Мархи, Ангары, а на северо-востоке Сибирской платформы — в бассейне р. Молодо и других районах. Источниками алмазов в плиоцен-раннечетвертичном аллювии служат так называемые «водораздельные галечники» — верхнемеловые — палеогеновые, палеогеновые и неогеновые алмазоносные отложения древней речной сети либо промежуточные коллекторы верхнепалеозойского и мезозойского возраста.

Четвертичные аллювиальные алмазоносные отложения в отличие от более древних характеризуются полимиктовым составом обломочного материала и аллотигенных минералов, с преобладанием минералов неустойчивого комплекса, относительное (процентное) содержание которых закономерно увеличивается от древних к более молодым. Вместе с тем в связи с многократным переывом более древних отложений наблюдается неуклонное возрастание содержания тяжелой фракции и накопление абразивно устойчивых тяжелых минералов, таких, как ильменит, магнетит и др. (Плотникова, Кардопольцева и др., 1963), а вместе с ними и алмазов (монография «Алмазные месторождения Якутии»).

Несмотря на прогрессирующее обогащение алмазами все более молодых россыпей, в условиях холодного субарктического климата Восточной Сибири пока неизвестны богатые россыпи, образованные за счет неоднократного переыва бедных источников — коренных и россыпных. Известны только богатые россыпи, сформированные при размыве богатых источников. В этом заключается отличие алмазных россыпей от россыпей благородных металлов, где многократный переыв даже очень бедных источников может дать богатые россыпи (Дьяков, 1960).

В условиях активных тектонических поднятий и гумидного холодного климата происходило формирование четвертичных россыпей алмазов, широко распространенных в складчатой области западного склона Урала. Активные тектонические поднятия, которые испытала эта территория в раннечетвертичное время, обусловили глубокое врезание рек и интенсивное эрозионное расчленение. В глубоко врезанных речных долинах раннечетвертичного возраста образовалась толща песчано-галечно-валунных отложений, которая залегает ниже современных урезов рек или слагает цоколи нижних террас.

Эти осадки прарек отличаются по литологическому составу от современных русловых образований хорошей окатанностью и плохой сортировкой обломочного материала, где наряду с мелкой галькой содержатся крупные валуны. Состав обломочного материала полимиктовый, с преобладанием кварцито-песчаников, кварцитов, кремней над сланцами, карбонатными и другими неустойчивыми породами.

К нижнечетвертичному аллювию приурочены, по всей вероятности, наиболее богатые россыпи алмазов, залегающие ниже урезом рек. Образовались они главным образом за счет интенсивного размыва олигоценых и миоценовых отложений, которые содержали россыпи; следовательно, при последующем перемыве происходило их обогащение. Вероятно, с эпохой раннечетвертичного врезания речной сети связано и заложение логов, расчленяющих склоны долин и вмещающих алмазоносные ложковые россыпи, образованные за счет перемиыва древнего неогенового алмазоносного аллювия. В средне- и позднечетвертичное время на Урале происходила неоднократная смена палеогеографических обстановок, что определялось изменениями климатических условий (чередование межледниковых и ледниковых эпох), а также различной интенсивностью и направленностью эрозионных процессов, которые зависели от неотектонических движений и колебаний уровня базиса эрозии. Наиболее благоприятные условия для образования россыпей были, вероятно, в межледниковые эпохи, когда углублялись долины и формировались отложения преимущественно русловой фации. Русловые песчано-галечно-валунные отложения залегают в нижних частях разрезов отложений, слагающих террасы, и образуют базальные толщи. Мощность их обычно небольшая, но к ним в основном приурочены промышленно ценные россыпи.

В ледниковые эпохи и особенно в эпоху днепровского (максимального) оледенения вследствие активных делюви-

альных и солифлюкционных процессов происходило смещение рыхлых отложений, в первую очередь олигоценых и миоценовых, которые залегают на поверхностях междуречий и в днищах межгорных депрессий. В результате их смещения на склонах депрессий образовались аллювиально-делювиальные россыпи (делювий древнего аллювия), которые являются довольно богатыми при условии большого содержания алмазов в дочетвертичном аллювии. Делювиально-солифлюкционные россыпи, приуроченные к выровненным междуречьям, известны в Колво-Вишерском крае (Степанов, 1966), где они образовались в результате перемещения дочетвертичных алмазоносных отложений. Вместе с тем и здесь наблюдается прогрессирующее обогащение алмазами все более молодых отложений.

Палеогеографические обстановки формирования прибрежно-морских россыпей алмазов

Палеогеографические обстановки формирования прибрежно-морских россыпей алмазов определяются в первую очередь дифференцированными тектоническими движениями в областях сноса и аккумуляции и, в меньшей степени, климатом. Тектонические поднятия в области сноса обеспечивают условия для транспортировки алмазоносного материала из глубин континента на побережье морей и океанов. Тектоническим поднятиям в области сноса может предшествовать эпоха тектонической стабильности, в продолжение которой в благоприятных климатических условиях формируются коры выветривания. Наилучшая обстановка для образования прибрежно-морских россыпей в области аккумуляции создается при относительной тектонической стабильности этой территории, обуславливающей постоянство положения береговой линии в течение длительного времени.

При таких тектонических условиях в аридном климате формировались наиболее богатые и широко распространенные прибрежно-морские россыпи на побережье Атлантического океана в юго-западной Африке и Малом Намакваленде, где в течение длительного времени (от палеогена до наших дней) подвергались переработке деятельностью прибоя, приливов и отливов, морских течений алмазосодержащие осадки баров и отмелей, образованных выносами «сухих» рек. Расстояние разноса алмазов береговыми потоками наносов до-

стигает здесь 400 км по направлению от устья р. Оранжевой к северу. В связи с новейшими тектоническими поднятиями территории часть сформировавшихся прибрежно-морских россыпей была поднята на различную высоту и образовала россыпи морских террас. Наряду с поднятиями, видимо, имели место и погружения отдельных блоков, с чем, по всей вероятности, связаны находки алмазов в бухте Людериц и на о-ве Провидения. Кроме того, на шельфе юго-западной Африки вблизи устья р. Оранжевой за счет размыва морскими течениями дельтовых отложений образовались морские россыпи (Трофимов, 1967).

На территории СССР известные алмазосодержащие прибрежно-морские отложения не имеют практического значения.

На Сибирской платформе в юрских отложениях плинсбахского, кельвейского и нижнего волжского ярусов в ряде пунктов установлена рассеянная алмазоносность, приуроченная к маломощным прибрежно-морским отложениям, представленным конгломератами и гравелитами. Алмазоносные прибрежно-морские осадки плинсбахского яруса развиты на большом протяжении и в общем совпадают с областью сопряжения Анабарской антеклизы с Лено-Анабарским и Приверхоанским прогибами и Вилуйской синеклизой. Они формировались в условиях умеренно теплого гумидного климата. Здесь выделяется два типа палеогеографических обстановок, в которых концентрировались алмазы в прибрежно-морских отложениях второй половины плинсбахского века. Один тип свойствен северо-восточной части Сибирской платформы. Алмазы выносились в прибрежную зону эпиконтинентального плинсбахского моря постоянно текущими реками из кимберлитовых тел, отстоящих на 100—200 км к западу и юго-западу от берега моря и располагавшихся в области Оленекского, Куойско-Далдынского и Мунского поднятий.

Источниками алмазов могли служить среднепалеозойские алмазоносные кимберлиты. Береговая линия моря была сравнительно ровной, вследствие чего разнос алмазов береговыми потоками наносов происходил на значительные расстояния от устьев рек.

Наибольший интерес представляют конгломераты регрессивной серии, что обусловлено, во-первых, длительным стабильным положением береговой линии во время регрессии, во-вторых, быстрым захоронением россыпей мелководными осадками тоарского моря. Кроме кимберлитовых тел дополнительным источником поступления алмазов в конгломераты

регрессивной серии являлись слабо алмазоносные породы трансгрессивной серии.

Иные палеогеографические условия формирования алмазосодержащих прибрежно-морских отложений второй половины плинсбахского века существовали в центральной части Сибирской платформы (в Мало-Ботуобинском районе). Здесь в это время был мелководный морской залив с архипелагом мелких островов. На некоторых из этих островов среди нижнепалеозойских пород располагались прорывающие их кимберлитовые трубки. Большое количество островов, изрезанность их береговой линии не способствовали дальнейшему разносу кластического материала; он образовался за счет размыва берегов и концентрировался здесь же в небольших заливах и бухтах, главным образом на «наветренной» стороне острова. ~~В то же время в северной и центральной части Урала, предположительно алмазосодержащие породы~~ ^{В то же время в Анабарском районе (в зоне сопряжения Анабарской антеклизы с Анабаро-Ленским прогибом).}

В условиях умеренного гумидного климата формировались и бедные россыпи, приуроченные к позднеюрским прибрежно-морским осадкам нижнего волжского яруса в северо-восточной части Сибирской платформы (Прокопчук, 1960). Накоплению алмазов в нижеволжских отложениях предшествовала локального значения эпоха образования коры выветривания в кимеридж-оксфордское время (Прокопчук, 1965). Алмазы приурочены к маломощным базальным гравелитам и конгломератам «фосфатного» шельфа, а также пляжевым и дельтовым конгломератам.

Преимущественно в прибрежно-морских условиях или на прибрежных континентальных равнинах происходило накопление осадков, которые на Урале выделяются как установленные или предположительно алмазосодержащие породы допалеозойского и палеозойского возраста. Несмотря на значительные временные различия, палеогеографические обстановки осадконакопления характеризуются большим сходством. Так, предположительно алмазосодержащие породы зигальгинской свиты рифея образовались в прибрежно-морских зонах и на прилегающих континентальных равнинах при поднятиях в области сноса, которым предшествовало длительное тектонически стабильное положение последней и интенсивное выветривание пород. Об этом свидетельствует состав тяжелой фракции пород зигальгинской свиты, для которой характерно большое содержание наиболее устойчивых минералов — цир-

кона, магнетита, рутила, турмалина. В составе минералов были найдены светлоокрашенные гранаты пироп-альмандинового ряда; это дает основание предполагать, что при образовании осадков зигальгинской свиты происходил размыв магматических пород типа кимберлитов (Смирнов, 1965). В сходных условиях происходила аккумуляция алмазосодержащих пород тюшевской свиты венд-кембрия, которые представляют прибрежно-морские осадки, причем областями сноса были восточная зона Русской платформы и Урал.

Своеобразные палеогеографические условия существовали в эпоху накопления осадков ашинской серии венд-кембрия. В это время на обширной территории западного склона Урала и прилегающей восточной части Русской платформы располагался обширный морской бассейн, причем формирование осадков на восточной окраине этого бассейна происходило в прибрежно-морских условиях при двустороннем сносе обломочного материала как из центральной части Урала, так и с Русской платформы (Нестеренко, 1964).

Предположительно к алмазонасным относятся некоторые горизонты ильвовожской и кочешорской свит ашинской серии, развитые на Северном Урале (Боровко и др., 1964). Эти породы характеризуются горизонтальной и мелкой косою слоистостью, наличием знаков волновой ряби. Обломочный материал хорошо окатан и сортирован. В цементе песчаников содержится большое количество глауконита. Все эти признаки свидетельствуют о прибрежно-морском генезисе осадков, хотя некоторые горизонты в составе этих отложений, представленные терригенными грубообломочными породами, несомненно являются континентальными.

На Урале алмазы найдены также в отложениях ордовика. Эпохе ордовикского осадконакопления предшествовал длительный этап континентального перерыва в осадконакоплении, о чем свидетельствует залегание ордовикских отложений с резким структурным и стратиграфическим несогласием на более древних подстилающих породах. Раннеордовикские отложения состоят исключительно из терригенных осадков — конгломератов, гравелитов, песчаников и алевролитов; в основании толщ обычно лежит слой базальных конгломератов, которые содержат обломки подстилающих пород. Кроме базальных, выделяются и внутриформационные прослои конгломератов, отличающиеся мономиктовым — кварцевым или олигомиктовым кварц-кварцитовым составом. В тяжелой фракции конгломератов преобладают циркон, хромшпинелид,

лейкоксен, ильменит, магнетит и рутил. Тектурные особенности раннеордовикских отложений указывают на прибрежные и мелководно-морские условия осадконакопления в миогеосинклинальной области. О прибрежно-морских условиях свидетельствует грубозернистость пород, косая слоистость, обилие фаунистических остатков. Области сноса служили Русская платформа и островные поднятия на Урале. С обломочным материалом, поступающим с запада, по всей вероятности, связано и наличие алмазов, найденных в конгломератах нижнего ордовика (тельпосская свита) на Среднем Урале и Пай-Хое.

Таким образом, из двух типов палеогеографических обстановок, при которых формируются алмазные россыпи, наибольшее значение имеют континентальные; при них, с одной стороны, в тектонически стабильных областях в условиях жаркого гумидного или аридного климата формируются месторождения выветривания на первичных алмазосодержащих породах, имеющие как самостоятельное значение, так и являющиеся источником алмазов для россыпей иных генетических типов. С другой стороны, в континентальных условиях при тектонической активности территории в любых климатических условиях в результате многократного перемыва образуются богатые россыпи, главным образом аллювиальные. Прибрежно-морские обстановки имеют подчиненное значение. Богатые россыпи, формирующиеся в прибрежно-морских условиях, известны пока только в странах жаркого аридного климата.

Связь экзогенных месторождений алмазов с рельефом

По своей природе экзогенные (россыпные) месторождения алмазов теснейшим образом связаны с рельефом, который образуется в результате взаимодействия эндогенных и экзогенных факторов. К эндогенным факторам, определившим формирование крупных черт современного рельефа, относится геологическое строение — тектонические структуры и литология пород, пассивно отражающиеся в рельефе, а также древние и новейшие (неоген-четвертичные) тектонические движения, определяющие направление рельефообразующих процессов. Основным экзогенным фактором, обуславливающим моделировку рельефа, является комплексная денудация. Здесь рассмотрены только главные рельефообразующие фак-

торы, оказывающие наибольшее влияние на формирование и размещение россыпей алмазов.

Влияние литологического фактора в рельефообразовании определяется общим характером залегания пород. На платформах, осадочному чехлу которых свойственно пологое или горизонтальное залегание пород, развивается денудационный и аккумулятивный рельеф плато, плоскогорий и равнин. Возвышенные части рельефа сложены наиболее устойчивыми породами, к которым принадлежат породы трапповой формации, образующие столовые горы. Складчатые области характеризуются горным рельефом; при этом линейной ориентировке складчатых структур отвечает чередование линейно расположенных хребтов или гряд и межгорных депрессий, что связано с препарировкой пород различной литологической устойчивости. Возвышенные элементы рельефа сложены преимущественно плотными породами, в составе которых могут быть и алмазосодержащие терригенные толщи — кварциты, песчаники, являющиеся источниками поступления алмазов в россыпи. Карстующиеся карбонатные породы образуют пониженные зоны — межгорные впадины и депрессии, в которых происходит аккумуляция рыхлых отложений и россыпей.

подавляющая часть экзогенных месторождений алмазов как у нас в стране, так и за рубежом, приурочена к площадям распространения известняков, доломитов и других разновидностей карбонатных пород. Основной причиной является подверженность этих пород действию карстовых процессов, способствующих образованию крупных депрессий, польез, воронок и других отрицательных форм карстового рельефа, служащих своеобразными геоморфологическими ловушками, в которых накапливается рыхлый обломочный материал, содержащий алмазы. Кроме того, карбонатные породы при воздействии денудационных процессов в условиях умеренного или теплого климата являются малоустойчивыми, что обуславливает значительную ширину древних долин. Классический пример приуроченности алмазных россыпей к крупным депрессиям, выработанным в карбонатных породах, дает западный склон Среднего и Северного Урала, где алмазоносные россыпи кайнозойского возраста группируются в виде двух полос, приуроченных к карбонатным породам ордовика (восточная полоса), среднего и верхнего палеозоя (западная полоса). В карстовых полостях и воронках, осложняющих цоколь высоких террас рек западного склона Среднего Урала, аккумулируется часть палеогеновых и неогеновых аллюви-

альных россыпей. Часть делювиальных россыпей западного склона Среднего Урала, формирующихся при смещении по склонам древнего — палеогенового и неогенового — аллювия, также залегает в карстовых понижениях. Часто карстовые полости являются вмещителем богатых делювиальных месторождений, например россыпи района Бакванга в Республике Заир, россыпи юго-западного Трансваала, образующиеся за счет сноса дождевыми водами и переотложения в карстовые воронки отложений «сухих» рек.

На территориях, характеризующихся субарктическим климатом и сплошным развитием многолетней мерзлоты, к которым принадлежит большая часть Сибирской платформы, в четвертичный период карстовые процессы либо совсем не происходили, либо протекали в сильно ослабленной форме. В более древние эпохи они также протекали неинтенсивно в связи с сильной глинистостью карбонатных пород. В этом случае, вероятно, благоприятную роль играла трещиноватость карбонатных пород, обусловившая их интенсивный размыв и, кроме того, просадку алмазов в трещины.

Структурный фактор играет большую роль в формировании рельефа. На платформах большинство древних структур первого порядка находят прямое отражение в рельефе — антеклизам отвечают повышенные части плато и плоскогорий, синеклизам — равнины. Значительно реже случаи инверсии рельефа. Так, например, северным частям Тунгусской синеклизы на Сибирской платформе соответствуют, по данным И. И. Краснова и С. Ф. Козловской, повышенные участки плато и плоскогорий; структуры второго порядка типа Ботубинского вала и Мунского поднятия не отражены в рельефе в виде возвышенностей и т. д.* Современный рельеф складчатых областей также отражает сложно построенные складчатые структуры. В большинстве случаев антиклинальные зоны выступают в виде положительных форм, а к синклинальным приурочены понижения и депрессии. Примером прямого отражения в рельефе геологической структуры является Главная меридиональная депрессия западного склона Урала, связанная с синклинальной структурой (Краснов, 1948). Такое отражение в рельефе крупных древних платформенных и складчатых структур имеет большое значение для формирования алмазоносных россыпей, так как определяет унаследо-

* Геология Сибирской платформы (кол-в авторов; ред. И. И. Краснов, М. Л. Лурье, В. А. Масайтис). М., «Недра», 1966.

ванность областей сноса и аккумуляции рыхлого алмазоносного материала на протяжении длительного времени.

Отражение элементов дизъюнктивной тектоники в рельефе. Как в платформенных, так и в складчатых областях наблюдается отражение в рельефе элементов дизъюнктивной тектоники, проявляющееся главным образом в ориентированном плане речной сети. Для западного склона Урала и Приуралья это было замечено еще В. А. Апродовым, отметившим правильное параллельное и перпендикулярное расположение речной сети, связываемое им с трещиноватостью пород (Апродов, 1948). На платформах, как показал анализ плана гидросети Сибирской платформы, ориентированный рисунок гидросети отражает как мелкую густую трещиноватость пород осадочного чехла платформы, так и сеть контракционных трещин в породах трапповой формации, а также крупные прямолинейные разломы, протягивающиеся на десятки и сотни километров (Плотникова, 1955; Милашев, 1958; Воронов, Кулаков, 1958; Краснов, Козловская, 1966 *, и др.).

Установление связи направлений речных долин с ориентировкой трещиноватости является очень важным для поисков погребенных аллювиальных россыпей алмазов, так как в ряде случаев выявлена унаследованность направлений современных речных долин, вмещающих алмазоносные россыпи, от древних. Но действительно и обратное положение: зная направление современных алмазоносных долин и ориентировку трещиноватости, можно использовать этот признак для поисков погребенных россыпей.

Влияние тектонических движений. Геологическое строение субстрата — литология, структуры и элементы дизъюнктивной тектоники, хотя и обуславливают главные черты рельефа, но находят в нем лишь пассивное отражение. Активизацию или ослабление процессов денудации и аккумуляции, которые являются основными в образовании наиболее широко распространенных мезозойских и кайнозойских россыпей, определяют, главным образом, тектонические движения.

При различных соотношениях тектонических движений и экзогенных процессов формируется разнообразный по гене-

* Геология Сибирской платформы (кол-в авторов; ред. И. И. Краснов, М. Л. Лурье, В. А. Масайтис). М., «Недра», 1966.

зису рельеф. При ослаблении активности тектонических движений развитие рельефа происходит под преимущественным воздействием процессов плоскостной денудации. В это время формируются обширные пенемены, на которых происходит образование коры выветривания, вмещающей аллювиальные россыпи алмазов (месторождения выветривания) на коренных первичных алмазосодержащих породах или на древних вторичных осадочных и метаморфизованных осадочных.

Россыпные месторождения алмазов приурочены также к разновозрастным полигенетическим поверхностям выравнивания, образование которых связано с неоднократным чередованием эпох тектонического покоя и тектонической активности. Россыпи, располагающиеся на полигенетических поверхностях выравнивания, связаны главным образом с отложениями аллювиальных равнин, аллювиально-озерными, пролювиально-делювиальными образованиями и прибрежно-морскими осадками, формирующимися в условиях, когда процессы эрозионного сноса были ослаблены. Это способствовало выравниванию рельефа и аккумуляции осадков и связанных с ними россыпей в озерах или в русловых фациях медленно текущих, сильно меандрирующих многоруловых рек и в прибрежных зонах эпиконтинентальных морей. Существенных концентраций алмазов в россыпях, формирующихся на поверхностях выравнивания, как правило, не создавалось. Примером служат бедные палеогеновые, неогеновые и плейстоценовые россыпи «сухих» рек в Юго-Западном Трансваале, убогие верхнемеловые — раннепалеогеновые, олигоцен-миоценовые и плиоценовые россыпи междуречья Мархи и Тунга в Западной Якутии, бедные прибрежно-морские и шельфовые россыпи юрского возраста на северо-востоке Сибирской платформы. Исключение представляют россыпи Красновишерского района западного склона Северного Урала, сохранившиеся в карстовых депрессиях на олигоцен-миоценовой поверхности выравнивания.

При увеличении активности тектонических движений происходит интенсивное эрозионное расчленение рельефа, перемыв и переотложение рыхлых покровных отложений и формирование россыпей, приуроченных главным образом к речной сети. С этим процессом связано формирование наиболее обогащенных россыпей алмазов, например делювиальных россыпей Юго-Западного Трансвааля, залегающих в карстовых воронках и имеющих источником отложения «сухих» рек, богатых русловых россыпей Южной, Юго-Западной Африки

и Бразилии, террасовых и русловых четвертичных россыпей Средне-Мархинского района Западной Якутии, западного склона Северного и Среднего Урала и др.

Своеобразные условия для возникновения россыпей алмазов создавались в зонах сопряжения областей, испытывающих неотектонические движения разного знака. Области, испытывающие тенденцию к устойчивому поднятию, являлись площадями преобладающего сноса; области, отстающие в поднятиях или погружающиеся, — участками аккумуляции маломощных осадков.

Особо следует остановиться на вопросе о соотношении неотектонических движений с древними тектоническими движениями. Неотектонические движения, как правило, наследуют направленность более древних движений. Так, например, на Сибирской платформе, согласно данным И. И. Краснова и С. Ф. Козловской, намечаются: 1) области с тенденцией к устойчивым поднятиям, с конца мезозоя, соответствующие антеклизам; 2) области, испытывающие преимущественное погружение с середины мезозоя (синеклизы, краевые и наложенные прогибы).

Отмеченная унаследованность неотектонических движений от древних обуславливает в ряде случаев пространственное совмещение зон экзогенной алмазоносности с некоторым сдвигом их в сторону отрицательных структур в силу увеличения интенсивности поднятий в неотектонический этап и вследствие этого обеспечивает условия для неоднократного перемива более древних алмазоносных россыпей и обогащения более молодых.

В складчатых областях соотношение неотектонических движений с древними носит более сложный характер, хотя в ряде случаев также наблюдается унаследованность.

Влияние склоновых процессов. При разных соотношениях эндогенных и экзогенных факторов интенсивность и направленность разнообразных россыпеобразующих процессов различна. Рассмотрим некоторые из них — такие, как склоновые процессы, эрозионные и др. В условиях относительной тектонической стабильности наряду с процессами выравнивания рельефа и формирования элювия на эндогенных месторождениях алмаза и промежуточных коллекторах происходит денудация продуктов выветривания и возникают элювиально-делювиальные и делювиальные россыпи, имеющие самостоятельное практическое значение (делювиальные россыпи Юго-Западного Трансвааля, западного склона Сред-

него Урал, делювиально-солифлюкционные россыпи Западной Якутии).

При активизации тектонических движений склоновые процессы в основном способствуют транспортировке обломочного материала с сильно разубоженным содержанием алмазов к базису денудации, где под действием флювиальных процессов происходит его переработка и обогащение в аллювиальных россыпях.

Роль эрозионного фактора. Речная сеть платформенных и складчатых областей в близком к современному виде сформировалась в основном к концу плиоцена, причем направление ее было predeterminedо тектонической трещиноватостью и ориентировкой складчатых структур, а также орографическим наклоном местности, обусловленным неотектоническими движениями крупных регионов в сочетании с древними движениями.

Наиболее важные в практическом отношении россыпи алмазов приурочены именно к речным долинам, в бассейнах которых развиты либо эндогенные месторождения алмазов, либо более древние алмазоносные породы, являющиеся вторичными источниками.

Эрозионно-аккумулятивные процессы, протекающие на фоне неотектонических поднятий, способствуют многократному перемишу и переотложению алмазоносного материала и прогрессирующему обогащению все более молодых аллювиальных россыпей.

Глубина денудационного среза. С рельефообразующими процессами тесно связана и глубина денудационного среза эндогенных месторождений алмазов и промежуточных коллекторов, имеющая столь важное значение для формирования алмазоносных россыпей. Она определяется подсчетом мощностей осадков, уничтоженных денудацией в области сноса, или мощностей коррелятивных отложений в областях аккумуляции.

При определении глубины денудационного среза кимберлитовых тел следует иметь в виду, что в отличие от рудных месторождений, связанных с интрузивными телами иных (не кимберлитовых) магматических формаций, алмазоносные кимберлитовые трубки не обладают горизонтальной и вертикальной эндогенной зональностью. Поэтому, с точки зрения формирования россыпей, особую важность приобретают особенности распределения алмазов в теле трубки; последнее, по

данным большинства исследователей, в магматической связующей массе кимберлитов равномерно.

Таким образом, глубина денудационного среза кимберлитов влияет лишь на количество алмазов, вынесенных в россыпи, и определена она может быть, исходя из стратиграфического разреза, возраста кимберлитовых тел, их размеров, знака и амплитуды тектонических движений. Кроме того, представление о глубине эрозионного среза дает также форма кимберлитовых тел. Сохранность раструба трубки говорит о небольшой величине денудационного среза, наличие даек, служащих подводными каналами, — о значительной.

Подсчеты величины денудационного среза кимберлитовых тел Западной Якутии, проведенные рядом авторов, дают цифру от 200—400 до 500—700 м (Рожков, Михалев, Зарецкий, 1963; Михайлов, Гридасов, 1963; Леонов, Прокочук, Орлов, 1966). Однако с учетом того, что подавляющая часть трубок относится к неалмазоносным или слабо алмазоносным кимберлитам мезозойской формации и что известны кимберлитовые тела, которые в кайнозойский этап вообще не были выведены на дневную поверхность (ряд трубок Далдыно-Алакитского района Западной Якутии, погребенных под толщей осадочных пород верхнего палеозоя и силлами траппов; некоторые трубки Мало-Ботуобинского района, перекрытые юрскими отложениями), алмазы в россыпи попадают за счет размыва очень небольшой части кимберлитовых тел.

В складчатых областях алмазы поступают в россыпи преимущественно из базальных горизонтов пород — древних промежуточных коллекторов, поэтому необходимо, чтобы глубина денудационного среза была достаточной для вскрытия этих горизонтов.

Особенности вещественного состава экзогенных месторождений алмазов

При всем разнообразии геологического строения и состава пород, в результате размыва которых формируются экзогенные месторождения алмазов в разных геоструктурных областях земной коры, вне зависимости от принадлежности к тем или иным генетическим типам, им свойственны общие особенности вещественного состава, благоприятные для концентрации алмазов и служащие косвенными критериями при прогнозировании и поисках россыпей. Эти особенности обусловлены физическими свойствами самого алмаза, его алло-

тигенным происхождением в россыпях, составом отложений, вмещающих россыпи, характером материнских алмазосодержащих пород и т. д.

Общей особенностью россыпей алмазов является прежде всего их связь с грубообломочными породами: галечниками, конгломератами, гравелитами. Эти породы могут относиться к различным генетическим типам и формироваться в разных фациальных условиях, но для их образования необходимо наличие поднятий в областях сноса, что приводит к усилению процессов комплексной денудации. Такие условия обычно имеют место в начале крупных циклов осадконакопления, что определяет положение алмазных россыпей в основании терригенных толщ.

Приуроченность алмазных россыпей к грубообломочным породам связана, помимо поднятий в областях сноса, с динамикой накопления наносов; последняя пока удовлетворительно объяснена только для аллювиальных россыпей. Алмазы совместно с другими тяжелыми минералами перемещаются в зоне максимальных скоростей, характерных для стрежневой части потока, в которой транспортируется и наиболее грубообломочный материал аллювия. Вместе с тем грубообломочный материал в ходе его перемещения испытывает в водном потоке колебательные движения различного периода, что приводит к просаживанию тяжелых минералов в приплотиковые горизонты (Разумихин, 1960).

Алмазы содержатся и в мелкозернистых породах; так, например, они выделены при обогащении титаноносных неогеновых прибрежно-морских песков Приднепровья и Побужья, современных пляжевых песков северного побережья Азовского и Черного морей, палеогеновых титаноносных песков Казахстана (Кашкаров, Полканов, 1965; Бобривич и др., 1970). Однако размер их в песках настолько мал, что практического значения они иметь не могут.

Впервые особенности вещественного состава россыпей были установлены А. А. Кухаренко при изучении алмазоносных месторождений западного склона Среднего Урала; позднее они получили подтверждение и при изучении россыпей алмазов на Сибирской платформе.

По вещественному составу среди россыпей алмазов могут быть выделены две большие группы. Одни россыпи формировались в условиях тропического или субтропического гумидного и аридного климата за счет размыва мощных кор хими-

ческого выветривания либо претерпели выветривание после своего образования. Они характеризуются упрощенным составом обломочного материала и минералов тяжелой фракции, представленных преимущественно химически стойкими компонентами. В составе обломков преобладают высокоустойчивые породы и минералы: кварц, кварцит, кремни; при этом кварц часто приобретает хрупкость и рассыпается при прикосновении; на обломках кремней наблюдаются обеленные корочки выветривания. Обломки малоустойчивых пород: гранитов, габбро, диабазов, базальтов, туфов базальтов и других — отсутствуют. Иногда они замещаются глинистыми продуктами выветривания, рассыпающимися при прикосновении. Для минерального состава тяжелой фракции таких россыпей характерны: циркон, турмалин, альмандин, ильменит, лейкоксен, хромшпинелид и другие устойчивые и высокоустойчивые аллотипные минералы, а также аутигенные минералы, образование которых связано с процессами, происходящими в зоне гипергенеза, — вад, псиломелан, лимонит и др. В заполняющем веществе алмазоносных галечников и конгломератов присутствуют каолинит, монтмориллонит и другие глинистые минералы, формирующиеся за счет химического разложения силикатов.

Процессы выветривания, уничтожающие значительную часть неустойчивых компонентов обломочных пород и обуславливающие высвобождение минералов тяжелой фракции, благоприятствуют обогащению россыпей полезными компонентами, в том числе алмазами. Поэтому преобладание в составе галечников, конгломератов и гравелитов обломков устойчивых пород, а в составе тяжелой фракции — устойчивых минералов является благоприятным признаком при поисках алмазоносных россыпей этой группы.

Вторая группа россыпных месторождений алмаза характеризуется полимиктовым составом обломочного материала и минералов тяжелой фракции. Образование их происходило в условиях умеренного или холодного климата, как гумидного, так и аридного, на фоне активных тектонических поднятий, вызывающих усиление процессов денудации, морской абразии и глубокий врез речной сети. Эти процессы, с одной стороны, вызывают усиленный размыв наряду с алмазосодержащими «пустых» пород, обломки которых разубоживают россыпи. С другой стороны, они способствуют выведению на дневную поверхность коренных первичных и вторичных источников алмазов, образованию рыхлых отложений и многократному их

перемыву, что является благоприятным для формирования богатых россыпей.

Россыпи этого типа отличаются пестрым составом обломочного материала и минералов тяжелой фракции, среди которых неустойчивые по отношению к выветриванию компоненты преобладают над устойчивыми. В составе обломков пород доминируют долериты, базальты, диабазы, граниты, сланцы, песчаники, известняки и др.; среди минералов тяжелой фракции основную часть составляют минералы группы пироксена, эпидота и амфибола. Глинистые минералы представлены большей частью гидрослюдой.

Основную массу россыпей этого типа, наиболее распространенных на территории СССР, составляют четвертичные аллювиальные россыпи. Благоприятным признаком, указывающим на возможность повышенных концентраций в четвертичных аллювиальных россыпях алмазов, является, во-первых, преемственность их от состава дочетвертичных алмазосодержащих пород, которыми могут быть как коренные первоисточники алмазов, так и промежуточные коллекторы различного возраста. Другой признак повышенной алмазности отложений — прогрессирующее увеличение содержания тяжелой фракции с каждым новым циклом перемыва, обычно достигающее апогея в русловых россыпях или русловых фациях пойменных террас. При этом происходит накопление абразивно устойчивых минералов и в том числе алмаза.

Наряду с отмеченными общими особенностями вещественного состава, служащими косвенными критериями перспектив алмазности, выделяются отличительные особенности минерального состава тяжелой фракции, непосредственно указывающие как на перспективы россыпной алмазности, так и на состав материнских алмазосодержащих пород, являющихся источниками алмазов в россыпях. К их числу относится присутствие в россыпях самого алмаза или минералов, являющихся его парагенетическими спутниками. Для констатации алмаза в россыпях шлиховой метод непригоден; необходима постановка в значительном объеме опробовательских работ, минералы-спутники могут быть выявлены путем обычного шлихового опробования.

К числу минералов-спутников алмаза по кимберлитам относятся: пироп, пикроильменит, хромдиопсид, хромшпинелид, своеобразный бурый циркон, перовскит и др. Наиболее распространенными из них являются пироп и пикроильменит, легче диагностируемыми — пироп и хромдиопсид (Сарсад-

ских, 1958). Пикроильменит в мелких зернах с трудом поддается диагностике, но в крупных зернах (а крупность их вблизи от кимберлитовых трубок достигает иногда 8—15 мм) может быть легко опознан.

Минералы-спутники по кимберлитам широко распространены на платформах, в частности на Сибирской, где они встречаются в большом количестве, особенно вблизи кимберлитовых трубок. Кроме того, они обнаружены, хотя и в гораздо меньшем числе, в экзогенных месторождениях и в осадочных толщах, содержащих алмазы, в складчатых областях, переживших платформенную стадию развития, например на западном склоне Урала и на Тимане.

Однако повышенные концентрации минералов-спутников, их значительный размер (средний вес зерен) и хорошая сохранность, указывающие на небольшой перенос от источников, не всегда свидетельствуют о богатстве россыпей алмазов и, напротив, их низкое содержание и мелкие размеры — об их бедности. Количество минералов-спутников алмаза в россыпях зависит от ряда причин, в том числе от их содержания в кимберлитах, расстояния от трубок, геоморфологических и гидродинамических условий их осадения и т. д. Известны кимберлитовые тела, в которых при высоких концентрациях алмазов содержание минералов-спутников сравнительно невелико, поэтому они даже в россыпях, расположенных в непосредственной близости от трубок, встречаются в небольшом количестве.

Весьма распространены кимберлитовые трубки (в особенности это относится к мезозойским кимберлитам Сибирской платформы) неалмазоносные или слабо алмазоносные, содержащие большое количество пироба, пикроильменита и других минералов, считающихся парагенетическими спутниками алмазов. В рыхлых отложениях, формирующихся при размыве таких кимберлитов, алмазы будут встречены в небольших количествах, а минералы-спутники — в заметных концентрациях. Минералы-спутники менее устойчивы, чем алмаз, к процессам химического выветривания и механического переноса, вследствие чего при длительном воздействии процессов химического выветривания, транспортировке на большие расстояния или многократном перемыве алмаз может «растерять» своих парагенетических спутников.

Могут, наконец, иметь место такие случаи, когда алмазы и минералы-спутники, ассоциирующиеся в россыпях, связаны с разновозрастными кимберлитовыми трубками. Такое пред-

положение высказано О. Г. Салтыковым (1968) в отношении россыпей северо-востока Сибирской платформы. В этом районе алмазы в русловых россыпях, далеко отстоящих от первоисточников, видимо, связаны с размывом промежуточных коллекторов верхнепалеозойского возраста, куда алмазы попали из алмазоносных среднепалеозойских кимберлитов, источником же минералов-спутников, вероятно, служат неалмазоносные мезозойские кимберлиты.

Спутниками алмаза по месторождениям дунит-перидотитового типа служат платиноиды, хромшпинелиды, оливин и другие минералы. Они постоянно встречаются в россыпях Австралии, о-ва Калимантан, а также на западном склоне Среднего Урала и Тимана, что в свое время дало повод считать источниками алмазов в россыпях Урала и Тимана породы габбро-перидотитовой формации (Трофимов, 1939, 1940, 1947; Кухаренко, 1955). В настоящее время большинство исследователей склоняются к мнению о связи уральских алмазов с кимберлитами (Вербицкая, Гапеева, 1959; Беккер, Бекасова, Ишков, 1970; Смирнов, 1965, и др.).

ЛОКАЛЬНЫЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ РАЗМЕЩЕНИЯ ЭКЗОГЕННЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ АЛМАЗОВ

Локальные закономерности размещения экзогенных месторождений алмазов определяются в первую очередь условиями образования различных генетических типов континентальных и прибрежно-морских отложений, которые, в свою очередь, зависят от тектоники, литологического состава субстрата и вмещающих отложений, климата, эрозионных, склоновых карстовых и иных процессов.

Элювиальные россыпи. Образование этих месторождений обусловлено процессами физического и химического выветривания пород. В условиях жаркого и влажного климата преобладают процессы химического выветривания, под воздействием которых при длительном стабильном тектоническом режиме формируются мощные толщи кор выветривания, с которыми связаны россыпные месторождения выветривания. В результате воздействия процессов химического выветривания плотные первичные алмазосодержащие породы, такие, как кимберлиты, превращаются в глинистые образования («желтая» и «голубая» земля), имеющие мощность до нескольких десятков метров. В коре выветривания кимберлитов почти все пороодообразующие минералы превращаются в глинистые и сохраняются только наиболее устойчивые из ак-

цессориев, в том числе и алмазы. Процесс высвобождения алмазов при дезинтеграции плотных коренных пород является важным в образовании экзогенных месторождений, так как он определяет сохранность кристаллов и подготавливает почву для последующего поступления их в делювиальные, аллювиальные, прибрежно-морские и другого происхождения россыпи. Алмазоносные месторождения выветривания наиболее распространены в экваториальной Африке, где они образовались в условиях тропического климата на кимберлитовых породах. Эти месторождения имеют небольшие размеры, которые обусловлены площадью выхода на поверхность кимберлитовых трубок. Мощность их, определяющаяся глубиной проникновения процессов выветривания, часто значительная. Содержание алмазов в месторождениях выветривания полностью определяется содержанием их в кимберлитах. Примером месторождений выветривания может служить синяя и желтая земля на трубках Премьер, Ягерсфонтейн, Кимберлей и др. в Южной Африке (Wagner, 1909). Аналогичные образования известны на кимберлитах в Западной Якутии, где они имеют предположительно средне-верхнетриасовый возраст (Харьков и др., 1969).

Месторождения выветривания могут образоваться также на сцементированных или метаморфизованных осадочных породах, которые являются вторичными источниками алмазов. Пространственное положение россыпных месторождений алмазов, связанных с корой выветривания осадочных и метаморфизованных осадочных пород, зависит от условий залегания и площадного распространения коренных пород. Они могут представлять полосы, вытянутые согласно простиранию складчатых структур, или изометрические площади. Содержание алмазов в этих россыпях определяется количеством их в коренных породах.

В условиях аридного континентального климата, характеризующегося резкими суточными и сезонными колебаниями температур, обуславливающими интенсивное развитие процессов физического выветривания, образуются месторождения элювиального генезиса, которые могут формироваться не только на равнинах и плато, но и на вершинах хребтов в гольцовой зоне, где имеются хотя бы небольшие площадки, способствующие задержанию обломочного материала. Такие условия существуют в арктической и субарктической зонах, в пустынях и областях гольцовой денудации. В этих случаях элювиальные россыпи сложены щебенчатыми, глинисто-

щебенчатыми, песчано-щебенчатыми и глыбовыми образованиями, контуры которых повторяют границы распространения невыветрелых алмазосодержащих пород. В отличие от месторождений, связанных с корами химического выветривания, содержание алмазов в этих образованиях является более низким, чем в коренных алмазосодержащих породах, в связи со слабой дезинтеграцией пород и неполным высвобождением алмазов. К россыпям этого типа относятся элювиальные россыпи на трубках Алаakit-Далдынского района Западной Якутии (Рожков, Михалев и др., 1967).

Группа делювиальных россыпей приурочена к склоновым образованиям, которые формируются в результате смещения обломочного материала по склонам. Следует различать несколько типов склоновых образований.

Коллювиальные образования — это скопления обломочного материала на склонах и у их подножья в горах, переместившиеся под влиянием силы тяжести и морозного сдвига. Они представлены крупноглыбовыми и глыбово-щебенчатыми образованиями. Коллювиальные образования неблагоприятны для размещения россыпей, так как в них не происходит высвобождение алмазов из плотных пород и нет благоприятных условий для их осаждения.

Солифлюкционные образования формируются преимущественно в полярных и высокогорных районах, в областях развития длительной сезонной и многолетней мерзлоты. В этих районах оттаявший на сравнительно небольшую глубину активный слой грунта периодически переувлажняется талыми и дождевыми водами, просачиванию которых на глубину препятствует залегающая ниже мерзлота. Вследствие уменьшения внутреннего трения и одновременного увеличения веса налитый водой грунт под влиянием силы тяжести стекает вниз. Солифлюкционные образования заслуживают большего внимания как в районах, расположенных в непосредственной близости от областей четвертичных оледенений, так и на площадях современного распространения многолетней мерзлоты, где процессы солифлюкции протекают весьма интенсивно. Солифлюкционные процессы, видимо, играли заметную роль в формировании алмазоносных отложений, залегающих на междуречьях Среднего и Северного Урала, представлявших перигляциальную область максимального оледенения. Они принимали участие и в образовании делювиальных россыпей Западной Якутии, расположенных в зоне сплошной многолетней мерзлоты и сформировавшихся за счет перемещения по

склонам продуктов разрушения кимберлитов и кластических алмазоносных осадков рэт-лейаса.

Делювиальные россыпи формируются под влиянием смыва продуктов выветривания дождевыми и талыми снеговыми водами. Они слагаются глинисто-щебенчатыми продуктами переотложения близко расположенных коренных алмазосодержащих пород, в различной степени разубоженных обломочным материалом неалмазоносных пород. Богатство делювиальных россыпей зависит от содержания алмазов в коренных породах, за счет разрушения которых они образовались, а также от степени интенсивности денудационных процессов, определяющихся тектоническим режимом и климатическими условиями. В областях со спокойным тектоническим режимом рельеф слабо расчленен, и на пологих склонах долин и междуречий образуются мощные толщи делювиальных образований, в которых содержание алмазов разубожено. При активных тектонических движениях интенсивно действуют процессы эрозионного расчленения, условия для сохранения делювиальных образований неблагоприятные, а поэтому россыпи, связанные с ними, образуются редко. Наиболее благоприятен для формирования россыпей делювий, образованных в условиях рельефа средней степени расчлененности. Так, большинство делювиальных россыпей западного склона Среднего Урала, представляющих делювий древнего — палеогенового и неогенового аллювия, расположено на полого наклоненных днищах межгорных депрессий (Вербицкая, 1959; Кинд, 1960).

К этому типу, вероятно, относятся и богатые делювиальные россыпи Вентерсдорпа и Лихтенбурга в Южной Африке, образовавшиеся при перемыве дождевыми водами отложенный третичных «сухих» рек и переотложении материала в глубокие карстовые воронки в доломитах (Beetz, 1930; Соболев, 1951; Трофимов, 1967).

Делювий тесно связан взаимными переходами с элювиальными образованиями и поэтому следует выделить элювиально-делювиальный тип россыпей. К этому типу относятся элювиально-делювиальные россыпи, сформировавшиеся за счет разрушения и частичного перемещения по пологим склонам водоразделов и речных долин продуктов разрушения кимберлитов и рэт-лейасовых алмазоносных отложений в Западной Якутии.

Пролювиальные россыпи связаны с пролювиальными отложениями, которые образуются в результате деятельности временных водных потоков при ливневых дождях

или при интенсивном таянии снежных масс. Многочисленные водные струи перебивают элювиальные и делювиальные образования и производят перенос большого количества плохо сортированного супесчаного материала, содержащего угловатые и плохо окатанные обломки.

В горных областях, где вследствие тектонических поднятий рельеф сильно расчленен, а ливневые потоки (сели) выносят большое количество обломочного материала, пролювиальный комплекс отложений слагает конусы выноса и предгорные шлейфы, которые располагаются на границе между горными сооружениями и примыкающими к ним предгорными или межгорными впадинами. В аридных областях в условиях выровненного рельефа пролювиальные отложения и связанные с ними россыпи выполняют днища «сухих» рек, в которых вода бывает лишь в дождливые сезоны. С этими отложениями связаны так называемые россыпи «сухих» рек Южной Африки (Трансвааль, Оранжевая Республика и др.). В гумидных областях пролювиальные отложения заполняют понижения в рельефе.

Пролувиальные отложения в районах холмистого или выровненного рельефа имеют супесчано-суглинистый состав, мало отличаются от делювия и поэтому чаще их выделяют в качестве делювиально-пролювиальных. Эти отложения являются благоприятными для образования россыпей в условиях гумидного климата, в тектонически стабильных районах, где формировались поверхности выравнивания. В таких условиях, вероятно, происходило образование пролювиально-делювиальных олигоцен-миоценовых россыпей в Красновшерском районе. К делювиально-пролювиальным россыпям алмазов, формировавшимся в условиях рельефа плато при гумидном климате, видимо, можно отнести образования пролювиально-делювиального шлейфа рэт-лейасового времени, спускавшегося в плоскую Иреляхскую депрессию тектонического происхождения, где за счет их размыва формировались озерные россыпи рэт-лейасового возраста. В аридных или полуаридных условиях образовались олигомиктовые пролювиально-делювиальные отложения верхнепермского возраста, содержащие единичные алмазы, в Мало-Ботубинском районе.

Распределение алмазов в пролювиальных россыпях неравномерное, в связи с отсутствием слоистости и сортировки обломочного материала; по всей вероятности, наиболее обогащенными будут те толщи, которые слагают среднюю часть

типичных пролювиальных конусов, а в районах холмистого или равнинного рельефа — горизонты, содержащие обломки средней крупности.

Аллювиальные россыпи алмазов являются наиболее широко распространенным типом экзогенных месторождений алмазов, даже в тех областях, где неизвестны коренные алмазосодержащие породы. Аллювиальные россыпи приурочены к речным долинам и формируются в результате перемыва и переотложения рыхлого материала водными потоками. Аллювий как генетический тип отложений объединяет все осадки, образованные в результате деятельности рек и ручьев (линейная эрозия).

Выделяются три основных типа аллювиальных россыпей: русловые, пойменные (долинные) и террасовые.

Процессы образования аллювиальных отложений и связанных с ними россыпей детально описаны в работах Ю. А. Билибина (1955), Н. А. Шило (Шило, Карташев, 1959; Шило, 1963 и др.), Е. В. Шанцера (1960) и др. Поэтому подробно на этом вопросе мы останавливаться не будем. Укажем лишь на некоторые особенности образования аллювиальных россыпей алмазов. В различных геоморфологических и климатических условиях концентрация алмазов в аллювии будет происходить по-разному. В условиях горного рельефа с большим уклоном русел мелкие алмазы в значительном количестве выносятся и только наиболее крупные кристаллы осаждаются в естественных ловушках, например в карстовых воронках на карбонатном плотике или между крупными валунами.

На плато, дренируемых реками полугорного типа при большом расстоянии разноса мелких алмазов в аллювии, измеряемом несколькими сотнями километров (до 600 км в русловых россыпях Вилюя), наблюдаются два типа размещения богатых россыпей: непосредственно возле первоисточников и богатых промежуточных коллекторов (Мало-Ботуобинский район Западной Якутии) и на расстоянии первой сотни километров от коренных первоисточников, на равновесных участках продольных профилей рек, создающихся в зоне сопряжения унаследованно развивавшихся положительных и отрицательных тектонических структур (Приленский район).

На равнинах в сильно меандрирующих реках сила водного потока небольшая и они не в состоянии переносить алмазы на значительное расстояние; кроме того, равнины являются преимущественно областями аккумуляции осадков, вследствие

чего будет происходить сильное разубоживание массой пустого мелкозернистого аллювия.

Существенное значение при образовании аллювиальных россыпей имеют тектонические условия. При активных тектонических поднятиях усиливается интенсивность эрозионных процессов, происходит врезание речной сети и размыв окружающих пород, в том числе элювиальных и делювиальных образований. В русла рек поступает большое количество обломочного материала, который интенсивно перемыывается и осаждается в виде мощных толщ галечно-валунных образований. При наличии в бассейне реки алмазосодержащих пород в этом случае происходит их активный размыв и осаждение алмазов в благоприятных условиях, например на закарстованном или ребристом плотике, способствующее обогащению россыпи. В таких условиях, вероятно, образовались раннечетвертичные алмазосодержащие песчано-галечно-валунные отложения в переуглубленных руслах рек на западном склоне Среднего и Южного Урала. Обогащение этих отложений происходило, главным образом, в результате перемыва алмазоносных рыхлых отложений олигоценового и миоценового возраста, заполняющих древние долины и межгорные депрессии, а также развитых на плоских междуречьях — разновозрастных поверхностях выравнивания.

При образовании аллювиальных россыпей большое влияние оказывают климатические условия (Трофимов, 1960). В условиях аридного климата речная сеть развита слабо и поэтому аллювиальные россыпи имеют ограниченное распространение. Богатые аллювиальные россыпи, хотя и небольшого протяжения, образуются в области гумидного климата. Здесь образование россыпей происходит, главным образом, за счет размыва мощных кор выветривания, содержащих алмазы в дезинтегрированном состоянии. Во влажном климате умеренных широт аллювиальные россыпные месторождения алмазов образуются преимущественно в тех областях, где были распространены более древние рыхлые отложения, образованные за счет интенсивного химического выветривания или сами подвергшиеся процессам выветривания. В тех же областях, где образование аллювия происходит за счет размыва плотных коренных пород, возникают аллювиальные россыпи значительной протяженности, но бедные по содержанию полезного компонента.

Закономерности распределения алмазов в аллювии лучше всего изучены для русловых россыпей как путем эксперимен-

тальных исследований на модели речного русла, так и в природных условиях, на основании анализа результатов поисково-разведочных и эксплуатационных работ. Согласно данным экспериментальных исследований, в распределении алмазов по микроформам речного русла наблюдается приуроченность наибольших концентраций алмазов к зонам максимальных размывов, с которыми совпадают верхние побочные и подвалья перекаатов, центральные и хвостовые части плесов, а также стрежневые зоны (Разумихин, 1960; Разумихин, Тимашкова, 1960).

Подтверждение и дальнейшее развитие эти выводы получили в исследованиях А. Г. Дьякова (1967). Согласно его представлениям, на алмазоносных отрезках течения рек все микрофации руслового аллювия алмазоносны, причем степень обогащенности алмазами отдельных микрофаций определяется особенностями морфологического строения микроформ речного русла и соответствующей динамикой потока. На прямолинейных участках долины с симметричным поперечным сечением алмазы всех весовых категорий осаждаются в стрежневой и пристрежневой зонах потока. В случае фуркации речного русла большая часть алмазов концентрируется в фации прирусловой отмели, представленной морфологически аллювиальными островами-осередками. При этом наиболее крупные алмазы аккумулируются в аллювии меженного русла реки. На закруглениях русла алмазы осаждаются в фации прирусловой отмели.

Некоторые наблюдения над распределением алмазов в прирусловых отмелях различной формы производились Б. И. Прокопчуком, отмечающим, что для большинства прирусловых отмелей характерно обогащение алмазами их головных частей; исключения составляют серповидные прирусловые отмели, где обогащена средняя выпуклая часть (Леонов, Прокопчук, Орлов, 1966).

В целом для аллювиальных россыпей характерен струйчатый или гнездовой характер распределения алмазов. Ширина отдельных струй достигает нескольких десятков метров. В вертикальном разрезе россыпи алмазы тяготеют к приплотиковой части и, кроме того, глубоко проникают в трещины и углубления плотика.

Следует обращать особое внимание на русловый аллювий, мощность которого преувеличена по сравнению с нормальной. Далеко не всегда это обусловлено гидродинамическим режимом потока. В ряде случаев аномальные мощности могут

быть связаны с наличием в глубоко врезанных долинах более древнего аллювия, перекрытого современными русловыми отложениями.

В осадках пойменных террас россыпи приурочены к русловой фации, представленной галечно-валунными образованиями с глинистым или песчаным заполняющим веществом. Они перекрыты алеврито-глинистыми отложениями пойменной фации. Россыпи этого типа формируются главным образом в фазу расширения долин.

Речные террасы представляют реликты прежних речных долин и образуются в результате неоднократного врезания рек. В каждой террасе различают ее основание или плотик, сложенный коренными породами, толщу рыхлых отложений, слагающих террасу, ее поверхность и склон. В составе отложений террас выделяются осадки русловой, пойменной и старичной фаций аллювия, а также покровные склоновые образования, накопление которых происходило после образования террасы. Россыпи алмазов в террасовых отложениях приурочены к нижним горизонтам, которые соответствуют русловым фациям, причем наиболее богатые россыпи образуются на закарстованном карбонатном плотике, что особенно характерно для уральских россыпей. Плотик большинства сибирских террасовых россыпей образован сильно трещиноватыми горизонтально залегающими некарстующимися терригенно-карбонатными породами, в трещинах которых застревают алмазы.

В условиях тектонических поднятий происходит процесс обогащения алмазами все более молодых террасовых аллювиальных отложений и русла за счет многократного перемива, но россыпи формируются только на участках долин, где складываются оптимальные условия для концентрации последних. Эти участки характеризуются приуроченностью к перегибам продольных профилей русел (от крутых к пологим), где происходит спад скоростей потока, к плотику, сложенному карбонатными породами; они отличаются грубообломочным составом аллювия и т. д. Поэтому в речных долинах наблюдается чередование благоприятных и неблагоприятных участков для концентрации алмазов, что обуславливает зональное размещение кайнозойских россыпей.

Зональность размещения, впервые установленная Ю. А. Билибиным на примере золотоносных россыпей (Билибин, 1955) и развитая Г. Б. Жилинским в применении к титаносным россыпям (Жилинский, 1956), находит подтверждение и при анализе закономерностей размещения кайнозойских

алмазоносных россыпей. Так, на северо-востоке Сибирской платформы в долинах средних по размеру рек, стекающих по склонам Анабарского плато в сторону Приверхоянской равнины, выделяются следующие зоны россыпей и проявлений россыпной алмазоносности:

1) проявления россыпной алмазоносности неаллювиального (делювиально-солифлюкционного) происхождения в расширенных участках долин в истоках рек;

2) маломощных русловых россыпей с повышенным содержанием алмазов на участках углубления и значительного расширения долин в верхнем течении рек;

3) русловых россыпей, локально содержащих алмазы на участках значительного углубления долин в среднем течении рек;

4) наиболее обогащенных русловых и пойменных (долиновых) россыпей с сохранившимися убогими террасовыми россыпями, приуроченная к расширению долин в нижних отрезках средних течений рек;

5) убогих русловых, пойменных и четвертичных террасовых россыпей, приуроченная к участкам расширения и интенсивной аккумуляции аллювия в нижних течениях рек.

При наличии одного источника зональное распределение алмазов в аллювиальных россыпях обусловлено в основном геоморфологическими и гидродинамическими условиями. При наличии нескольких источников большое влияние оказывает размыв вторичных алмазосодержащих пород. Так, например, в четвертичных россыпях северо-востока Сибирской платформы зональное распределение алмазоносности осложняется повышением содержания алмазов при пересечении юрских прибрежно-морских алмазосодержащих отложений. Во внутреннем поле Иркутского амфитеатра обогащение алмазами русловых россыпей связано с окраинами наложенных юрских впадин (Зведер, 1965).

Зональное распределение алмазоносности россыпей, связанное с геоморфологическими особенностями речных долин, наблюдается также на Южно-Американской (в пределах Гвианского и Бразильского щитов) и на Африканской платформах. Наиболее обогащенные аллювиальные россыпи сосредоточены в каньонообразных участках долин, образующихся при пересечении реками уступов и ступеней, разделяющих различные уровни рельефа. Уступы резко выражены и могут достигать десятков и сотен метров высоты — уступ Найстер

в Ганане, уступ Кайетеур и Береговой обрыв в Бразилии, Великий обрыв в Южной Африке. Здесь развиты преимущественно русловые россыпи, приуроченные к различным углублениям дна реки (исполиновым котлам, воронкам) или к различным препятствиям в виде крупных валунов, выступов твердых пород и т. п. По краю уступов, кроме того, развиты многочисленные глубоко врезанные алмазоносные лога. Каньонообразные участки долин сменяются расширениями с развитием более бедных террасовых и русловых россыпей, приуроченных к началу областей аккумуляции и проложенных в пределах выровненных поверхностей различных ярусов рельефа (Трофимов, 1947, 1967; Ильинский, Плотникова, Разумихин и др., 1961).

Складчатым областям также свойственна зональность в размещении россыпей. Так, например, на западном склоне Среднего Урала сверху вниз по течению рек выделяются следующие отрезки долин с различным положением алмазоносных россыпей: 1) долины с преимущественным развитием третичных и четвертичных террасовых аллювиальных и делювиальных (делювий древнего аллювия), а также раннечетвертичных погребенных (?) алмазоносных россыпей, приуроченных к главной межгорной меридиональной депрессии; 2) неалмазоносные или слабо алмазоносные отрезки долин средних течений рек, что связано с глубоко врезанными участками; 3) долины с преимущественным развитием четвертичных террасовых, пойменных и русловых россыпей, а также ложковых россыпей, питающихся алмазами за счет третичного террасового аллювия.

Своеобразную разновидность террасовых россыпей представляют уральские россыпи, сложенные делювием древнего аллювия. Они образуются на пологих склонах долин и выделяются как террасоувальные. Детальное изучение таких склонов при разведке россыпей показало, что на них на разных уровнях сохранились остатки нижних горизонтов аллювиальных отложений и эрозионные уступы, что свидетельствует о ранее существовавших здесь нормальных террасированных склонах. Впоследствии под воздействием процессов склоновой денудации, которые сопровождались перемещением аллювия, террасированные склоны были превращены в единую наклонную поверхность.

Таким образом, в составе выделившихся ранее «увальных» россыпей, развитых на пологих склонах долин, следует различать россыпи, связанные с аллювиальными отложениями

погребенных террас, а также россыпи, приуроченные к склоновым отложениям, перекрывающим террасы и представляющие делювий древнего аллювия.

Особой разновидностью аллювиальных россыпей являются так называемые «водораздельные» россыпи (россыпи поднятой гидросети, согласно Ю. А. Билибину), связанные с древней речной сетью, располагающейся на междуречьях, где они приурочены к поверхностям выравнивания или днищам древних межгорных понижений.

Сохранность водораздельных россыпей определяется либо приуроченностью их к западинам закарстованного карбонатного плотика (алмазоносные галечники Лихтенбурга), либо перекрытием более молодыми отложениями. Очень своеобразные условия для сохранения водораздельных алмазных россыпей существуют в Восточной Сибири — на междуречьях крупных левых притоков р. Вилюй. Здесь водораздельные россыпи приурочены к фрагментам речной сети верхнемелового — нижнепалеогенового, палеогенового и неогенового возраста, приуроченных к полигенетической разновозрастной поверхности выравнивания, развитой в зоне сопряжения Анабарской антеклизы с Вилюйской синеклизой.

С аллювиальными россыпями тесно связаны дельтовые, формирующиеся в устьях рек, впадающих в море или озеро. В пределах дельты выделяется верхняя по течению часть, сложенная осадками аллювиальных фаций — русловых, прирусловых валов, пойменными и старичными. Вторая зона дельты характеризуется тем, что в ней проявляется воздействие конечного водоема, выражающееся в заносе морских организмов и талассогенных минералов во время приливов и сильных нагонных ветров. В третье — приустьевой зоне происходит нарастание дельты за счет накопления осадков. В авандельте, примыкающей к надводной части дельты, формируются аккумулятивные формы: бары, косы и т. д. (Крашенинников, 1963), сложенные песчаными и алевритовыми осадками.

Алмазы встречаются в осадках баров и кос. Но концентрация их происходит в подводных частях дельты, где они формируются за счет перемыва отложений баров подводными течениями (Трофимов, 1963). Дельтовые россыпи алмазов сравнительно редки. К их числу относятся бары в устье р. Оранжевой в Юго-Западной Африке, дельтовые россыпи, залегающие в основании серии кванго (верхний мел) на площади Касаи-Лунда в Конго и Анголе (Трофимов, 1967). Из-

вестны единичные находки алмазов в дельтах на побережье ранне- и позднеюрских морей в Приленском районе Западной Якутии (Леонов, Прокопчук, Орлов, 1966).

Ложковые россыпи. Россыпи этого типа образуются в долинах логов и мелких ручьев, разрезающих склоны долин и имеющих непостоянный водоток (Буров и Воларович, 1952). Накопление ложковых отложений происходит за счет перебива временными водотоками коренных пород, в которые врезан лог, делювиальных и элювиальных образований, а также аллювиальных отложений террас. Поэтому ложковые отложения имеют различный литологический состав и содержат обломочный материал разной окатанности. При образовании россыпей большое значение имеет морфология логов. Наиболее благоприятными для концентрации алмазов являются висячие лога со ступенчатым профилем. В продольном профиле известных алмазоносных логов, выявленных на западном склоне Среднего Урала, выделяют три участка. В верховье располагается россыпь погребенного лога, который слабо выражен в рельефе и заполнен перемытыми отложениями террас. К средней части лога приурочена основная масса ложковых отложений и здесь сосредоточены более богатые россыпи. В нижней части лога образуются конусы выноса.

Характерными особенностями ложковых россыпей являются: а) резко выраженный линейный характер, при относительно большой длине и малой ширине; б) преимущественно поперечное расположение россыпей по отношению к главной речной долине; в) непостоянство литологического состава и мощности россыпи на различных участках лога; г) смешанный характер отложений. В составе ложковых отложений наряду с большим содержанием глинистого материала в значительном количестве присутствуют гравий, галька и валуны, а также обломки пород, слагающих плотик и борта россыпи; д) наличие глыбового горизонта в приплотиковой части россыпи, который сложен глыбами коренных пород, промежутки между которыми заполнены глиной с галькой. К этому горизонту обычно приурочено повышенное содержание алмазов.

Наиболее обогащены являются ложковые россыпи, заполняющие те лога, которые разрезают склоны долин с сохранившимися дочетвертичными террасами и с покровом древнего алмазосодержащего аллювия. Благоприятные условия для образования ложковых россыпей определяются также наличием карбонатных пород, в которые врезан лог. На дне

таких логов формируются карстовые воронки, где аккумулируются ложковые отложения и происходит осаждение алмазов.

В условиях Восточной Сибири ложковые россыпи чрезвычайно редки. Одна из наиболее известных ложковых россыпей приурочена к долине лога Хабардина. Уклон продольного профиля лога крутой. Тальвег его имеет корытообразную форму. Ложковые отложения имеют двуслойное строение; нижняя часть сложена глинисто-гравелисто-щебнистыми породами, верхняя — песчано-илистыми делювиально-солифлюкционными образованиями.

Ледниковые россыпи образуются путем переноса и накопления обломочного материала ледниками или их тальми водами. Областями их распространения являются горные страны, где развито современное оледенение, или территории бывших материковых оледенений четвертичного или дочетвертичного возраста. Отмечается двойная роль оледенения в образовании россыпей. С одной стороны, экзарационная деятельность ледников определяет уничтожение древних доледниковых россыпей, а с другой — отложения ледников, главным образом морены, перекрывают древние россыпи и способствуют их захоронению. Особенно благоприятные условия для захоронения древних россыпей существовали в районах развития карстовых форм рельефа — воронок, впадин и т. д. (Степанов, 1968).

Ледниковые отложения представлены моренами, которые обычно не представляют промышленного интереса, за исключением некоторых участков донных морен, обогащенных за счет разрушения доледниковых аллювиальных россыпей (Билибин, 1955).

Более благоприятными являются флювиогляциальные отложения, представленные песчаными осадками, при образовании которых происходит сортировка материала по крупности и удельному весу, а вместе с тем и процессы обогащения. Мощность флювиогляциальных отложений обычно значительная, но богатых россыпей (по содержанию алмазов) в них не образуется.

Ледниковые отложения, содержащие единичные алмазы, известны во многих алмазоносных районах земного шара. Так, например, в Бразилии алмазоносными являются тиллиты свиты лаврас кембрийского возраста. В Южной Бразилии в штате Парана имеются алмазоносные ледниковые конгломераты пермского возраста. В Северной Америке алмазоносна

плейстоценовая морена Кетлл. В Африке единичные находки алмазов отмечаются в тиллитах двайка карбонового возраста (Дю Тойт, 1957). Однако все указанные находки представляют лишь минералогический интерес.

В изученных с точки зрения алмазоносности районах покровного оледенения, например на Северном и Среднем Тимане, даже современные русловые россыпи, в которых происходит обогащение минералами тяжелой фракции, все же сильно разубожены продуктами размыва ледниковых и флювиогляциальных отложений и содержат лишь единичные зерна алмаза (Апенко, Матвеева, Плотникова, 1960).

Однако ледниковые отложения могут способствовать консервации дочетвертичных алмазоносных отложений, залегающих в карстовых воронках (Степанов, 1970). Кроме того, не исключена возможность локального обогащения алмазами донной морены, включающей продукты разрушения подлежащих коренных алмазосодержащих пород, как это отмечает А. В. Сидоренко для танталовых, титаномагнетитовых, редкометальных россыпей Кольского полуострова (Сидоренко, 1960), флювиогляциальных дельт на песчаных задровых равнинах или в прибрежно-морских межледниковых и послеледниковых отложениях.

Прибрежно-морские россыпи не имеют такого широкого распространения, как аллювиальные, но с ними связаны известные месторождения алмазов. Формируются эти россыпи вдоль береговых линий морей и океанов в результате перемыва обломочного материала в зонах прибоя или прибрежных течений. Рыхлые отложения, содержащие полезный компонент, выносятся в прибрежную зону речными потоками или образуются в результате разрушения пород, слагающих берега. В процессе накопления прибрежно-морских осадков обломочный материал претерпевает длительный перенос и весьма совершенную дифференциацию как механическую, так и минералогическую. При этом нестойкие минералы разрушаются и выносятся в виде глинистых продуктов, а устойчивые к процессам механического истирания накапливаются и образуют россыпи. Обломочный материал может перемещаться вдоль берегов в потоке прибрежных наносов на расстояния в десятки и сотни километров; при этом мелкие зерна минералов переносятся дальше, чем крупные, от места выноса рекой или от места разрушения коренных пород, содержащих алмазы и обнажающихся в береговых обрывах. Перемещение происходит до участка, благоприятного для накопления, ка-

ким обычно является отмельный берег. Концентрация полезных минералов происходит в полосе прибоя, положение которой может варьировать в зависимости от приливов и отливов, а также от изменения уровня моря. Так, при понижении уровня моря береговая россыпь может быть затоплена и перекрыта слоем осадков, не содержащих полезного компонента. При повышении уровня моря береговая россыпь окажется поднятой и сохранится на прибрежной равнине или в морских террасах.

Существенное влияние оказывают на образование прибрежно-морских россыпей тектонические движения берегов (Трофимов, 1960). При быстрых трансгрессиях и регрессиях моря богатые прибрежно-морские россыпи не образуются, так как при регрессии происходит интенсивный размыв ранее сформированных россыпей, а при трансгрессии — захоронение возникших ранее прибрежно-морских россыпей.

Содержание алмазов в прибрежно-морских россыпях определяется количеством их, выносимых реками, удаленностью от места впадения рек или от места размыва коренных алмазосодержащих пород в зоне прибоя и интенсивностью процессов естественного шлихования в приурезовой полосе.

Установлено, что по условиям гидравлической сортировки крупность кристаллов в прибрежно-морских россыпях будет соответствовать крупности зерен вмещающей породы. Так, например, к прибрежно-морским сарматским пескам приурочены находки алмазов на северо-восточном склоне Украинского кристаллического щита. Отложения представлены мелкозернистыми кварцевыми песками, которые отличаются хорошей окатанностью и сортировкой материала. Крупность кристаллов соответствует размеру зерен песка (Бобриевич и др., 1970).

Богатые прибрежные алмазоносные россыпи известны в Малом Намакваленде и в Юго-Западной Африке, на побережье Атлантического океана, где они распространены в обе стороны от устья р. Оранжевой. Источниками алмазов в прибрежно-морских россыпях служат кимберлитовые трубки, расположенные в глубине континента. На о-ве Плум-Пуддинг в Юго-Западной Африке эксплуатируются морские (шельфовые) россыпи, сложенные песчано-гравийным материалом и залегающие в форме двух полос. Эти полосы расположены соответственно на глубинах до 30 и 69—90 м. Мощность отложений от нескольких метров до первых десятков метров. Эксплуатируется первая полоса.

На Сибирской платформе единичные находки мелких алмазов известны в прибрежно-морских и дельтовых отложениях раннеюрского и позднеюрского возраста и установлены в большом количестве пунктов (Рожков, Михалев и др., 1967), но россыпей промышленного значения они не образуют.

Многочисленные мелкие алмазы найдены в современных пляжевых песках побережья Черного и Азовского морей и в палеогеновых и неогеновых прибрежно-морских осадках Украинской ССР (Бобревич и др., 1970).

Озерные россыпи имеют много общих черт с прибрежно-морскими. В береговой зоне крупных озер россыпи формируются за счет волновой деятельности, обуславливающей сортировку материала по крупности и удельному весу. Источниками полезного компонента могут служить выносы рек, рудоносные породы, обнажающиеся в береговых обрывах, склоновые отложения. Озерные россыпи алмазов встречаются очень редко. Своеобразные россыпи мелких проточных озер приурочены к рэт-лейасовым отложениям иреляхской свиты Западной Якутии. По-видимому, к прибрежно-озерным может быть отнесена часть слабо алмазоносных и предположительно алмазоносных (содержащих парагенетические спутники алмаза по кимберлитам) континентальных отложений севера и северо-востока Сибирской платформы (Приленский, Алакит-Далдынский районы).

Золовые россыпи пользуются ограниченным распространением. Они известны на побережье Юго-Западной Африки и Малого Намакваленда (пустыня Намиб), где представлены остаточными дефляционными россыпями, приуроченными к котловинам выдувания. Алмазы поступают из отложений морских террас и «сухих» рек, продукты разрушения которых были снесены с прилегающих возвышенностей и подверглись переработке золовыми процессами. Характерна для этих месторождений вытянутость котловины в меридиональном направлении, отвечающем направлению господствующих ветров. Алмазы приурочены, главным образом, к щебневым отложениям, покрывающим дно и северные склоны ложбин (Соболев, 1951; Трофимов, 1967).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Рассмотренные закономерности размещения экзогенных месторождений алмазов можно резюмировать следующим образом:

Алмаз благодаря своим физическим свойствам обладает высокой степенью устойчивости по отношению к механическому износу и действию химических агентов, что определяет его длительную сохранность в россыпях и широкий возрастной диапазон распространения — от докембрия до наших дней.

Благоприятные условия для размещения экзогенных месторождений алмазов в региональном плане определяются их структурным положением, палеогеографическими условиями формирования, рельефом, гранулометрическим и вещественным составом вмещающих отложений.

Геоструктурное положение наиболее ценных в практическом отношении алмазоносных россыпей, располагающихся на платформах, обусловлено связью их с эндогенными месторождениями кимберлитового типа, свойственными платформенным же областям.

Присутствие россыпных месторождений в складчатых областях может быть обусловлено рядом причин: 1) на протяжении истории своего развития складчатые области могли пережить платформенную стадию с присущей ей платформенным магматизмом, в том числе кимберлитовым; 2) в какие-то моменты могли существовать условия для переноса кластического алмазоносного материала из платформенных областей; 3) алмазные россыпи складчатых областей могут быть связаны с коренными источниками перидотит-дунитового типа, ассоциирующимися с габбро-перидотитовой формацией подвижных поясов.

В пределах крупных геоструктурных областей разновозрастные экзогенные месторождения алмазов группируются в виде зон, особенности размещения которых контролируются тектоно-геоморфологическими условиями. Платформам свойственны два типа размещения зон экзогенной алмазоносности — совпадение или несовпадение с площадями эндогенной алмазоносности. Первый случай имеет место при умеренных тектонических поднятиях в области сноса, где располагаются кимберлитовые тела, несовпадение зон эндогенной и экзогенной алмазоносности связано с интенсивными тектоническими поднятиями в области сноса. В этом случае россыпи локализуются в областях сопряжения крупных унаследованно развивавшихся положительных и отрицательных структур (антеклиз с синеклизами, краевыми прогибами).

В складчатых областях размещение зон экзогенной алмазоносности связано с наличием протягивающихся на сотни ки-

лометров линейно-ориентированных межгорных депрессий структурно-денудационного или карстового происхождения, служащих естественными ловушками на пути транспортировки рыхлого алмазоносного материала. Соотношение зон экзогенной алмазоносности с коренными первоисточниками алмаза в подавляющем большинстве случаев не выяснено.

Экзогенные месторождения алмазов формируются при палеогеографических обстановках двух типов — континентальных и прибрежно-морских, существенно различающихся по набору генетических типов россыпей, условиям их образования, степени алмазоносности в условиях тектонической стабильности или активности и разным климате. Наибольшее значение имеют континентальные обстановки, при которых в условиях тектонической стабильности и жаркого гумидного климата подготавливается почва для формирования наиболее ценных в практическом отношении россыпей, образующихся в результате последующих неоднократных интенсивных тектонических движений. В прибрежно-морских условиях богатые россыпи известны только в странах, характеризующихся аридным климатом.

Россыпи алмазов, равно как и россыпи других полезных ископаемых, по самой своей сути являются генетическим типом месторождений, теснейшим образом связанным с рельефом. Пассивно, через рельеф, оказывают влияние литологический, структурный факторы и дизъюнктивная тектоника на региональные закономерности размещения россыпей. Активно воздействуют на рельеф и на региональные особенности размещения россыпей тектонические движения, определяющие степень интенсивности склоновых, эрозивных и других экзогенных рельефообразующих процессов, а также определяющие глубину денудационного среза эндогенных месторождений и вторичных алмазосодержащих пород.

Региональные закономерности размещения экзогенных месторождений алмаза проявляются в гранулометрическом и вещественном составе вмещающих отложений. Практически ценные алмазоносные россыпи в подавляющем большинстве случаев приурочены к наиболее грубообломочным отложениям — конгломератам, галечникам, гравелитам, накопление которых вызвано поднятиями в областях сноса, обуславливающими начало крупных циклов седиментогенеза. При этом алмазоносные россыпи приурочены как к грубокластическим толщам олигомиктового и мономиктового состава, накапливающимся в тесной связи с корами выветривания и форми-

рующимися в тектонически стабильных условиях, так и к крупнообломочным породам полимиктового состава, образующимся в условиях тектонической активности, за счет многократного перемива эндогенных месторождений и промежуточных коллекторов. В этом случае благоприятными признаками, указывающими на их возможную алмазонасность (при наличии алмазов в районе), является преобладание состава от более древних алмазосодержащих пород и прогрессирующее увеличение содержания тяжелой фракции с каждым новым циклом перемива.

Наряду с отмеченными особенностями вещественного состава, служащими косвенными признаками, указывающими на возможную алмазонасность рыхлых отложений, имеются прямые критерии, заключающиеся в присутствии самого алмаза, выявляемого опробовательскими работами, проводимыми в значительном объеме, или минералов-спутников, улавливаемых при обычном шлиховом опробовании. К числу минералов-спутников по кимберлитам, являющимся основными источниками алмазов в практически ценных россыпях, относятся: пироп, пикроильменит, хромдиопсид и некоторые другие минералы, прослеживание ореолов рассеяния которых может привести к открытию не только россыпей, но и эндогенных месторождений — алмазонасных кимберлитовых трубок.

Локальные закономерности размещения экзогенных месторождений алмазов определяются в первую очередь условиями образования различных генетических типов континентальных и прибрежно-морских отложений, которые в свою очередь зависят от тектоники, литологического состава субстрата и вмещающих отложений, климата, эрозионных, склоновых, абразионных, ледниковых, эоловых, карстовых и иных процессов.

Элювиальные россыпи формируются в условиях относительной тектонической стабильности территории на поверхности коренных источников — первичных или вторичных. При этом промышленно-ценные элювиальные россыпи образуются только в условиях жаркого гумидного или аридного климата. Этот тип месторождений наиболее свойствен платформам.

Россыпи делювиального генезиса образуются на пологих склонах при тектонически стабильном режиме в непосредственной близости от коренных источников; имеют практическую ценность при формировании в разных климатических условиях.

Делювиально-аллювиальные (ложковые) россыпи образуются при тектонических поднятиях территории на небольшом расстоянии от эндогенных месторождений или промежуточных коллекторов. Богатые ложковые россыпи образуются при разном климате. Они более характерны для складчатых областей.

Аллювиальные россыпи, являющиеся наиболее широко распространенными и практически ценными экзогенными месторождениями алмаза, формируются при тектонически активном режиме и гумидных климатических условиях. При умеренных поднятиях в области сноса аллювиальные россыпи располагаются поблизости от коренного источника, при более интенсивных поднятиях смещаются на значительные расстояния, локализуясь либо в небольших отрицательных формах рельефа, например, карстовых воронках и впадинах, либо при переходе от крутых участков продольного профиля рек к пологим. Благоприятными для концентрации алмазных россыпей в пределах мелких поднятий являются склоны последних, обращенные против течения реки.

Пролювиальные россыпи образуются как в условиях тектонической стабильности, так и активного тектонического режима, при разном климате. В областях гумидного климата, где к ним бывают приурочены повышенные содержания алмазов, пролювиальные россыпи имеют небольшую протяженность и располагаются поблизости от коренного источника.

В аридном климате — это так называемые «сухие» реки, имеющие протяженность в несколько сотен километров и расположенные вдали от первоисточника. В этих условиях пролювиальные россыпи не представляют самостоятельной практической ценности, но являются вторичными источниками для образования богатых россыпей элювиального, прибрежно-морского и эолового генезиса.

Подавляющая часть известных богатых прибрежно-морских россыпей располагается на большом расстоянии от коренных первоисточников — кимберлитовых трубок и образуется в аридном климате при тектонических поднятиях в области сноса и длительном стабильном положении береговой линии за счет переработки бедных пролювиальных россыпей «сухих» рек в приурезовой полосе.

Практически ценные озерные россыпи, сформировавшиеся в мелких конседиментационных впадинах в пределах валлообразного поднятия в непосредственной близости от эндогенного месторождения — алмазоносной кимберлитовой трубки,

в гумидных климатических условиях наблюдались в единственном случае.

Оловые (дефляционные) россыпи формируются только в аридных климатических условиях за счет переработки деятельностью ветров вторичных алмазосодержащих пород и располагаются на небольшом расстоянии от эндогенных месторождений.

Ледниковые россыпи практической ценности не имеют.

Перечисленные закономерности размещения россыпных месторождений алмазов широко применяются в практике поисково-разведочных работ. При использовании их весьма существенное значение имеют палеогеографические, литолого-фациальные, геоморфологические и минералогические методы исследования, которые должны являться неотъемлемой принадлежностью рационального комплекса поисково-разведочных работ на алмазы, ставящих целью поиски не только россыпных, но и коренных месторождений.

ЛИТЕРАТУРА

Алексеева В. П., Бархатова М. П., Плотникова М. И. Состояние изученности алмазоносности Русской платформы. Сб. «Рудоносность Русской платформы», М., «Наука», 1965.

Алексеев В. В., Дьяков А. Г. Алмазоносные формации Сибирской платформы и некоторые закономерности распространения алмазных месторождений. Матер. по геол. и полезн. ископ. Якутской АССР, вып. 6, 1961.

Апенко М. А., Матвеева Г. В., Плотникова М. И. Открытие алмазов на Тимане и перспективы его алмазоносности. Матер. ВСЕГЕИ, новая серия, вып. 40, 1960.

Апродов В. А. О речной сети в средней части западного склона Урала и Приуралья. Материалы по геоморфологии Урала, вып. I. Госгеолиздат, 1948.

Атласов И. П., Вакар В. А. Связь пликативных структурных форм Сибирской платформы с глубинными разломами на примере Оленекско-Анабарской региональной дизъюнктивной зоны. Информ. бюлл. Ин-та геол. Арктики, вып. 7, 1958.

Бекасова Н. Б. Литология, палеогеография и перспективы алмазоносности такатинских отложений среднего девона западного склона Северного и Среднего Урала и востока Русской платформы. Автореф. дисс., Л., 1970.

Беккер Ю. Р., Бекасова Н. Б., Ишков А. Д. Алмазоносные россыпи в девонских отложениях Северного Урала. Литология и полезные ископаемые, № 4, 1970.

Билибин Ю. А. Основы геологии россыпей. М., АН СССР, 1955.

Бобриневич А. П., Бондаренко М. Н., Гневушев М. А., Кинд Н. В. и др. Алмазы Сибири. М., Госгеолтехиздат, 1957.

Бобрневич А. П., Дьяков А. Г. и др. Алмазность юго-западной окраины Русской платформы, Киев, «Наукова думка», 1970.

Боровко Н. Г., Келль Г. Н., Смирнов Ю. Д. Стратиграфия, условия образования и алмазность «чурочной» свиты (Северный Урал). Тр. ВСЕГЕИ, нов. серия, т. 119, 1964.

Буров А. П., Воларович Г. П. Инструкция по применению классификации запасов твердых полезных ископаемых к россыпным месторождениям алмазов. М., Госгеолгиздат, 1952.

Вербицкая Н. П. Стратиграфия и литология аллювиальных отложений алмазносных районов западного склона Среднего Урала. Матер. ВСЕГЕИ, нов. серия, вып. 27, 1959.

Вербицкая Н. П., Гапеева Г. М. О возможных источниках алмазов в россыпях западного склона Урала. Разведка и охрана недр, № 3, 1959.

Воронов П. С. и Кулаков Ю. Н. О связи конфигурации гидро-сети севера Сибири с новейшей тектоникой. Информ. бюлл. Ин-та геологии Арктики, вып. 9, 1958.

Дьяков А. Г. Закономерности размещения молодых алмазносных россыпей Сибирской платформы. Сб. «Закономерности размещения полезных ископаемых», IV, М., АН СССР, 1960.

Дьяков А. Г. Геологическое строение, закономерности формирования и размещения алмазных россыпей (на примере Анабарской алмазносной провинции). Воронеж, автореф. дисс., 1967.

Дю Тойт. Геология Южной Африки. М., Изд-во иностр. лит., 1957.
Жилинский Г. Б. О древних россыпях Центрального Казахстана. Разведка и охрана недр, № 10, 1956.

Зведер Л. Н. Пути транспортировки и условия аккумуляции алмазов во внутреннем поле Иркутского амфитеатра. Сб. «Геология россыпей», М., «Наука», 1965.

Ильинский Г. А., Плотникова М. И., Разумихин Н. В., Рюмин А. К., Сарсадских Н. Н., Сваричевская З. А. Основы поисков россыпей. Изд-во ЛГУ, 1961.

Кашкаров И. Ф., Полканов Ю. А. О находке алмазов в титаноциркониевых песках. ДАН СССР, 157, № 55, 1964.

Кашкаров И. Ф., Полканов Ю. А. О находке алмазов в прибрежно-морских третичных песках Украины. Сб. «Геология россыпей», Л., «Наука», 1965.

Кашкаров И. Ф., Полканов Ю. А., Еременко Г. К., Борисов В. В., Яловенко И. Новые данные об алмазности неогеновых и современных песчаных отложений некоторых районов Украины. ДАН СССР, 179, 4, 1968.

Каэн Л. Геология Бельгийского Конго. Л., Изд-во иностр. лит., 1958.

Кинд Н. В. Геология мезозойских и кайнозойских отложений Среднего Урала и закономерности размещения в них россыпных месторождений алмазов. Кн. «Закономерности размещения полезных ископаемых», III, М., АН СССР, 1960.

Краснов И. И. Морфология верховьев бассейна р. Косвы в связи с распространением субальпийских лугов. Материалы по геоморфологии Урала, вып. I, 1948.

Краснов И. И., Масайтис В. Л. Тектоника Оленекско-Вилойского водораздела в связи со строением окраинных зон Тунгусской синеклизы. Матер. ВСЕГЕИ, нов. серия, вып. 7, 1955.

Крашенинников Г. Ф. Ископаемые дельты в СССР и некоторые проблемы их изучения. Сб. «Дельтовые и мелководно-морские отложения». М., АН СССР, 1963.

Крюков А. В. Пиропы в осадочных породах девона Рыбинской впадины. Тр. СНИИГГИМС, вып. 25, 1962.

Леонов Б. Н., Прокопчук Б. И., Орлов Ю. Л. Алмазы Приленской области. М., «Наука», 1966.

Милашев В. А. К вопросу о связи гидросети с разломами и тектонической трещиноватостью пород. Информ. бюлл. Ин-та геологии Арктики, вып. 7, 1958.

Михайлов Б. М. Геология и полезные ископаемые западных районов Либерийского щита. М., «Недра», 1969.

Михайлов М. В., Гридасов Н. В. К вопросу о возрасте кимберлитовой трубки «Мир». Материалы по геологии и полезным ископаемым. Якутск, вып. II, 1963.

Нестеренко Г. В. Об алмазности ашинской свиты Среднего Урала. Изв. высш. учебн. заведен., геология и разведка, № 7, 1964.

Одинцов М. М., Твердохлебов В. А., Владимиров Б. М., Ильюхина А. В., Колесникова Т. П., Конев А. А. Структура, вулканизм и алмазность Иркутского амфитеатра. М., АН СССР, 1962.

Одинцова М. М. Палеогеографические факторы россыпеобразования на границе позднекарбового и раннепермского времени на Оленекско-Мархинском междуречье. Матер. по геол. и полезн. ископаемым Якутской АССР, вып. X, 1962.

Осипова З. В. Вещественный состав и условия формирования юрских отложений Лено-Анабарского района в связи с проблемой коллекторов алмаза (автореф. дисс.). Л., 1966.

Плотникова М. И. О связи направлений извилины долины р. Нижней Тунгуски с тектонической трещиноватостью. Матер. ВСЕГЕИ, нов. серия, вып. 7, 1955.

Плотникова М. И., Кардопольцева О. И. Литология и условия формирования верхнепалеозойских и мезозойских алмазносных отложений Мало-Ботуобинского района. Тр. СНИИГГИМС, вып. 98, 1969.

Плотникова М. И., Кардопольцева О. И., Салтыков О. Г., Глушковский И. Б. Стратиграфия и литология «водораздельных галечников» Мархино-Тюнгского междуречья и палеогеография времени их накопления в связи с историей формирования алмазносных россыпей бассейна среднего течения р. Мархи. Тр. Якутск. филиала СО АН СССР, серия геол., сб. № 9, 1963.

Плотникова М. И., Кардопольцева О. И., Липатова В. А., Салтыков О. Г., Сарсадских Н. Н. Палеогеография Приленского района в связи с формированием алмазных россыпей. Сб. «Геология россыпей», М., «Наука», 1965.

Плотникова М. И., Салтыков О. Г., Кардопольцева О. И. Закономерности размещения алмазносных россыпей Приленского района. Геология и геофизика, № 11, 1967.

Прокопчук Б. И. Кора выветривания оксфорд-кимериджского возраста на северо-востоке Сибирской платформы. ДАН СССР, 164, № 6, 1965.

Разумихин Н. В. О распределении алмазов в продольном и поперечном профилях россыпи. Матер. ВСЕГЕИ, нов. серия, вып. 40, 1960.

Разумихин Н. В., Тимашкова З. Н. Экспериментальные данные о закономерностях распределения некоторых тяжелых минералов на

различных морфологических элементах россыпи. Сб. «Закономерности размещения полезных ископаемых», IV, М., АН СССР, 1960.

Рожков И. С., Михалев Г. П., Зарецкий Л. М. Алмазоносные россыпи Мало-Ботубинского района Западной Якутии. М., АН СССР, 1963.

Рожков И. С., Михалев Г. П., Прокопчук Б. И., Шамшина Э. А. Алмазоносные россыпи Западной Якутии. М., «Наука», 1967.

Салтыков О. Г. К вопросу о поисках алмазоносных кимберлитовых тел по разновозрастным шлейфам разноса алмазов и минералов-спутников на северо-востоке Сибирской платформы. Сб. «Прогнозирование и методы поисков месторождений никеля, олова и алмазов в Советской Арктике». Матер. конф., Л., Ин-т геологии Арктики, 1969.

Сарсадских Н. Н. Поиски месторождений алмаза по минералам-спутникам. Информационный сборник ВСЕГЕИ, № 5, 1958.

Сарсадских Н. Н. Структурный фактор размещения кимберлитов на Сибирской платформе и прогнозирование коренной алмазоносности. Сб. «Прогнозирование и методы поисков месторождений никеля, олова и алмазов в Советской Арктике». Матер. конф. Л., Ин-т геологии Арктики, 1969.

Сарсадских Н. Н., Благулькина В. А. Петрохимические особенности и вещественный состав сибирских кимберлитов. Сессия по геологии алмазных месторождений (тезисы докладов). Пермь, 1966.

Сарсадских Н. Н., Благулькина В. А., Силин Ю. И. Об абсолютном возрасте кимберлитов Якутии. ДАН СССР, т. 168, № 2, 1966.

Смирнов Ю. Д. Источники алмазов уральских россыпей. Сб. «Геология россыпей». М., «Наука», 1965.

Сидоренко А. В. Новые данные по россыпям Кольского полуострова. Сб. «Закономерности размещения полезных ископаемых», IV, М., АН СССР, 1960.

Соболев В. С. Геология месторождений алмазов Африки, Австралии, острова Борнео и Северной Америки, М., Госгеолиздат, 1961.

Спичарский Т. Н. Краткий очерк тектоники Сибирской платформы. М.-Л., АН СССР, 1961.

Степанов И. С. Водораздельные алмазоносные образования западного склона Северного Урала. Географ. сборник (Казанский ун-т), № 1, 1966.

Степанов И. С. Условия формирования россыпей в областях четвертичных оледенений (на примере западного склона Среднего и Северного Урала). ДАН СССР, т. 182, № 6, 1968.

Степанов И. С. Асимметрия долин и россыпные месторождения (на примере Вишерского алмазоносного района). Изв. ВГО, т. 102, № 2, 1970.

Трофимов В. С. Коренные алмазоносные породы иные, чем кимберлиты. Советская геология, № 4—5, 1939.

Трофимов В. С. Современные представления о генезисе алмазов. Советская геология, № 4, 1940.

Трофимов В. С. Ресурсы алмазов в зарубежных странах. Минеральные ресурсы зарубежных стран, вып. 7. М.—Л., Госгеолиздат, 1947.

Трофимов В. С. Генетические типы россыпей и закономерности их размещения. Сб. «Закономерности размещения полезных ископаемых», IV, россыпи, Л., Госгортехиздат, 1960.

Трофимов В. С. Основные закономерности размещения и образования алмазных месторождений на древних платформах и в геосинклинальных областях. М., «Недра», 1967.

Файнштейн Г. Х. Фации и палеогеография нижнелейасовых отложений алмазоносных районов северо-восточной части Ангаро-Вилуйского прогиба. Матер. по геол. и полезн. ископ. Якутской АССР, вып. VIII, 1961.

Файнштейн Г. Х., Одинцова М. М. Закономерности размещения алмазов в северной и центральной частях Сибирской платформы. Закономерности размещения полезных ископаемых, т. 4, М., АН СССР, 1960.

Харькив А. Д. Поиски «слепых» кимберлитовых трубок по минералам-спутникам алмаза. Совещание по геологии алмазных месторождений (тезисы докладов), Пермь, 1966.

Харькив А. Д., Мельник Ю. П. и др. Древняя кора выветривания кимберлитовых пород трубки им. XXIII съезда КПСС (Мало-Ботуобинский алмазоносный район). Сб. «Геология, петрография и минералогия магматических образований северо-восточной части Сибирской платформы». М., «Наука», 1970.

Харькив А. Д., Рожков И. С. и др. Древняя кора выветривания кимберлитов трубки им. XXIII съезда КПСС (Якутия). ДАН СССР, т. 188, № 5, 1969.

Шамшина Э. А., Михалев Г. П. Кора выветривания на кимберлитовых породах Алаakit-Далдынского района. Сб. «Геология, петрография и минералогия магматических образований северо-восточной части Сибирской платформы». М., «Наука», 1970.

Шандер Е. В. Аллювий равнинных рек умеренного пояса и его значение для познания закономерностей строения и формирования аллювиальных свит. Тр. ИГН АН СССР, 1951, вып. 135, серия геол. (№ 55).

Шило Н. А. Некоторые черты вещественного состава аллювиальных россыпей Яно-Колымского золотоносного пояса. Тр. Сев.-Вост. компл. научно-исслед. ин-та, вып. 3, 1963.

Шило Н. А., Карташев И. П. Россыпные месторождения золота Северо-Востока СССР. Тр. Всес. научно-исслед. ин-та золота и редких металлов (ВНИИ-1), геология, вып. 50, 51, 1959.

Шукин В. Н., Харькив А. Д., Борис Е. И. Об открытии новой алмазоносной кимберлитовой трубки в Мало-Ботуобинском районе. ДАН СССР, т. 177, № 1, 1967.

Beetz W. Processes of concentration in alluvial and allied diamonds placers of S-WS Central and East Africa, Liege, 1930.

Stutzer O. Die Lagerstätten der Edelsteine und Schmucksteine. Die wichtigsten Lagerstätten der «Nicht-Erze», Band VI, Berlin, 1935.

Wagner P. A. Die Diamantführenden Gesteine Südafrikas. Ihr Abbau und ihre Aufbereitung. Berlin, 1909.

СОДЕРЖАНИЕ

| | Стр. |
|---|------|
| Введение | 3 |
| Общий обзор экзогенных месторождений алмазов | 7 |
| Региональные закономерности размещения экзогенных месторожде- ний алмазов | 19 |
| Структурное положение | 19 |
| Палеогеографические обстановки формирования экзогенных (россыпных) месторождений алмазов | 28 |
| Палеогеографические обстановки формирования экзогенных месторождений алмазов континентального генезиса | 29 |
| Палеогеографические обстановки формирования прибрежно- морских россыпей алмазов | 38 |
| Связь экзогенных месторождений алмазов с рельефом | 42 |
| Особенности вещественного состава экзогенных месторождений алмазов | 49 |
| Локальные закономерности размещения экзогенных месторождений алмазов | 54 |

Нина Петровна Вербицкая и Мария Исаковна Плотникова

Региональные закономерности размещения экзогенных месторождений алмаза

ВЫПУСК 10

Редактор *Г. А. Подиевская*
Техн. редактор *А. А. Иванова*

Художник *А. М. Гиман*
Корректор *Т. В. Минькова*

М-25517 Подп. к печ. 10-ХII-71 г. Печ. л. 5. Уч.-изд. л. 4,85.
Формат бумаги 60×84¹/₁₆ Тираж 600 экз. Заказ 4916. Цена 49 коп.

Типогр. газ. «На страже Родины»

896

- Вып. 1. Региональные и локальные закономерности размещения колчеданно-полиметаллических месторождений.
- Вып. 2. Региональные и локальные закономерности размещения грейзеновых оловянно-вольфрамовых месторождений.
- Вып. 3. Региональные и локальные закономерности размещения эпитермальных золото-серебряных и полиметаллических месторождений.
- Вып. 4. Региональные и локальные закономерности размещения эпитермальных флюоритовых месторождений.
- Вып. 5. Региональные и локальные закономерности размещения стратифицированных медных и свинцово-цинковых месторождений.
- Вып. 6. Региональные и локальные закономерности размещения медно-порфировых месторождений.
- Вып. 7. Региональные и локальные закономерности размещения хромитовых месторождений.
- Вып. 8. Региональные и локальные закономерности размещения месторождений асбеста.
- Вып. 9. Региональные и локальные закономерности размещения эндогенных месторождений алмаза.
- Вып. 10. Региональные и локальные закономерности размещения экзогенных месторождений алмаза.
- Вып. 11. Региональные и локальные закономерности размещения месторождений флогопита.
- Вып. 12. Региональные и локальные закономерности размещения месторождений вермикулита.

НЕДРА