

В.С. ВОЙТОВИЧ

**ПОИСКИ РОССЫПЕЙ  
В КОНГЛОМЕРАТАХ**

УДК 550.81

**Войтович В. С.** Поиски россыпей в конгломератах. М., Недра, 1981. 112 с.

Рассмотрены результаты металлогенических исследований грубообломочных отложений докембрия и фанерозоя отдельных районов, вопросы методики поисков золотоносных конгломератов и изучения грубообломочных отложений для прогнозирования россыпных и коренных месторождений, в том числе погребенных. Отмечается целесообразность широкого внедрения исследований грубообломочных отложений в практику металлогенических, геологосъемочных и поисковых работ. Предлагается разработка единых принципов кодирования данных изучения шлихов четвертичных отложений, протоколов конгломератов и других пород, что важно для составления прогнозных карт.

Для геологов производственных и научно-исследовательских организаций, занимающихся прогнозированием и поисками россыпных месторождений.

Табл. 2, ил. 32, список лит.— 62 назв.

Рецензент канд. геол.-минер. наук *Л. П. Кащеев* (МГРИ)

В  $\frac{20803-139}{043(01)-81}$ —300—81 1904050000

© Издательство «Недра», 1981

В грубообломочных отложениях за рубежом выявлены крупные месторождения золотоносных кварцевых конгломератов и других полезных ископаемых. Генезис месторождений одни исследователи считают россыпным, другие — относят к гидротермальным [Mellor E. T., 1916; Minter W. E., 1976; Pretorius D. A., 1974; Davidson G. F., 1953, 1965; Gratton L. G., 1930 e. a.].

Автор занимался изучением металлогении древних, особенно докембрийских конгломератов, на протяжении нескольких лет совместно с Л. П. Болдовой, И. К. Егоровой, М. С. Коноваловой, Э. П. Степновым, И. К. Стороженко, М. С. Пинаковым, А. Г. Шпилько, С. Б. Хенкиной и др. В процессе исследований отдельные вопросы обсуждались с членом-корреспондентом АН СССР И. С. Рожковым, Г. П. Воларовичем, В. А. Соколовым, А. И. Григорьевой, Ю. К. Гуменным, Т. П. Жадновой, П. Л. Каллистовым, А. Г. Лопатиным, А. Г. Лузановским, В. С. Мельниковым, В. З. и Т. Ф. Негруца, Г. В. Писемским, А. В. Рылеевым, И. Б. Флёровым, Г. В. Фоссом, Б. Н. Шустовым, В. Н. Алексеевым, А. И. Дружининым, Д. К. Зеgebартом, А. С. Лобановым, А. Г. Плетневым и др.

Исследования показывают, что полезные ископаемые в конгломератах большей частью россыпного происхождения. При этом по рудным галькам и россыпным рудным минералам в грубообломочных отложениях (конгломератах, гравелитах и гравийных песчаниках с рассеянными гальками и валунами) нередко удается находить их источники, в том числе коренное оруденение благородных, цветных, редких и черных металлов.

Проблемы металлогении конгломератов рассматривались в трудах советских и зарубежных исследователей [Кренделев Ф. П., Гик Д. К., 1977; Кренделев Ф. П., 1974; Чайка В. М., Попов Ю. В., 1976]. Работы последних лет, в том числе и автора, представили интерес для понимания недостаточно разработанных и мало освещенных в печати вопросов методики поисков металлоносных конгломератов и коренных источников россыпных полезных ископаемых.

Специфика поисков металлоносных конгломератов во многом определяется преимущественно сингенетическим первично россыпным их генезисом. Даже в пределах уникальных месторождений Витватерсранда, где в протерозойских золотоносных и золото-ураноносных конгломератах наблюдаются проявления гидротермальной деятельности и генезис золота и урана вызывает дискуссии, поисковые и разведочные работы в практике освоения месторождений проводились и проводятся на основе гипотезы о метаморфогенно-осадочном первично россыпном их генезисе. Поэтому для прогнозирования и поисков россыпей

в конгломератах и коренных источников полезных ископаемых важны исследования структурно-формационного положения грубообломочных отложений, тектоники и истории формирования вмещающих их структур, палеотектонических и палеогеографических условий накопления этих отложений и их литолого-фациальных особенностей. Методы и некоторые результаты таких исследований рассматриваются в первом разделе работы. Следует заметить, что с учетом специфики докембрийского седиментогенеза, а также последующего метаморфизма отложений все же целесообразен единый историко-геологический принцип изучения конгломератов докембрия и постдокембрия [Сидоренко А. В., 1969 и др.].

В грубообломочных отложениях, особенно в протерозойских кварцито-конгломератовых комплексах, известно и несомненно налаженное, гидротермальное оруденение. Выяснение генезиса полезных ископаемых в конгломератах необходимо для целенаправленных поисков. Во втором разделе работы рассматриваются методы изучения генезиса полезных ископаемых в конгломератах, некоторые детально изученные рудопроявления и месторождения россыпного и гидротермального генезиса и особенности исследований минерального состава грубообломочных отложений. Приводятся примеры, как по россыпным рудным минералам грубообломочных отложений удастся находить их источники, в том числе коренное оруденение различных полезных ископаемых.

В третьем разделе разбирается значение находок в существенно конгломератовых отложениях докембрия и фанерозоя рудных обломков и россыпных минералов для прогноза и поисков коренного оруденения. Отмечается известная аналогия между поисками коренного оруденения по данным шлихового опробования четвертичных рыхлых отложений и шлихо-минералогического изучения более древних конгломератов. Показывается, как результаты изучения существенно конгломератовых отложений в совокупности с другими данными позволяют осуществлять региональное и детальное прогнозирование месторождений различных полезных ископаемых, в том числе труднооткрываемых погребенных. В настоящей книге рассматриваются лишь некоторые вопросы металлогении конгломератов.

Целесообразны дальнейшие исследования проблем металлогении конгломератов и разработка методов поисков в них россыпей, а также коренных источников питания. Данная монография может способствовать поискам металлоносных конгломератов, а также более широкому внедрению в практику научно-исследовательских и производственных геологосъемочных и поисковых работ изучения грубообломочных отложений, использованию их результатов при составлении прогнозно-металлогенетических карт, прогнозировании и поисках россыпных и коренных месторождений.

**ИССЛЕДОВАНИЯ СТРУКТУРНО-ФОРМАЦИОННОГО ПОЛОЖЕНИЯ,  
ЛИТОЛОГО-ФАЦИАЛЬНЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ,  
ПАЛЕОТЕКТОНИЧЕСКИХ И ПАЛЕОГЕОГРАФИЧЕСКИХ  
УСЛОВИЙ ФОРМИРОВАНИЯ  
СУЩЕСТВЕННО КОНГЛОМЕРАТОВЫХ ОТЛОЖЕНИИ**

---

*Изучение структурно-формационного положения грубообломочных отложений и их распространения в отдельных формациях помогает выяснению условий накопления конгломератов и перспектив поисков в них россыпей.*

Конгломераты накапливались практически в течение всей геологической истории Земли, начиная с архея. Однако наиболее интенсивно накопление конгломератов происходило непосредственно за эпохами активизации тектонических процессов, когда формировались эндогенные месторождения и возникали горные поднятия. При их размыве в конгломератах могут в благоприятных условиях накапливаться рудные обломки и минералы, образуя промышленные россыпи. Вследствие этого докембрийские конгломераты приурочены преимущественно к отложениям нижнего и среднего протерозоя. Рассмотрим особенности геотектонического положения этих конгломератов. Среднепротерозойские конгломераты распространены преимущественно во впадинах, мульдах и грабен-синклинальных зонах. Такое структурное положение имеют магнетит-гематитовые золотоносные кварцевые конгломераты месторождения Тарква (Гана), магнетит-гематитовые и сульфидные кварцевые конгломераты некоторых районов Балтийского щита и др. [Рожков И. С., 1967 и др.]. Вмещающие их среднепротерозойские структуры формировались в условиях геотектонического режима, при котором происходил переход от раннедокембрийского протогеосинклинального развития к платформе [Геология и металлогения, 1976]. Рассматриваемые среднепротерозойские структуры по своему геотектоническому положению и внутреннему строению сходны с фанерозойскими впадинами, мульдами и грабенообразными зонами верхнего — орогенного-субплатформенного структурного этажа варисцид [Богданов А. А., 1964; Кратц К. О., Лазарев Ю. И., 1961; и др.]. Такого рода докембрийские и фанерозойские структуры формировались на континентальной коре [Моссаковский А. А., 1975; Новикова А. С., 1975; и др.]. А. А. Моссаковский [1975], отмечая предлагавшиеся разными авторами различные определения этих структур, считает целесообразным повсеместно называть их орогенными. К. В. Боголеповым [1968], А. Е. Шлезингером [1975] и другими исследователями было предложено выделить два типа орогенных структур: протоорогенные (эпигеосинклинальные) и дейтероорогенные (активизации).

В строении среднепротерозойских впадин, мульд и грабен-синклиналиальных зон чаще всего принимают участие орогенные и протоплатформенные формации. В составе протоплатформенных формаций распространены образования кор выветривания, кварцевые конгломераты и метабазиты [Павловский Е. В., 1970; Палей И. П., 1973; Соколов В. А., 1970; и др.]; эти формации обнаруживают черты сходства с платформенными, накопившись они в условиях стабилизации тектонического режима, когда обширные пространства выровненной суши были охвачены мощными процессами химического выветривания.

При металлогенических исследованиях очень важно учитывать распространение в рассматриваемых структурах протоплатформенных формаций, к которым приурочены металлоносные кварцевые конгломераты и другие полезные ископаемые.

Во многих орогенных — протоплатформенных структурах наблюдается последовательная смена орогенных молассовой, молассоидной или вулканогенно-молассоидной формаций протоплатформенной терригенной, которая трансгрессивно налегает непосредственно на доорогенные интенсивно дислоцированные образования и характеризуется наиболее широким распространением образований древней коры выветривания и кварцевых конгломератов; в меньшем количестве кварцевые конгломераты наблюдаются и в вышележащих протоплатформенных формациях. Эту закономерность важно учитывать при изучении положения грубообломочных отложений в формационных рядах орогенных — протоплатформенных структур. Охарактеризуем особенности геотектонического положения раннепротерозойских кварцевых конгломератов.

Раннепротерозойские золотоносные и золото-ураноносные сульфидные кварцевые конгломераты широко распространены в крупной Витватерсрандской протоплатформенной впадине, расположенной в пределах жесткого архейского Каапвальского кратона Южной Африки [Mellor E. T., 1916; Pelletier R. A., 1964; Körrel H. H. e. a., 1974]. В его пределах формировались мощные вулканогенно-осадочные отложения и вулканы системы Свазиленд, которые в конце архея были прорваны гранитоидами, что привело к консолидации кратона. Он оставался консолидированным в течение всей послеархейской истории развития. Некоторые исследователи раннепротерозойскую Витватерсрандскую впадину, расположенную внутри кратона, относят к разряду геосинклиналиальных структур [Дементьев П. К. и др., 1975]. Однако с этим трудно согласиться, поскольку Витватерсрандская впадина сложена отложениями протоплатформенных формаций с образованиями кор выветривания, кварцевыми конгломератами и железистыми кварцитами. К тому же и сами исследователи отмечают, что впадина формировалась на консолидированной коре в результате процессов тектонической активизации, что не характерно для геосинклиналией. В соот-

ветствии с этим Витватерсрандская впадина близка к дейтеророгенным структурам активизации, в отличие от большей части среднепротерозойских впадин, мульды и грабен-синклинальных зон, которые являются протоорогенными (эпигеосинклинальными).

Раннепротерозойские сульфидные кварцевые конгломераты развиты также в сложно построенных грабен-синклинальных структурах, например, на Восточно-Европейской платформе в районе Кривого Рога и Курской магнитной аномалии. Некоторые исследователи рассматривают грабен-синклинальные структуры Кривого Рога и Курской магнитной аномалии как протоплатформенные, тем более что они заложены и формировались в окраинных частях архейских массивов и тем самым имеют черты сходства с краевыми прогибами [Писемский Г. В., Плетнев А. Г., 1972; и др.]. Кроме того, эти структуры по форме в плане сходны с эпиплатформенным Рейнским рифтовым грабеном [Петров Б. Н., 1973]. Однако местами в рассматриваемых структурах, судя по геофизическим данным, отсутствует или утонен гранитный слой земной коры, что свидетельствует об их раскрытии до эвгеосинклинальных трогов. Это, а также интенсивная дислоцированность протерозойских отложений позволяет считать рассматриваемые структуры протогеосинклинальными [Геология и металлогения, 1976], хотя при своем заложении они, вероятно, были близки к эпиплатформенным грабенообразным прогибам. Заметим в связи с этим, что заложение многих геосинклиналей, в том числе и эвгеосинклиналей, начинается с «грабеновой» стадии. Кварцевые конгломераты в грабен-синклинальных троговых структурах развиты в составе кварцито-конгломератовой формации, кверху сменяющейся железисто-кремнисто-сланцевой с хемогенными железистыми кварцитами. Обе эти формации накапливались во время, когда прилегающие к трогам части архейских массивов были малоподвижными и охвачены процессами химического выветривания в протоплатформенных условиях.

Таким образом, в раннем протерозое лишь в отдельных консолидированных архейских массивах или непосредственно близ них существовали благоприятные условия для накопления кварцевых конгломератов. Источниками обломочного материала и россыпных рудных минералов являлись вулканогенно-осадочные отложения с рудными полезными ископаемыми в них.

В среднем протерозое на большей части древних щитов произошло замыкание протогеосинклиналей, образовалась жесткая кора континентального типа и в ряде районов создались благоприятные условия для широкого формирования в орогенных и протоплатформенных условиях существенно конгломератовых грубообломочных отложений. В это время источниками обломочного материала и россыпных рудных минералов являлись как архейские, так и раннепротерозойские разнообразные по со-

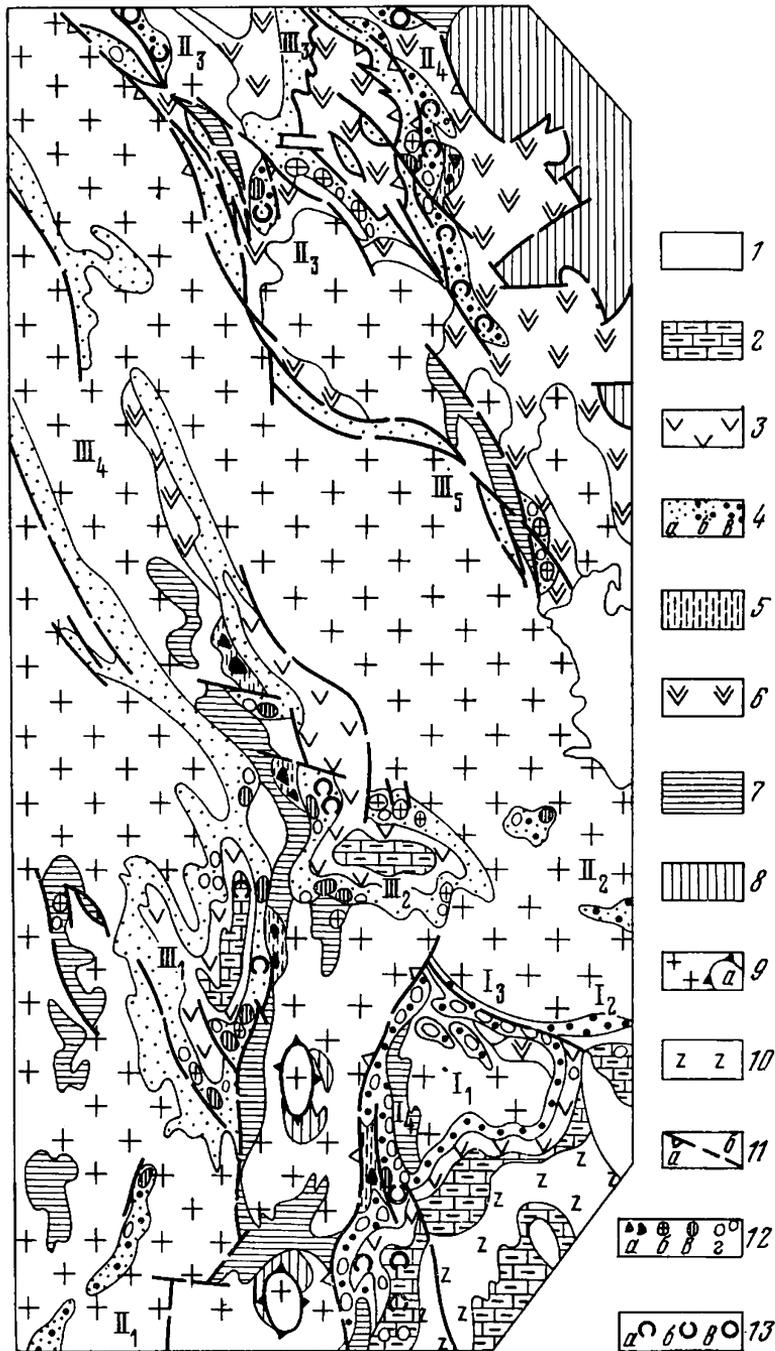


Рис. 1. Схема геологического положения протерозойских конгломератов части докембрийского щита.

1 — четвертичные отложения; 2—4 — протоплатформенные формации: 2—терригенно-карбонатная, 3 — вулканогенная, местами с терригенной толщей в средней части, 4 — нижняя терригенная (а — мощностью 250—1300 м с преобладанием морских отложений, б — мощностью 200—350 м с преобладанием прибрежно-морских осадков, в — мощностью 10—180 м, преимущественно континентальные отложения), 5 — орогенные молассовая, молассоидная и вулканогенно-молассоидная формации; 6—7 — протогеосинклинальные форма-

ставу образования с различными месторождениями и рудопроявлениями. Поэтому в районах широкого распространения среднепротерозойских конгломератов они часто представлены разнообразными литологическими типами с различными шлихо-минералогическими ассоциациями; так, например, наблюдаются сульфидные и магнетит-гематитовые кварцевые конгломераты (рис. 1).

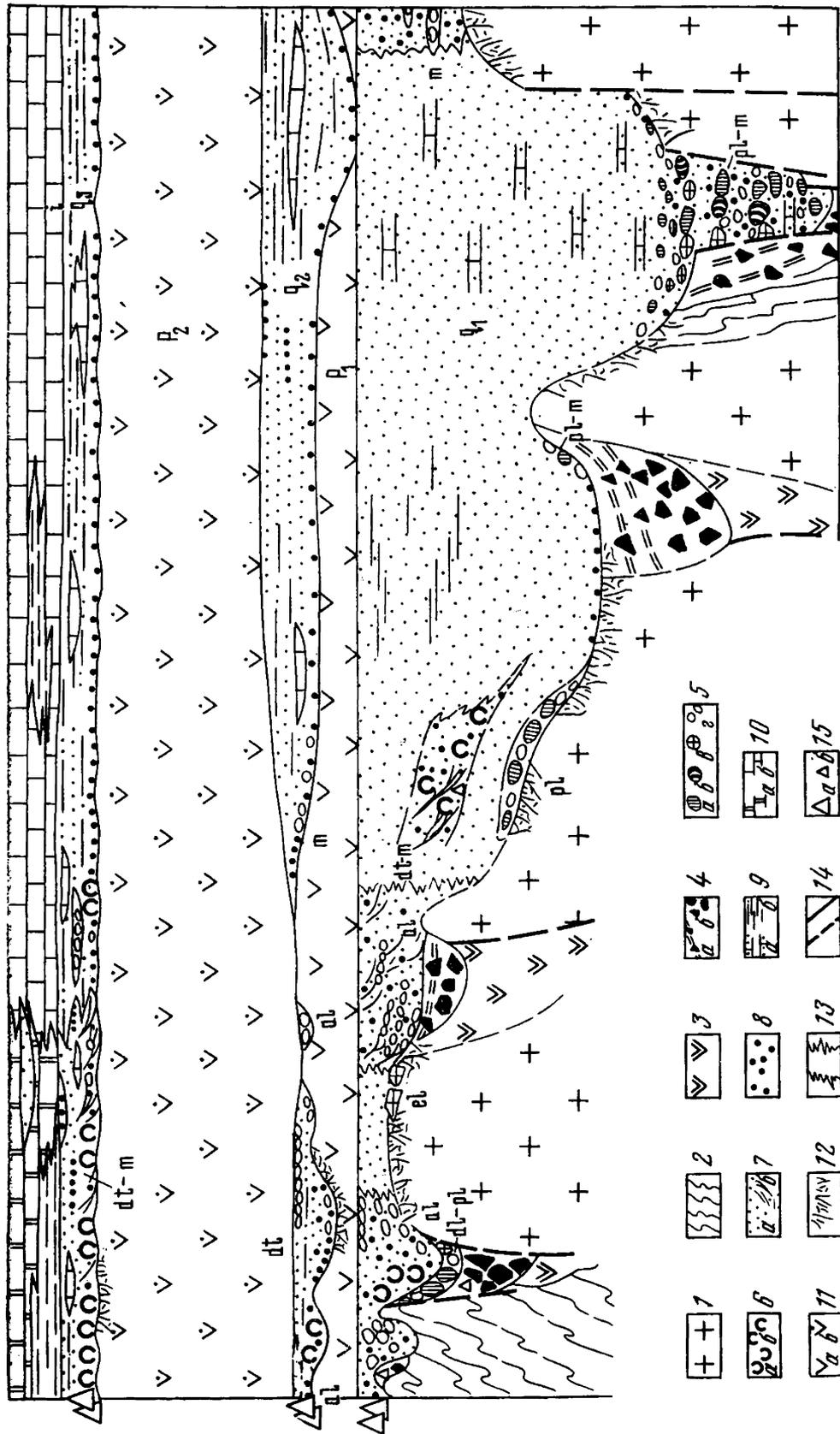
Нужно заметить, что развивались представления о примерно одном возрасте всех докембрийских золотоносных и золото-ураноносных кварцевых конгломератов мира, которые повсеместно накапливались около 2,8—2 млрд. лет тому назад [Салоп Л. И., 1972; и др.]. Так, металлоносные кварцевые конгломераты Витватерсранда (ЮАР), Жакобины (Бразилия), района Онтарио Канадского щита, ятулийского отдела среднего протерозоя Балтийского щита и другие являются примерно одновозрастными и накапливались после замыкания протогеосинклиналей архей — раннего протерозоя [подробнее см. Салоп, 1972]. Этой оригинальной и заслуживающей внимания точке зрения все же противоречат результаты геологических исследований в ряде районов древних щитов, где установлены кварцевые конгломераты и в интенсивно дислоцированных протогеосинклинальных образованиях раннего протерозоя и в перекрывающих их с резким несогласием среднепротерозойских отложениях, накапливавшихся в орогенных и протоплатформенных условиях.

Вопросы стратиграфического сопоставления протерозойских металлоносных кварцевых конгломератов в глобальном масштабе требуют дальнейших исследований.\*

---

\* Как известно, получили широкое признание представления о расчленении докембрия на архей, нижний и верхний протерозой [Келлер Б. М., Кратц К. О., Митрофанов Ф. П. и др., 1977 г.]. В соответствии с этим ранее выделявшиеся отложения среднего протерозоя обычно включают в состав раннего протерозоя. Однако среднепротерозойские отложения с резким несогласием налегают на более древние образования. Поэтому целесообразно сохранить укоренившиеся представления о среднем протерозое, рассматривая в совокупности нижний и средний протерозой как стратиграфическую единицу такого же ранга, как архей и верхний протерозой (рифей).

ции: 6 — поздние протогеосинклинальные (предорогенные) с преобладанием зеленокаменных вулканитов, образующие вулканические пояса, 7 — ранние протогеосинклинальные с преобладанием метаморфизованных вулканогенно-осадочных отложений, участвующие в строении синклинориев, троговых грабен-синклинориев, чешуйчатых моноклиналей и других структур; 8—9 — нуклеарный гранитизированный гранито-гнейсовый комплекс: 8 — гранитизированные кристаллические сланцы, гнейсы и гранито-гнейсы; 9 — гнейсо-граниты с широким распространением катархейских первых гранитоидов Земли (а — отдельные гранито-гнейсовые купола); 10 — интрузии габбро-диабазов, преимущественно силлы; 11 — разломы (а — прослеженные, б — предполагаемые, зубцами обозначены наклоны плоскостей сместителей); 12—13 — конгломераты: 12 — с обломками разнообразных пород (а), преимущественно гранитоидов (б), кварцитов и сланцев (в) и кварца (г), 13 — кварцевые магнетит-гематитовые (а), сульфидные (б) и обогащенные магнетитом, гематитом и сульфидами (в). Цифрами обозначены отдельные орогенные — протоплатформенные структуры с нижней протоплатформенной терригенной формацией мощностью 1—10—180 м (1—2 — борта впадины, 3—4 — грабен-синклинальные зоны), 11—200—400 м (1 — грабен-синклинальная зона, 2—4 — мульды, наложенные синклинали и блоковые структуры), III—250—1300 м (1, 2 — впадины, 3—5 — мульды, грабен-синклинальные и блоковые структуры)



Независимо от особенностей структурно-формационного положения и возраста докембрийских кварцевых конгломератов, они приурочены к формациям и структурам, сформировавшимся на континентальной коре или непосредственно близ обширных устойчивых блоков континентальной коры, подвергавшихся химическому выветриванию.

Фанерозойские грубообломочные отложения наиболее широко распространены в орогенных или орогенных — субплатформенных впадинах и грабенообразных структурах. Такое структурно-формационное положение имеют палеоген-неогеновые гравийные песчаники, гравелиты и конгломераты с россыпями золота Клондайка (Канада), Калифорнии и Австралии. Существенно кварцевые конгломераты в этих отложениях формировались в те промежутки времени, когда происходила некоторая стабилизация тектонического режима, сглаживание горных поднятий и интенсивно развивались процессы химического выветривания на поверхности суши в условиях жаркого и влажного климата. Терригенные отложения с кварцевыми гравелитами и конгломератами и россыпи в них известны также в чехле платформ.

Изучение структурно-формационного положения грубообломочных отложений докембрия и фанерозоя позволяет выявить конгломераты, развитые в структурах и формациях, которые формировались в условиях, когда происходило интенсивное химическое выветривание в тектонически стабилизированной, малоподвижной области сноса обломочного материала, что является благоприятным фактором для образования россыпей.

Рассмотрим особенности формаций и развитых в их составе существенно конгломератовых отложений типичного формационного ряда среднего протерозоя (см. рис. 1 и рис. 2), которые слабо метаморфизованы в условиях зеленосланцевой фации

Рис. 2. Схема положения конгломератов в сводном разрезе протоплатформенных формаций части докембрийского щита.

1—3—доорогенные образования: 1 — гнейсо-граниты частично ремобилизованные, 2, 3 — метаморфизованные и интенсивно дислоцированные вулканогенно-осадочные отложения (2) и зеленокаменные вулканиты (3); 4 — орогенные формации (а — песчаники, сланцы и туфосланцы частично тонкослоистые и содержащие рассеянные гальки и валуны, б — полимиктовые конгломераты и конгломерато-брекчии); 5—12 — отложения протоплатформенных формаций, 5, 6 — конгломераты: 5 — с гальками и валунами преимущественно кварцитов и сланцев (а), железистых кварцитов (б), гнейсо-гранитов (в) и кварца (г), 6 — кварцевые сульфидные (а) и магнетит-гематитовые (б), 7 — песчаники (а), в том числе косослоистые (б), 8 — гравелиты и отдельные гравийные обломки, 9 — карбонатсодержащие песчаники и кварциты (а) и сланцы (б), 10 — доломиты (а) и известняки (б), 11 — метапорфириты и метадиабазы (а), метапорфириты, частью миндалекаменные (б), 12 — образования кор выветривания; 13 — фациальные переходы; 14 — погребенные тектонические уступы; 15 — россыпные проявления (а — многочисленные, б — единичные с редкими знаками).

q<sub>1</sub> — нижняя протоплатформенная терригенная формация мощностью 10—1300 м; вулканогенная формация: p<sub>1</sub> — толща метабазитов мощностью 50—100 м, q<sub>2</sub> — терригенная толща мощностью 5—130 м, p<sub>2</sub> — толща метабазитов мощностью 200—400 м; терригенно-карбонатная формация: q<sub>3</sub> — терригенная толща мощностью 30—60 м, i — карбонатная толща мощностью более 200 м.

Генетические типы существенно конгломератовых отложений: el — элювиальные, dl — дельвиальные, pl — пролювиальные, al — аллювиальные, dt — дельтовые, m — прибрежно-морские

регионального метаморфизма. Формационный ряд начинается орогенными формациями, которые распространены в небольших разобщенных грабенообразных структурах или в отдельных частях крупных впадин, мульд и грабен-синклиналильных зон, сложенных, в основном, вышележащими протоплатформенными формациями. Орогенная молассовая формация местами почти целиком сложена грубообломочными отложениями с преобладанием валунных или валунно-галечных полимиктовых конгломератов, которые на отдельных участках вверх по разрезу и отчасти по простиранию замещаются песчаниками, сланцами и туфосланцами, иногда с тонкой ленточной слоистостью; спорадически в них встречаются рассеянные гальки и валуны.

Отдельные исследователи, подчеркивающие связь древних оледенений с эпохами горообразования, считают, что в рассматриваемых орогенных формациях присутствуют тиллиты. По другим, более распространенным представлениям, грубообломочные отложения орогенных формаций преимущественно делювиально-пролювиальные и пролювиальные. Нельзя исключать также, что при накоплении этих отложений отдельные временные потоки возникали за счет таяния ледников, поскольку конгломераты сменяются кверху ленточно-слоистыми осадками, сходными с озерно-ледниковыми. Вероятно, при накоплении среднепротерозойских орогенных формаций климат был относительно холодным и процессы химического выветривания не происходили сколько-нибудь интенсивно.

Палеотектонические и палеогеографические условия накопления орогенных формаций определялись их формированием за замыканием протогоеосинклиналей, на месте которых возникли складчатые сооружения. В горных поднятиях или в непосредственной близости от них в результате денудации формировались грубообломочные отложения с широким распространением валунно-галечных полимиктовых конгломератов. Их накопление происходило в отдельных разобщенных, нередко грабенообразных прогибах и впадинах, что вообще характерно для орогенного этапа развития.

Нижняя протоплатформенная терригенная формация характеризуется совершенно иными особенностями состава и условиями формирования. В ее основании на многих участках развиты образования коры выветривания. Формация чаще всего имеет ритмичное или цикличное строение со сменой снизу вверх существенно конгломератовых отложений песчаниками и кварцитами, в верхах формации иногда вновь появляются конгломераты. На этом фоне нередко наблюдаются осложняющие осадочные ритмы или циклы также с конгломератами в основании.

В нижней протоплатформенной терригенной формации местами развиты преимущественно континентальные отложения мощностью 10—180 м, а на большей части площади — морские мощностью 250—1300 м.

Континентальные отложения наблюдаются в юго-восточной части рассматриваемой территории, где значительно распространены, особенно в грабен-синклинальных зонах (см. рис. 1—1—3, 4, см. также рис. 5, 6, 13—15) аллювиальные косослоистые гравийные песчаники, гравелиты и кварцевые конгломераты; местами в основании и низах развиты делювиально-пролювиальные и пролювиальные валунно-галечные полимиктовые конгломераты. Состав и мощности этих отложений отличаются в разных синклиналях, грабен-синклиналях и опущенных блоках, а иногда также в разных частях отдельных структур. Кварцевые конгломераты иногда составляют более 40—50% отложений, в то время как на других участках мало распространены или отсутствуют вовсе (рис. 3).

Охарактеризованные отложения замещаются выдержанными тонкослоистыми песчаниками и кварцитами озерно-бассейнового генезиса мощностью 30—60 м, которые развиты преимущественно в бортовых частях крупной впадины (см. рис. 1—1—1, 2); местами в них присутствуют слои гравелитов и сланцев, а также элювиальные брекчии в основании.

На остальной территории распространены преимущественно морские отложения с преобладанием песчаников и кварцитов, местами с прослоями сланцев и карбонатных пород; они замещаются прибрежными гравийными песчаниками и гравелитами; локально в низах и реже в средней части развиты грубообломочные отложения с полимиктовыми и кварцевыми конгломератами, которые накапливались в пролювиальных, аллювиальных, дельтовых и прибрежных условиях близ берегов древнего морского бассейна. Он в отдельные промежутки времени, особенно в начале формирования формации, включал узкие линейно-вытянутые и широкие, овальные в плане заливы, контуры которых можно ориентировочно наметить по распространению конгломератов в бортовых частях структур. Рассматриваемые отложения обнаруживают существенные различия по составу и мощности, особенно в разных структурах, где, вероятно, существовали различные палеотектонические условия накопления осадков.

Например, в узких грабен-синклинальных зонах, небольших мульдах и синклиналях распространены преимущественно прибрежные отложения с преобладанием гравийных песчаников и гравелитов, часто плохо сортированных, накапливавшихся в условиях быстрого захоронения обломочного материала без существенного его перемывания, мощность формации от 200 до 350 м (см. рис. 1 и рис. 4—II). При ее накоплении, вероятно, происходили быстрые нисходящие тектонические вертикальные движения земной коры сравнительно небольшой амплитуды.

На остальной площади, особенно в крупных впадинах, мульдах и блоках развиты отложения более мощные и разнообразные по составу, накапливавшиеся в условиях длительного про-

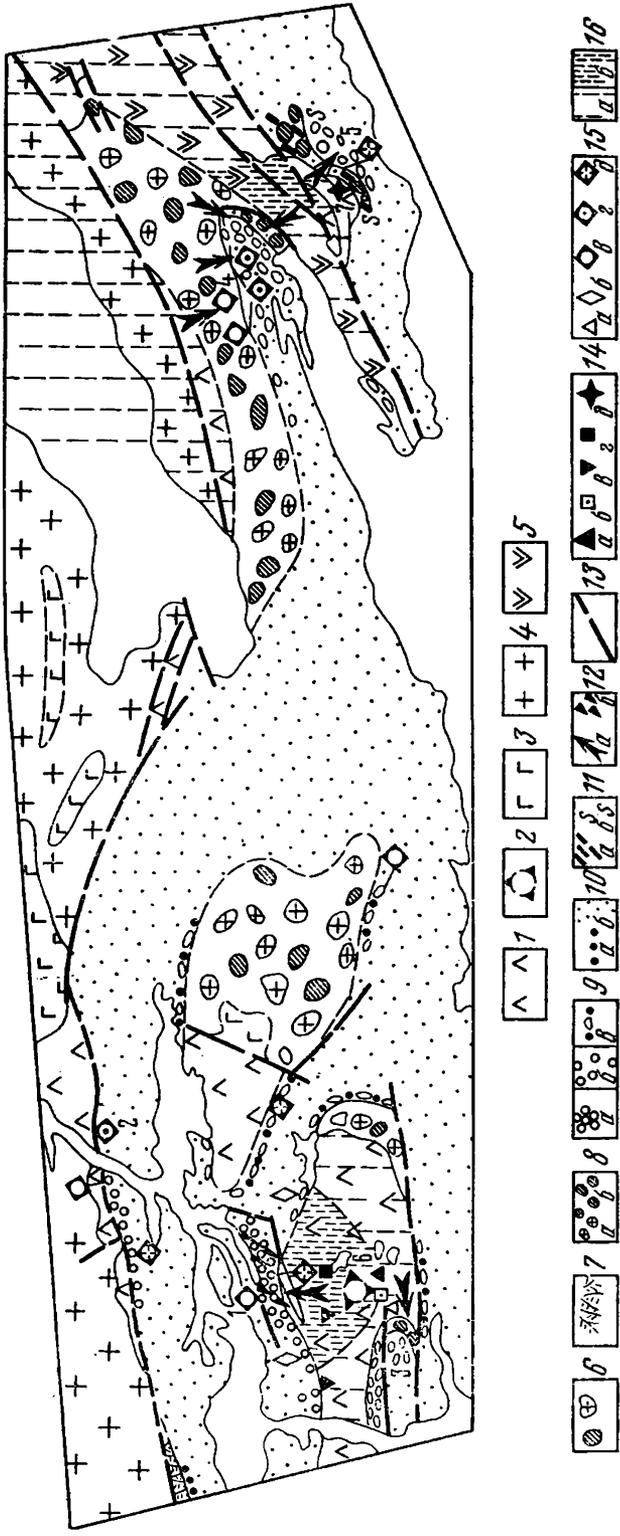


Рис. 3. Схема распространения конгломератов нижней платформенной терригенной формации в юго-западной части Грибен-синклинальной зоны.

1—5 — доорогенные образования: 1 — метаморфизованные вулканогенные и вулканогенно-осадочные отложения, 2 — предположительно околожелезные образования вулканического аппарата, 3 — габбро-амфиболиты, 4 — гнейсо-граниты, 5 — зеленокаменные вулканы; 6 — орогенные формации с преобладанием валуных, валуно-галечных и валуно-глыбово-щебнистых конгломератов и конгломерато-брекчий с обломками сланцев, кварцитов, вулкаников и гнейсо-гранитов; 7—11 — нижняя прогипотформенная терригенная формация: 7 — образования коры выветривания, 8 — базальные валуно-галечные полимиктовые конгломераты и конгломерато-брекчии преимущественно с обломками гранитоидов (а), сланцев и кварцитов (б), 9 — кварцевые конгломераты, составляющие 40—50% и более (а), 20—40% (б) и менее 20% (в) отложений формации, 10 — а — гравелиты, б — терригенные отложения на плохо обнаженных участках и под прогерозойскими образованиями, перекрывающими формацию, где распространена в ней конгломератов и гравелитов не выяснена, 11 — ультраосновное вещество (а) и сульфиды, преимущественно пирит и пирротин (б) в конгломератах; 12 — преобладающее направление сноса обломочного материала конгломератов (а) и древние русла (б); 13 — разломы; 14—15 — проявления полезных ископаемых: 14 — коренные: сульфидные руды (а), окварцованные и пиритизированные карбонатные породы с галенитом (б), графитные породы (в), вторичные кварциты (г) и зоны пиритизации с кварцевыми жилами (д), 15 — различные россыпные в конгломератах (а—б); 16 — области сноса обломочного материала конгломератов (а); в том числе участки вероятных концентраций коренного оруднения (б).

Цифрами обозначены отдельные участки развития кварцевых конгломератов и проявления полезных ископаемых

гибания областей седиментации в результате устойчивых вертикальных нисходящих движений земной коры. Здесь широко распространены песчаники и кварциты, местами со значительным развитием сланцев и карбонатсодержащих песчаников. Мощность формации в одной из впадин (см. рис. 1 и рис. 4—III—2) — 250—600 м, в другой впадине (см. рис. 1 и рис. 4—III—1) — 270—1000 м, в остальных структурах — 600—1300 м. В наиболее сложно построенной впадине (см. рис. 1 и рис. 4—III—1, см. также рис. 7 и 8) распространены грубообломочные отложения, представленные гравийными песчаниками с рассеянными гальками и валунами, кварцевыми и полимиктовыми конгломератами, которые резко изменяются по составу и мощности в палеодепрессиях, в том числе грабенообразных, испытывавших различные по амплитуде прогибания. Таким образом, в нижней протоплатформенной терригенной формации распространены полимиктовые валунно-галечные и кварцевые конгломераты.

Полимиктовые конгломераты развиты в основании и нижней части формации и обычно переслаиваются с гравийными песчаниками, содержащими рассеянные гальки и валуны. Такие грубообломочные отложения мощностью от 0,5—2 до 7—15 м прослеживаются локально в бортовых частях структур. На отдельных участках мощность грубообломочных отложений достигает 90—100 и 300—480 м, причем наибольшие мощности наблюдаются в погребенных грабенообразных прогибах; в составе этих отложений преобладают полимиктовые конгломераты, в верхней их части на отдельных участках наблюдаются также кварцевые конгломераты.

По составу обломочного материала валунно-галечные конгломераты часто аркозовые (кварцево-гранитные), местами содержат преимущественно обломки кварцитов и кварца, филлитовидных сланцев, иногда с железистыми кварцитами, а также вулканитами, гнейсами и другими породами. На отдельных участках заполняющая масса полимиктовых конгломератов темно-серая до черной, обогащенная углеродистым веществом в результате размыва более древних графитистых сланцев, такие сланцы наблюдаются также в гальках и валунах.

Кварцевые конгломераты обычно развиты выше по разрезу, чем полимиктовые, но на тех участках, где последние отсутствуют, иногда прослеживаются в основании формации. Они образуют слои и быстро выклинивающиеся линзы мощностью от 0,5 до 3—4, изредка до 10—12 м. Наблюдаются также выдержанные залежи переслаивающихся кварцевых конгломератов, гравелитов и песчаников мощностью 8—20 м. На отдельных участках конгломераты и вмещающие их гравелиты и песчаники обогащены магнетитом, мартитом и гематитом или пиритом иногда с пирротинном и другими сульфидами, причем эти минералы нередко образуют струи рудного шлиха, подчеркивающие слоистость.



Палеотектонические и палеогеографические условия формирования нижней протоплатформенной терригенной формации определялись ее накоплением непосредственно за орогенным этапом развития. Горные поднятия были уже в значительной степени сnivelированы и существовали лишь локально, в то время как обширные пространства пенепленизированной суши подвергались химическому выветриванию в условиях жаркого и влажного климата.

Формирование грубообломочных отложений с конгломератами происходило в разнообразных фациальных условиях: в древних пролювиальных конусах выноса, в реках, в прибрежных частях бассейнов, особенно на участках, куда впадали дельты рек или конусы выноса.

Фациальная изменчивость терригенных отложений нижней протоплатформенной формации обнаруживает зависимость от особенностей тектоники вмещающих их структур. Так, в сложно построенных грабен-синклинальных зонах, которые осложнены небольшими, местами шириной не более 1—3 км, синклиналями, грабен-синклиналями и блоками, резкие фациальные изменения нередко происходят на протяжении первых километров: выделяются участки протяженностью около 2—3 км, где в терригенной формации кварцевые конгломераты составляют 50% и более ее состава, в то время как рядом они могут полностью отсутствовать. В просто построенных структурах, например, в бортах впадин терригенная формация и грубообломочные отложения в ней более выдержанные. Детальные исследования среднепротерозойских структур показывают, что при накоплении нижней протоплатформенной терригенной формации происходило заложение и конседиментационное развитие многих структурных форм, в том числе и небольших; многие разрывные нарушения были выражены уступами в древнем рельефе и опреде-

Рис. 4. Схема распространения конгломератов нижней протоплатформенной терригенной формации в бортовых частях впадины и палеогеография времени их накопления.

1 — нижняя протоплатформенная терригенная формация: *a* — мощностью 200—250 м с преобладанием плохо сортированных гравийных песчаников и гравелитов, *b* — мощностью 270—1000 м с преобладанием песчаников и локально с мощными грубообломочными отложениями, выполняющими палеодепрессии, в том числе: *в* — с широким развитием карбонатсодержащих песчаников, *г* — мощностью 250—600 м преимущественно песчаники с прослойками сланцев; 2—3 — конгломераты: 2 — полимиктовые преимущественно валунно-галечные с обломками кварцитов (*a*), сланцев (*b*), железистых кварцитов (*в*), гнейсо-гранитов (*г*) и кварца (*д*), 3 — кварцевые (*a*), в том числе магнетит-гематитовые (*b*); 4 — образования коры выветривания; 5 — разломы, предположительно контролирующее распределение литофаций и мощностей отложений терригенной формации, бергштрихами обозначены предполагаемые древние тектонические уступы; 6 — предполагаемая граница морского палеобассейна; 7 — области размыта в начале накопления формации и грубообломочных отложений (*a* — предположительно пенепленизированные, охваченные процессами химического выветривания, *b* — горные массивы); 8 — древние конусы выноса (*a*) и реки (*b*); 9 — участки размыта коренных источников рудных обломков и россыпных минералов конгломератов (*a*) и предполагаемые участки концентрации коренного оруденения (*b*); 10 — россыпные проявления (*a*), в том числе наиболее крупные (*b*); 11—19 — рудные минералы россыпного генезиса: 11 — относительно крупные, свыше 0,5 мм (*a*) и более мелкие (*b*), 12—19 — различного размера: 12 — галенит, 13 — сфалерит, 14 — халькопирит, 15 — киноварь, 16 — молибденит, 17 — барит, 18 — арсенипирит, 19 — хромит (залитые — со значительными содержаниями)

ляли распределение разных литофаций грубообломочных отложений.

Палеотектонические и палеогеографические условия формирования грубообломочных отложений вышележащих протоплатформенных формаций характеризуются следующими особенностями. На рассматриваемой территории среди вулканогенной формации прослеживается маломощная терригенная толща с конгломератами (см. рис. 2, см. также рис. 13—15). Она накапливалась на поверхности застывших лавовых покровов в отдельных разобщенных прогибах. В них происходило отложение аллювиальных и озерно-бассейновых осадков с аллювиальными и дельтовыми кварцевыми, в том числе магнетит-гематитовыми конгломератами. Эти отложения, в свою очередь, перекрыты вулканитами.

Вышележащая терригенно-карбонатная формация (см. рис. 2, см. также рис. 17) на значительной площади накапливалась на поверхности застывших лавовых покровов, но на ряде участков она трансгрессивно налегает непосредственно на доорогенные интенсивно дислоцированные образования. Ее накопление происходило в обширном морском палеобассейне, лишь в окраинных прибрежных частях которого формировались дельтовые и прибрежные грубообломочные отложения с кварцевыми, в том числе магнетит-гематитовыми конгломератами.

Следует отметить важную общую особенность палеотектонических условий формирования конгломератов протоплатформенных формаций. В это время в результате вертикальных пульсационных, колебательных движений земной коры неоднократно чередовались формирование коры выветривания и ее размыв. Этим же обусловлена ритмичность или цикличность в терригенных отложениях, причем кварцевые конгломераты и россыпи в них преимущественно приурочены к онованию и низам ритмов или циклов. Нередко во время фаз поднятий суши, кроме коры выветривания, размывались также и подстилающие ее неизменные породы. В результате этого в конгломератах, формировавшихся неподалеку от размывавшейся суши, местами происходило накопление и малоустойчивых при выветривании рудных минералов.

Исследования распространения грубообломочных отложений в разных формациях и осложняющих их циклах и ритмах помогают раскрыть многие палеотектонические и палеогеографические условия формирования конгломератов и закономерности их локализации, что важно для поисков россыпей.

*Изучение тектоники и истории формирования структур, вмещающих грубообломочные отложения, помогает поискам россыпей в конгломератах и коренных источников питания. Структуры орогенного—протоплатформенного структурно-формационного комплекса древних щитов представлены преимущественно сложно построенными узкими грабен-синклинальными зонами и*

более крупными и более простыми по строению впадинами и мульдами. Рассмотрим некоторые особенности строения и истории формирования этих структур, которые необходимо учитывать при их изучении.

Грабен-синклиналильные зоны состоят из синклиналей, грабен-синклиналей и небольших опущенных блоков, которые разделены выступами доорогенных интенсивно дислоцированных образований. Синклинали и грабен-синклинали линейные и брахиформные, углы наклона их крыльев составляют  $20-50^\circ$ , реже более крутые. Одна детально изученная синклиналиль (рис. 5) характеризуется округлым в плане центриклинальным замыканием, она осложнена большим числом продольных взбросов и сбросов, прослеживающихся на местности прямолинейными ложбинами или уступами и сопровождающихся зеркалами скольжения и зонами рассланцевания. Амплитуды вертикальных смещений по продольным разрывным нарушениям изменяются от нескольких до  $100-120$  м (см. рис. 5, разрез). По некоторым продольным разломам происходили также горизонтальные перемещения амплитудой около  $250-300$  м. Как вертикальные, так и горизонтальные перемещения по разломам следует учитывать при поисках смещенных по ним кварцевых конгломератов и россыпей. На примере рассмотренной синклинали хорошо видно, что для изучения и опробования в обнажениях полных разрезов грубообломочных отложений наиболее благоприятны обнаженные части центриклинальных (или периклиналильных) замыканий складок, поскольку на их крыльях контакты терригенных толщ вследствие смещений по продольным разрывным нарушениям часто не выступают на поверхность и могут быть вскрыты лишь буровыми скважинами или шурфами.

Рассмотрим еще две синклиналильные структуры грабен-синклиналильной зоны, разделенные выступом доорогенных образований (рис. 6). Одна из них несколько асимметрична: ее западное крыло более пологое ( $15-20^\circ$ ), чем восточное ( $40-50^\circ$ ). В другой структуре асимметрия выражена гораздо резче: ее восточное крыло характеризуется моноклиналильным пологим, около  $5-15^\circ$ , падением слоев, в то время как западное разбито продольными взбросами и надвигами на узкие блоки, в которых наблюдаются крутые, близкие к вертикальным, а местами опрокинутые углы падения слоев (см. рис. 6, по АБВ и ГД). Следует заметить, что для рассматриваемой и других среднепротерозойских грабен-синклиналильных зон древних щитов часто характерна вергентность, выраженная запрокидыванием осевых плоскостей складок, а также наклонами преимущественно в одном направлении плоскостей продольных разрывных нарушений. Это связано с надвиганием на среднепротерозойские грабен-синклиналильные зоны по ограничивающим их разломам более древних образований. В результате этих тангенциальных движений и обусловленного ими общего тангенциального сжатия



в грабен-синклинальных зонах нередко тектонически сорваны полого залегающие стратиграфические контакты терригенных отложений в результате некоторого проскальзывания их относительно подстилающих или перекрывающих образований. Такие срывы сопровождаются брекчированием и рассланцеванием пород зоны контакта, а иногда также наложенной минерализацией, например пиритизацией, что следует учитывать при выяснении генезиса полезных ископаемых в грубообломочных отложениях.

Для отдельных структурных форм грабен-синклинальных зон устанавливаются признаки длительного, отчасти конседиментационного развития. Так, приуроченность к северному центриклинальному замыканию рассмотренной выше синклинали (см. рис. 5) базальных валунно-галечных полимиктовых конгломератов нижней протоплатформенной терригенной формации, вероятно, свидетельствует, что очертания складки на этом участке унаследовали контуры древнего рельефа. Срезание в ядре этой же синклинали sillом габбро-диабазов слоев подстилающих среднепротерозойских отложений (см. рис. 5, разрез) свидетельствует, что перед его внедрением синклиналь уже существовала, хотя и в виде очень пологого прогиба. В двух других рассмотренных синклинальных структурах, разделенных выступом досреднепротерозойских образований (см. рис. 6), базальные грубообломочные отложения нижней протоплатформенной терригенной формации существенно различаются по составу в крыльях складок. В этих отложениях преобладают обломки близлежащих досреднепротерозойских пород, в том числе выходящих в антиклинальном выступе между синклиналями. Это значит, что при накоплении базальных грубообломочных отложений существовали прогибы, примерно соответствующие контурам нынешних синклиналей, причем они были разделены размывавшимся поднятием древнего рельефа.

Исследования истории формирования отдельных небольших структурных форм грабен-синклинальных зон важны для выяснения палеогеографии времени накопления грубообломочных отложений, что нужно учитывать при поисках россыпей и их источников. В то же время отметим, что среднепротерозойские

Рис. 5. Схема строения синклинали.

1 — доорогенные интенсивно дислоцированные отложения с преобладанием сланцев; 2 — полимиктовые конгломераты орогенной формации (а), базальные валунно-галечные полимиктовые конгломераты (б) и вышележащие песчаники, гравелиты и кварцевые конгломераты (в) нижней протоплатформенной терригенной формации; 3—5—вулканиты и терригенные отложения вулканогенной формации: 3 — метапорфириты и метадиабазы, 4 — песчаники и гравелиты (а — на схеме, б — на разрезе), 5 — метапорфириты и метаманделъштейны; 6—7—отложения терригенно-карбонатной формации: 6—песчаники, гравелиты и кварцевые конгломераты (а — на схеме, б — на разрезе), 7 — сланцы; 8 — габбро-диабазы; 9 — дайки среднего состава; 10 — четвертичные отложения и озера; 11 — разломы (а), в том числе выраженные в рельефе зияющими тектоническими щелями (б), и зоны рассланцевания (в); бергштрихами показаны уступы в рельефе, стрелками — направления сдвигов; 12 — элементы залегания слоев (α) и сланцеватости — вертикальной и наклонной (β); 13 — канавы и шурфы

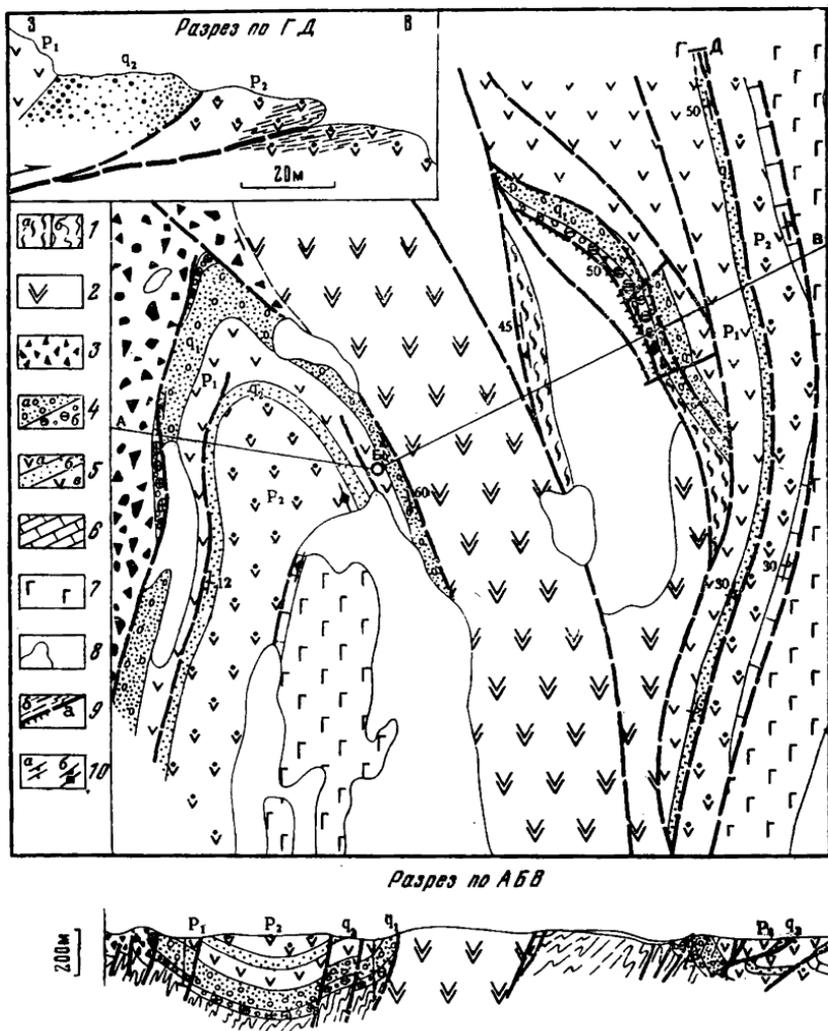


Рис. 6. Схема строения разбуренных частей синклинальных структур, разделенных антиклинальным выступом нижнепротерозойских образований в среднепротерозойской грабен-синклинальной зоне.

1—2— доорогенные интенсивно дислоцированные образования: 1— метаморфизованные вулканогенно-осадочные отложения (а— на схеме, б— на разрезе), 2— зеленокаменные вулканы; 3— орогенные формации с широким распространением полимиктовых конгломерато-брекчий, 4— протоплатформенные формации: 4— нижняя терригенная (а— кварцито-песчаники и гравелиты с кварцевыми конгломератами, б— базальные валуно-галечные полимиктовые конгломераты и конгломерато-брекчии), 5— вулканогенная с терригенной толщей (б) среди вулканитов (а— перекрывающие ее и в— подстилающие метабазиты), 6— терригенно-карбонатная; 7— габбро-диабазы; 8— четвертичные отложения и озера; 9— разрывные нарушения (а), бергштрихами обозначены уступы в рельефе, и приразломное расслаивание (б), 10— элементы залегания слоев (а) и сланцеватости — наклонной и вертикальной (б)

Отложения рассматриваемой и других грабен-синклинальных зон окончательно были смяты в складки после процессов осадконакопления, вулканизма и внедрения силлов габбро-диабазов, поскольку терригенные толщи, вулканиты и силлы, в общем, дислоцированы согласно (см. рис. 5, 6).

Среднепротерозойские грабен-синклинальные зоны древних щитов часто приурочены к зонам крупных глубинных разломов, вдоль которых нередко формировались протозеосинклинальные трюги и развиты характерные для них интенсивно дислоцированные и метаморфизованные вулканогенно-осадочные отложения нижнего протерозоя и архея с проявлениями различных полезных ископаемых. В результате размыва могли формироваться россыпи в вышележащих среднепротерозойских грубообломочных отложениях грабен-синклинальных зон.

Орогенные — протоплатформенные впадины и мульды древних щитов местами нарушены многочисленными разрывными нарушениями, причем именно к этим участкам нередко приурочены грубообломочные отложения с конгломератами и россыпи в них. Так, одна изученная среднепротерозойская впадина (см. рис. 1—III—1) на значительном протяжении ограничена глубинным взбросо-надвигом, с которым сопряжены сдвиги и взбросо-сдвиги, она на большей части площади осложнена складками и складчато-блоковыми дислокациями (рис. 7).

Формирование рассматриваемой впадины, вероятно, началось в связи с движениями в зоне глубинного взбросо-надвига: здесь в орогенный этап возникли небольшие прогибы, а в последующий протоплатформенный — площадь осадконакопления расширилась. Заметим, что вообще на древних щитах при заложении и развитии орогенных — протоплатформенных структур характерно обновление древних разломов, осложняющих протозеосинклинальные образования [Новикова А. С., 1975; и др.].

В восточной части впадины, заложенной и формировавшейся в зоне глубинного взбросо-надвига и примыкающих к нему взбросо-сдвигов и сдвигов, вероятно, существовали специфические палеотектонические и палеогеографические условия осадконакопления, особенно при формировании орогенной и нижней протоплатформенной терригенной формаций. В это время, по-видимому, отдельные участки области размыва были приподняты, возможно горстообразно, и характеризовались горным рельефом, а во впадине возникали депрессии, в том числе грабенообразные, заполнявшиеся грубообломочными отложениями. На это указывает широкое распространение здесь среднепротерозойских существенно конгломератовых грубообломочных отложений, состав и мощности которых испытывают резкие изменения (рис. 7, 8) и, вероятно, различаются в тектонических блоках (хотя пока грубообломочные отложения по разные стороны разломов, ограничивающих блоки, местами еще детально не прослежены). Возможно, что вследствие конседиментацион-

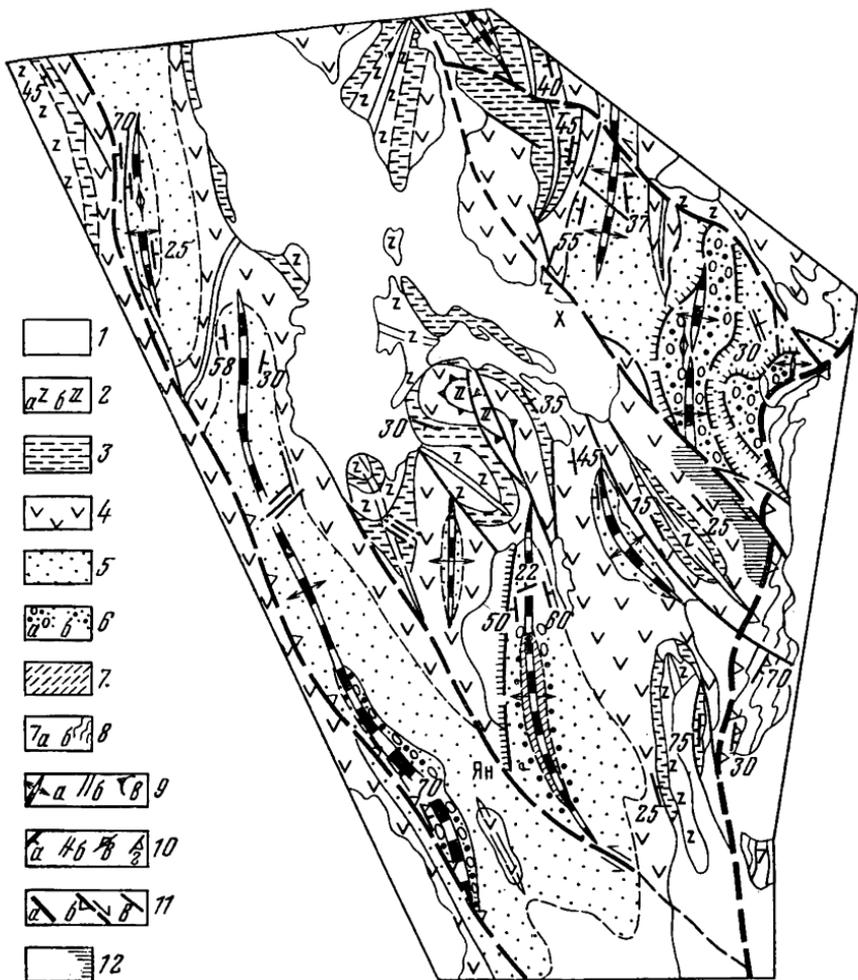


Рис. 7. Бортовая часть впадины, осложненная складчато-блоковыми дислокациями.

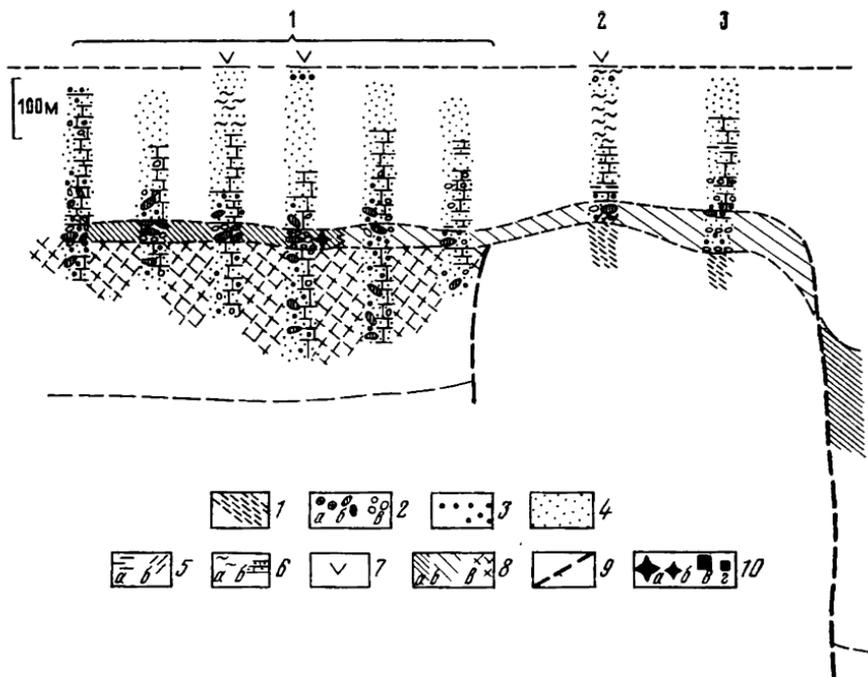
1 — четвертичные отложения и озера; 2 — габбро-диабазы (а), диабазы и габбро-диабазы предположительно магматогенной вулкано-купольной структуры (б); 3 — 6 — прото-платформенные формации: 3 — терригенно-карбонатная, 4 — вулканогенная, 5 — 6 — нижняя терригенная; 5 — преимущественно песчаники, 6 — преимущественно песчаники и гравелиты с рассеянными гальками и валунами); 7 — орогенная молассоидная формация; 8 — доорогенные преимущественно глубоко метаморфизованные и интенсивно дислоцированные образования: габбро-амфиболиты (а) и вулканогенно-осадочные отложения (б); 9 — оси антиклиналей (а), синклиналей (б) и предположительно магматогенная вулкано-купольная структура (в); 10 — элементы залегания слоев — наклонные (а) и преобладающего падения (б), сланцеватости — вертикальные (в) и наклонные (г); 11 — разломы: а — глубинный, ограничивающий впадину, б — разделяющие блоки различного строения, в — прочие; частым пунктиром — обозначены предполагаемые, бергштрихами — уступы в рельефе, зубцами — наклоны плоскостей сместителей, стрелками — свдвиги; 12 — тектонические зоны сгущений разрывных нарушений, выделенные по данным морфоструктурного анализа

ных горизонтальных движений по наиболее крупным взбросо-сдвигам и сдвигам вдоль них могли возникать характерные приостренные в плане узкие приразломные впадины типа при-сдвиговых рифтов [Войтович В. С., 1969], что следует иметь в виду при изучении грубообломочных отложений и поисках в них россыпей. При последующих перемещениях по разломам могли быть смещены литофации грубообломочных отложений и россыпи в них. В зонах длительно существовавших разломов, вероятно, возникали небольшие горстообразные поднятия, где накапливались грубообломочные отложения сравнительно небольшой мощности и сравнительно мало насыщенные валунно-галечным материалом (см. рис. 7, 8).

Таким образом, исследования тектоники и истории формирования структур, вмещающих грубообломочные отложения, не только позволяют создать необходимую структурную основу для проведения поисковых работ, но и помогают выявить ряд палеотектонических и палеогеографических закономерностей формирования конгломератов.

Независимо от структурно-формационного положения, существенно конгломератовые грубообломочные отложения докембрия и фанерозоя и россыпи в них нередко локализованы в зонах длительно существовавших разломов и формировались близ приуроченных к этим же зонам коренных источников. Такие условия седиментации существовали, например, в восточном борту только что рассмотренной среднепротерозойской впадины (см. рис. 7, 8). Некоторые россыпи в терригенных отложениях платформенного чехла древних платформ также обнаруживают приуроченность к зонам длительно живущих разломов. Например, россыпь в палеогеновых отложениях находится в зоне глубинного разлома фундамента платформы, движения по которому неоднократно возобновлялись и при формировании платформенного чехла. Данные бурения свидетельствуют о погребенном горст-антиклинальном поднятии, которое размывалось вылоть до накопления перекрывающих его четвертичных отложений (рис. 9).

Детальные исследования приразломных горстовых, горст-антиклинальных и антиклинальных поднятий [Войтович В. С., 1969] показывают, что их размеры могут быть незначительными (десятки—сотни метров в поперечнике и в высоту (рис. 10)) или измеряться первыми километрами, реже десятками километров. Они возникают неоднократно, некоторые из них существуют непродолжительно и быстро нивелируются эрозивно-денудационными процессами. В результате размыва такого рода поднятий вблизи них могут накапливаться грубообломочные отложения и россыпи. При этом россыпные и коренные проявления полезных ископаемых, а также приразломные поднятия и депрессии нередко обнаруживают приуроченность к наиболее раздробленным участкам — зонам сгущения разрывных наруше-



ний, устанавливаемым геологическим картированием, морфоструктурным анализом, дешифрированием аэрофотоснимков и увеличенных космических снимков, геохимическими и геофизическими исследованиями.

На древних щитах иногда в зонах сгущений разрывных нарушений, установленных морфоструктурным анализом по многочисленным сближенным линейным формам рельефа, в какой-то мере сходный тектонический микрорельеф неоднократно существовал и в геологическом прошлом, в том числе в докембрии, во время накопления грубообломочных отложений. Об этом свидетельствуют изученные в таких зонах многочисленные древние русла, которые выполнены среднепротерозойскими аллювиальными грубообломочными отложениями и большей частью ограничены погребенными тектоническими уступами. Как и линейные формы современного рельефа, погребенные тектонические уступы ориентированы в различных направлениях. На одном участке установлены резкие изменения мощностей среднепротерозойских грубообломочных отложений и распространенности в них кварцевых конгломератов в небольших, шириной в десятки метров, блоках между продольными и поперечными разрывными нарушениями, выраженными в рельефе. Эта закономерность, выявленная бурением, свидетельствует о древнем тектоническом микрорельефе во время накопления грубообломочных отложений с кварцевыми конгломератами и россыпными проявлениями полезных ископаемых в них. При их поисках

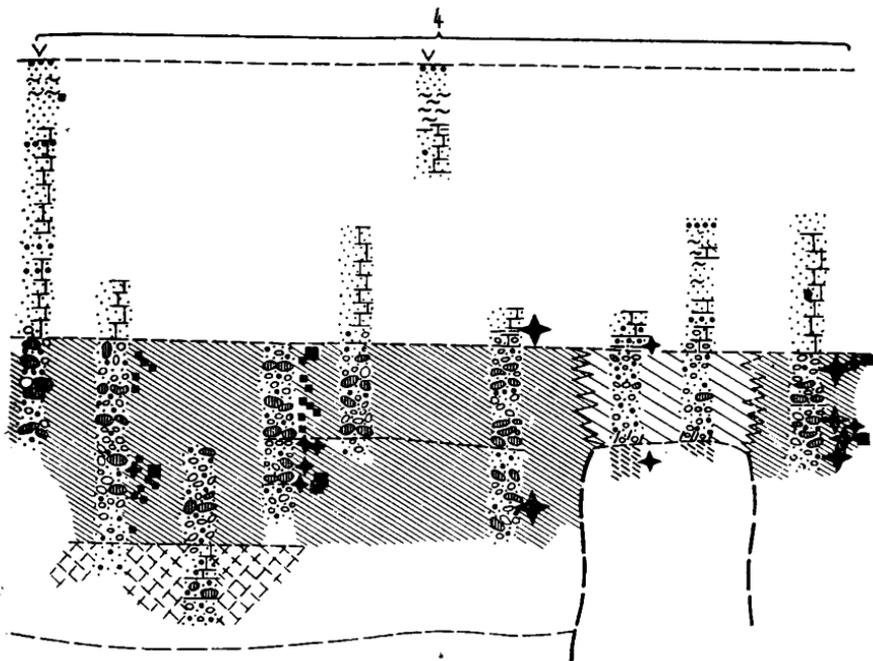


Рис. 8. Грубообломочные отложения в разрезах нижней протоплатформенной терригенной формации в разбуренной части впадины.

1—орогенная молассовидная формация, преимущественно сланцы; 2—6—протоплатформенная терригенная формация: 2—конгломераты с обломками гранитоидов (а), кварцитов и сланцев (б) и кварца (в); 3—гравелиты и гравийные обломки; 4—преимущественно песчаники, 5—сланцы (а) и углеродистое вещество (б) в терригенных отложениях, 6—кварциты (а) и карбонатсодержащие песчаники (б); 7—вулканогенная формация; 8—грубообломочные отложения, насыщенные валунно-галечным материалом (а) и содержащие его в подчиненном количестве (б), в том числе аркозовые (в); 9—предполагаемые конседиментационные разломы, ограничивавшие древние депрессии; 10—россыпные проявления полезных ископаемых

Разрезы: 2, 3—в блоке между разломами («Ян» и «Х» на рис. 7), 1—к западу, 4—к востоку от этого блока

следует учитывать тектонический контроль рудоносных струй, некоторые из которых приурочены к древним руслам, ограниченными погребенными тектоническими уступами.

Литолого-фациальное изучение существенно конгломератовых грубообломочных отложений и палеогеографические исследования необходимы при поисках россыпей и их источников. Известны многочисленные публикации по вопросам методики литолого-фациального изучения терригенных отложений, в том числе конгломератов [Вассович Н. Б., 1958; Наливкин Д. В., 1956; Негруца В. З., 1966; Попов В. И., 1954; Рухин Л. Б., 1961; Сидоренко А. В. и др., 1961, 1967; и др.]. Рассмотрим лишь отдельные особенности изучения древних существенно конгломератовых отложений при поисковых работах.

При исследованиях палеогеографии времени формирования существенно конгломератовых отложений целесообразно учиты-

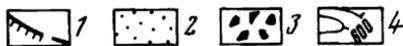
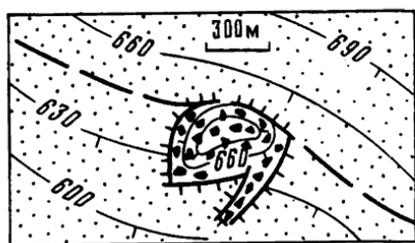
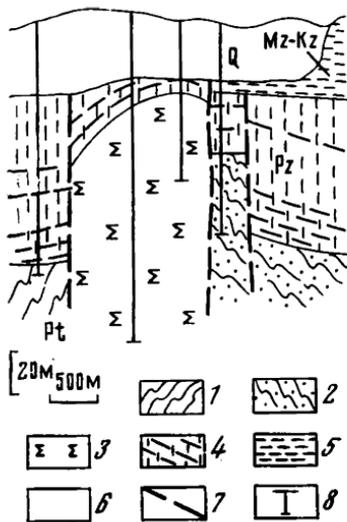


Рис. 10. Приразломное горстовое поднятие, выраженное в рельефе холмом высотой около 60 м.

1 — разрывные нарушения, бергштрихами показаны тектонические уступы; 2 — верхнечетвертичные щебнисто-супесчаные отложения; 3 — нижнечетвертичные щебнисто-глибовые отложения; 4 — горизонтали

Рис. 9. Разрез погребенного приразломного горст-антиклинального поднятия по данным бурения (с использованием материалов С. П. Молоткова и др.). 1—3 — фундамент платформы: 1, 2—протерозойские метаморфизованные отложения (1—преимущественно сланцы, 2—сланцы и кварцито-песчаники), 3—гипербазиты; 4—6—отложения платформенного чехла: 4—палеозойские, 5—дочетвертичные мезозоя и кайнозоя, 6—четвертичные; 7—разрывные нарушения; 8—скважины

вать известные схемы расположения фациально-ландшафтных поясов. Так, в предгорных и подгорных депрессиях выделяются следующие фациально-ландшафтные пояса [Попов В. И., 1954]: I — водораздельно-выветривающийся (элювиальный), II — склоновый (коллювиальный), III — долинно-потокowy, IV — подгорно-веерный (пролювиально-равнинный), V — равнинно-долинный (аллювиально-равнинный). Однако на древних щитах при формировании докембрийских существенно конгломератовых отложений протоплатформенных формаций, чаще всего лишь на отдельных участках, существовали горные поднятия, быть может, типа «островных» гор среди мелкосопочника и пенепленизированной суши (см. рис. 4). В соответствии с этим не наблюдаются протяженных выдержанных фациальных поясов, аналогичных упомянутому выше фанерозойским.

Следует заметить, что существуют различные точки зрения на соотношение терминов «пролювий» и «аллювий». А. П. Павловым термин «пролювий» применялся к конусам выноса временных потоков, вытекавших из гор. В. И. Попов (1954) различает «суходольный» пролювий — отложения суходолов и мелких временных рек длиной до нескольких десятков километров, наполняющихся водой главным образом весной; радиусы их подгорных конусов выноса не превышают 5—10 км (редко 15—20 км). Суходольные конусы выноса часто нельзя резко отделить от конусов выноса небольших постоянно действующих

рек, летом значительно усыхающих. Однако наблюдаются конусы выноса радиусом до 35—50 км, откладываемые более крупными постоянными реками, достигающими в длину 80—100 км; эти, в сущности, дельтовые отложения некоторыми исследователями называются пролювиально-равнинными [Попов В. И., 1954]. Автор разделяет мнение исследователей [Елисеев В. И., 1978 и др.], считающих, что характерным признаком пролювия является его формирование в пределах горных сооружений, у подножья гор. В соответствии с этим валунно-галечные полимиктовые конгломераты часто пролювиальные, в то время как кварцевые конгломераты, с косой слоистостью потокового типа, которые обычно мелко-, средне- и реже крупногалечные, большей частью аллювиальные и дельтовые. Отметим также, что среди пролювиальных отложений местами наблюдаются несортированные брекчии и конгломерато-брекчии, представляющие собой селевые накопления грязекаменных потоков, нередко характерные для пролювия.

Среди отложений склонового (коллювиального) пояса различаются осыпи, делювий и др. [Попов В. И., 1954; и др.]. Такого рода грубообломочные накопления нередко выполняют небольшие внутригорные впадины, ограниченные крутыми, иногда обрывистыми склонами. Грубообломочный материал, как правило, почти не сортирован и нередко включает крупные глыбы и валуны до 5—10 м в поперечнике. Валуны до 5—6 м в поперечнике могут быть вынесены селевыми потоками [Попов В. И., 1954]; более крупные глыбы нередко накапливаются у подножий крутых склонов в результате обвалов. Древние, в том числе докембрийские крупнообломочные несортированные щебнисто-глыбово-валунные накопления с преобладанием конгломерато-брекчий нередко выделяются как делювиально-пролювиальные образования, поскольку установить в их составе отдельно делювий, осыпи и другие генетические типы отложений часто не представляется возможным.

При изучении палеогеографии времени формирования древних, в том числе докембрийских существенно конгломератовых, отложений должны учитываться как особенности тектоники и истории формирования вмещающих их структур, так и результаты собственно литолого-фациальных исследований. Наиболее детальные и достоверные палеогеографические карты и схемы могут быть составлены для хорошо изученных участков.

Рассмотрим теперь палеогеографическую схему (рис. 11), составленную для участка среднепротерозойской грабен-синклинальной зоны, где прослеживаются синклинали, охарактеризованные выше (см. рис. 6).

Здесь в узком блоке развиты грубообломочные отложения орогенной формации с широким распространением валунно-глыбовых и валунно-галечных конгломерато-брекчий и конгломератов с крупными обломками местных более древних пород, не

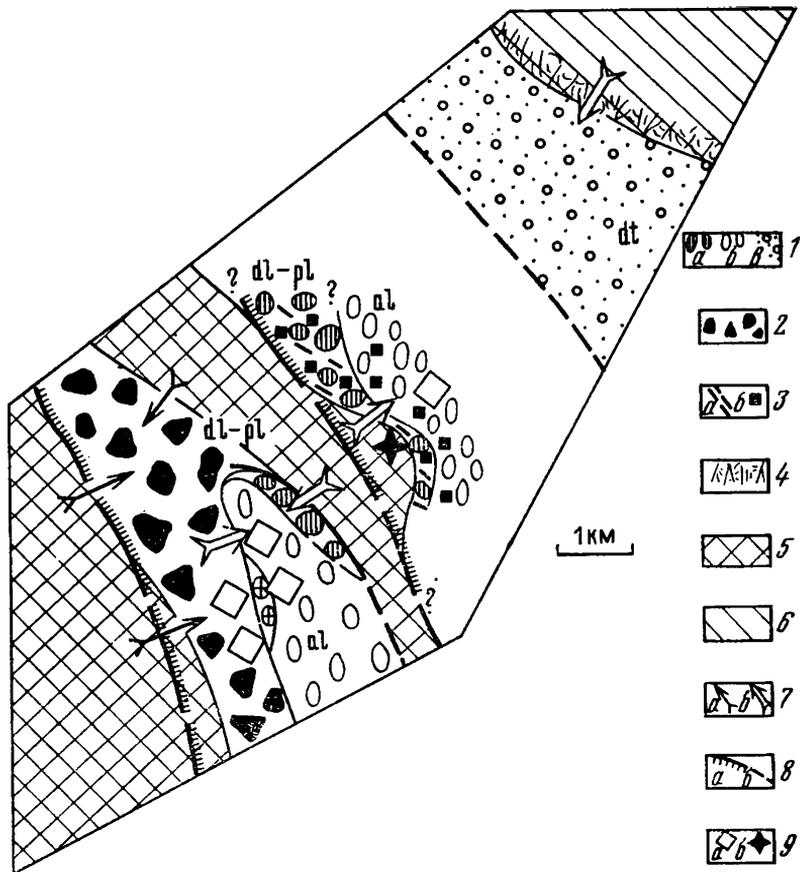


Рис. 11. Схема распространения конгломератов на участке грабен-синклинальной зоны с элементами палеогеографии и палеотектоники.

1 — нижняя протоплатформенная терригенная формация: а, б — мощностью 80—150 м (а — преимущественно полимиктовые конгломераты и конгломерато-брекчии, б — кварцевые конгломераты, гравелиты и песчаники), в — мощностью 10—20 м с преобладанием песчаников и гравелитов с единичными прослоями кварцевых конгломератов; 2 — орогенная молассовая формация с преобладанием полимиктовых конгломерато-брекчий, 3 — углеродистое вещество (а) и сульфиды, преимущественно пирит и пирротин (б) в конгломератах; 4 — образования коры выветривания; 5—6 — области размыва при накоплении грубообломочных отложений: участки горного рельефа (б), преимущественно песчаники (а); 7 — преобладающие направления сноса обломочного материала при накоплении орогенной (а) и протоплатформенной (б) формаций; 8 — разрывные нарушения прослеженные (а) и предполагаемые (б), бергштрихами обозначены предполагаемые тектонические уступы в палеорельефе; 9 — россыпные проявления в конгломератах (а) и коренные зоны пиритизации с кварцевыми жилами (б)

испытавших существенного переноса. Это позволяет предполагать, что их накопление происходило в узкой тектонической впадине, ограниченной тектоническими уступами. В основании нижней протоплатформенной терригенной формации на крыльях синклиналей у разделяющего их выступа доорогенных образований также развиты конгломерато-брекчии с обломками местных пород, что уже отмечалось выше. Все это свидетельствует

об узком, по-видимому, горстообразном горном поднятии, существовавшем между контурами нынешних синклинальных структур. В результате размыва этого поднятия в грубообломочных отложениях, развитых на крыле одной из синклиналей, произошло накопление углеродистого вещества и кластических зерен пирита, пирротина и других сульфидов. Поэтому может быть намечена узкая полоса, в пределах которой размывались коренные источники россыпных рудных минералов. На север от разбуренной площади развития сульфидных конгломератов их распространенность не известна, так как крыло синклинали оборвано по продольному взбросу и терригенная формация не выступает на поверхность; она может быть вскрыта и изучена лишь бурением (на схеме в этом месте стоит вопросительный знак). Составление палеогеографических схем времени накопления грубообломочных отложений невозможно без их прослеживания геологическим картированием, которое часто требует постановки бурения.

При исследованиях древних конгломератов нередко удается выделить генетические и литолого-фациальные типы грубообломочных отложений на фоне более общих фациальных изменений вмещающих их формаций. Показанные на картах или схемах площади развития определенных типов конгломератов (например, пролювиальных, дельтовых и т. д.) в совокупности с другими данными, в том числе с преобладающими направлениями сноса обломочного материала, позволяют оценить возможные размеры и ориентировку древних конусов выноса, палеоделты и других элементов древнего рельефа. Однако точно проследить их по направлению падения толщ достоверно не удастся и возможно лишь на основе детальных исследований со значительными объемами бурения. Тем более затруднено прослеживание элементов древнего рельефа в области сноса обломочного материала. Здесь лишь гипотетически удастся наметить положение отдельных площадей горного рельефа, отдельных конусов выноса, рек и т. п. (см. рис. 4). При этом учитывается преобладающая ориентировка тектонических зон и отдельных разрывных нарушений (которые с той или иной степенью достоверности могут иметь древнее заложение и контролировать направления форм древнего рельефа). Принимается во внимание также ориентировка отдельных элементов современного рельефа, особенно линейных, развитых вдоль разломов длительного развития, а также положение контактов различных пород, более древних, чем конгломераты, поскольку вдоль таких контактов также могли ориентироваться элементы древнего рельефа.

Нередко при составлении палеогеографических схем учитываются лишь известные площади распространения существенно конгломератовых отложений и допускается, что на остальной, недостаточно изученной территории такие отложения мало распространены или вовсе отсутствуют. Поэтому при пользовании

палеогеографическими схемами следует тщательно анализировать фактический материал по изученности района, в том числе геологические карты и схемы с данными бурения к ним (см. рис. 7, 8) или схемы фактического распространения конгломератов (см. рис. 3). Без этого палеогеографические схемы, которые почти всегда гипотетические, порой могут дезориентировать геологов при поисках россыпей и их источников.

При изучении палеогеографии времени накопления грубо-обломочных отложений большой интерес представляет выделение и изучение древних русел, выполненных аллювиальными конгломератами. При этом иногда такие русла удается, хотя и гипотетически, соединять воедино с выделением крупных древних рек. Так, в одном из рудных районов в области палеозойской складчатости русла, выполненные конгломератами рэт — юрского возраста, предположительно соединены в крупные реки протяженностью в десятки—сотни километров (рис. 12). Правда, анализ фактического материала показывает, что выявленные древние русла разобщены широкими выступами палеозойских пород и их соединение в единую палеореку спорно. Нельзя исключать, что эти древние русла являются разобщенными водотоками. Тем не менее, отображенные на палеогеографической схеме представления о крупных древних реках в качестве одной из рабочих гипотез могут учитываться при поисках россыпей и их источников.

Исследования в ряде районов распространения конгломератов показывают, что на многих участках развиты переслаивающиеся континентальные и прибрежные отложения (пролювиально-прибрежные, дельтово-прибрежные и т. п.). Так, в Восточном Трансваале среднепротерозойская надсерия Уотерберг представлена преимущественно аллювиальными отложениями, однако среди них обнаружены типичные пляжевые и баровые отложения [Richard V. G. e. a., 1977]. Аллювиальные отложения образуют конус выноса реки, впадавшей в морской залив. Пляжевые отложения формировались на берегу моря в зоне, примыкавшей к конусу выноса, и по мере его нарастания перекрывались аллювиальными. Вместе с тем, в отдельных барах на периферии конуса выноса в период ограниченного привноса терригенного материала накапливались прибрежные отложения в волноприбойных условиях.

Нередко на участках, где конгломераты развиты у ограниченной впадин, мульд и других структур, эти ограничения прослеживаются примерно вдоль древних береговых линий акваторий, причем коренные источники россыпных рудных минералов располагались неподалеку от нынешних ограничений структур (см. рис. 3, 4). Такая закономерность установлена на многих зарубежных первично россыпных месторождениях золотоносных конгломератов, что рассматривается при их описаниях во втором разделе книги. Эту закономерность важно учитывать при изу-

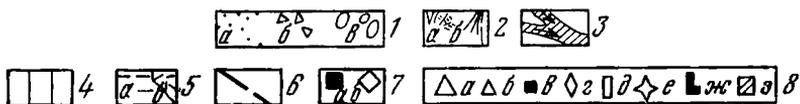
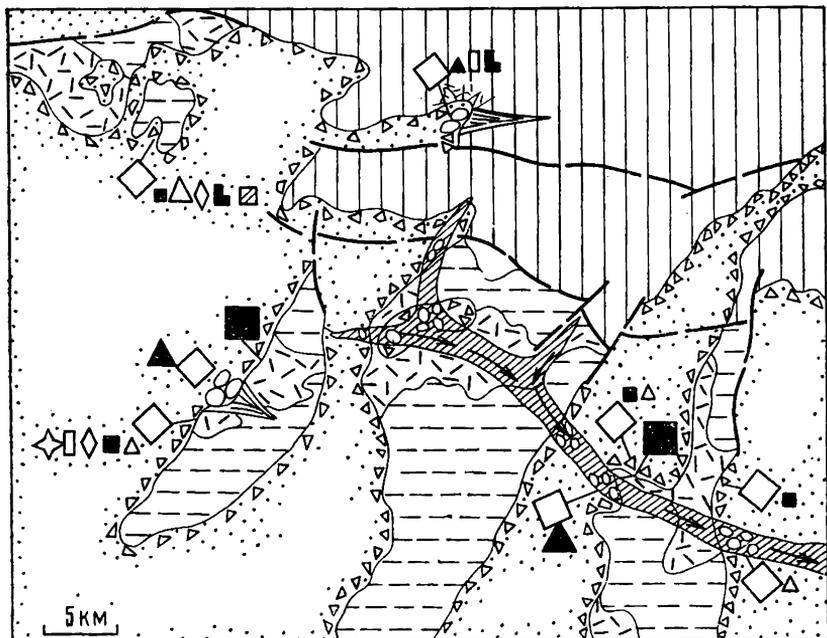


Рис. 12. Схема распространения базальных мезозойских грубообломочных отложений в рудном районе.

1 — мезозойские отложения (а), в том числе нерасчлененные базальные преимущественно гравийно-щелбнистые (б) и некоторые участки развития базальных конгломератов (г); 2 — образования коры выветривания в основании мезозоя (а) и предполагаемые древние пролювиальные конусы выноса (б); 3 — предполагаемая палеорека; 4—5 — палеозойские образования (4), в том числе среднего массива (5а) и вулканотектонические структур (5б); 6 — разломы; 7 — некоторые коренные колчеданно-полиметаллические месторождения (а) и россыпные проявления полезных ископаемых в мезозойских грубообломочных отложениях (б); 8 — россыпные минералы: золото (а — относительно крупные зерна, свыше 0,4 мм, б — более мелкие знаки), галенит и церуссит (г), сфалерит (д), халькопирит (е), киноварь (е), барит (ж), пирит (з); залитые — со значительными концентрациями

чении палеогеографии времени накопления грубообломочных отложений, поисках россыпей и их источников.

Известно, что значительный интерес для выяснения коренных источников россыпных полезных ископаемых представляет изучение направлений сноса обломочного материала конгломератов путем замеров преобладающих наклонов косой слоистости и ориентировок галек. Однако иногда такие направления соответствуют течению относительно крупных рек, в то время как вынос россыпных рудных минералов мог происходить по их боковым притокам.

При литологических исследованиях конгломератов полезно, в частности, изучать форму, размеры, окатанность, степень сор-

тировки и сгруженности обломков, состав обломков и цемента, форму и размеры слоев и линз конгломератов, характер их выклинивания, слоистость грубообломочных отложений и другие литологические особенности. Методы литологического изучения конгломератов подробно рассмотрены в трудах, перечисленных в начале раздела. В данной книге мы затронем лишь некоторые вопросы методики изучения конгломератов, особенно древних, докембрийских. Последние, как правило, в той или иной степени метаморфизованы, причем обломки и цемент спаяны в крепкую литифицированную массу. Поэтому многие характерные параметры конгломератов удается определять лишь приближенно. Так, окатанность обломков часто оценивается приблизительно по пятибалльной шкале [Хабиков А. В., 1933], в соответствии с которой Н. Б. Вассоевич [1958] предложил выделять обломки неокатанные (нулевой балл окатанности), слабо, умеренно, хорошо и прекрасно окатанные (I, II, III, IV баллов).

В практике полевых исследований древних конгломератов часто проводятся зарисовки их на прозрачных промасленных восковках, накладываемых на сглаженные скальные обнажения, которые предварительно зачищаются или отмываются. Это позволяет детально изучить текстурные особенности конгломератов, форму и окатанность галек, содержания галек разного размера, состава и степени окатанности и другие признаки. На восковках отмечаются также места отбора образцов и сколков для изготовления шлифов из галек и заполняющей массы. Нужно учитывать, что на плоскости обнажения (и соответственно на восковках) наблюдаемые контуры галек отражают лишь их форму на плоскости среза, по отношению к которой гальки могут быть ориентированы самым различным образом. Вследствие этого зарисовки на восковках следует дополнять тщательным визуальным изучением конгломератов в обнажениях и штуфах. Такое изучение, в частности, целесообразно при отборе из конгломератов валовых проб. Иногда из конгломератов удается выколоть ряд отдельных галек, что способствует тщательному изучению их формы и состава.

На ряде изучавшихся автором участков для аллювиальных конгломератов характерны удлинённые эллипсоидные гальки с отношением длинной и короткой сторон 2:1—3:1 и более. В то же время для конгломератов, галечный материал которых длительно перемывался в прибрежно-бассейновых условиях, часто характерны округлые или несколько уплощенные гальки. При петрографическом изучении галек и заполняющей массы конгломератов следует обращать внимание на выветрелость пород обломков и характерных кластических минералов, в частности полевых шпатов. Это важно для выяснения палеогеографических условий, существовавших в области сноса обломочного материала. Так, широкое распространение в конгломератах обломков пород и минералов, измененных процессами вы-

ветривания, и наличие в заполняющей массе переотложенного материала древней коры выветривания, представленного, например, серицитом, указывает на происходившее интенсивное химическое выветривание пород области сноса, что является благоприятным фактором для формирования россыпей золота и других полезных ископаемых. В связи с этим при изучении грубообломочных отложений важно выявить площади, где эти отложения содержат обломки пород, испытавших химическое выветривание, а также переотложенный материал древней коры выветривания. При этом следует обращать внимание на отбор образцов и сколков на шлифы из свежих обнажений, не затронутых современным выветриванием, которое может затушевывать следы древнего выветривания.

Целесообразны исследования геохимических особенностей пород обломков конгломератов с применением спектрального полуколичественного и спектрозолотометрического анализов, а также метода декрипитации (при наличии галек жильного кварца). По этим данным можно сравнивать породы обломков с породами, которые развиты в предполагаемых областях сноса, и тем самым выявить конкретные коренные источники обломочного материала конгломератов.

Значительный интерес представляет тщательное изучение существенно конгломератовых отложений непосредственно над поверхностями крупных несогласий и размывов. Наши исследования показывают, что независимо от условий накопления конгломератов они в отдельных малых эрозионных углублениях бывают обогащены материалом размыва непосредственно подстилающих пород и содержат неокатанные или слабо окатанные их обломки. Так, на участках, где конгломераты налегают на основные эффузивы, в эрозионных углублениях наблюдаются зелено-серые галечно-гравийно-песчаниковые отложения, обогащенные минералами подстилающих вулканогенных пород, особенно хлоритом. В основании грубообломочных отложений, перекрывающих темно-серые филлитовидные сланцы, нередко развиты темно-серые конгломераты и гравелиты, обогащенные перемытым материалом сланцев. Такого рода отложения нередко незначительной мощности, иногда не более 0,1—0,2 м развиты локально в виде быстро выклинивающихся линз, что отчасти видно из приведенного описания литологических профилей конгломератов. Изучение таких базальных отложений помогает выяснить коренные источники отдельных обломков и кластических минералов конгломератов, выявить, какие из них могут быть связаны с размывом пород, непосредственно подстилающих грубообломочные отложения.

При изучении древних конгломератов особенно большой интерес представляет составление детальных литологических профилей грубообломочных отложений путем прослеживания их по сближенным детальным разрезам и непрерывно по простира-

нию. На таких профилях раскрываются важнейшие особенности грубообломочных отложений: выделяются отдельные выдержанные слои и быстро выклинивающиеся линзы конгломератов, устанавливается их положение в осадочных циклах или ритмах, характер их выклинивания, их соотношения с вмещающими ко- или горизонтально-слоистыми отложениями, отдельные раздувы мощностей, древние русла, в том числе грабенообразные, выполненные конгломератами. Детальные исследования конгломератов по таким профилям, построение кривых распределения обломков разного состава, размера и степени окатанности по простиранию слоев и по разрезам грубообломочных отложений, выявление участков, где грубообломочные отложения наиболее насыщены обломочным материалом в стержневых частях древних палеопотоков, — все это в конечном счете нередко позволяет выяснить условия образования конкретных слоев конгломератов.

Исследования автора и других ученых показывают, что литологические профили грубообломочных отложений разных генетических типов существенно различаются. Их составление приобретает первостепенную важность для выяснения условий образования конгломератов, а также для детального и целенаправленного их опробования и выявления на этой основе закономерностей локализации россыпных полезных ископаемых.

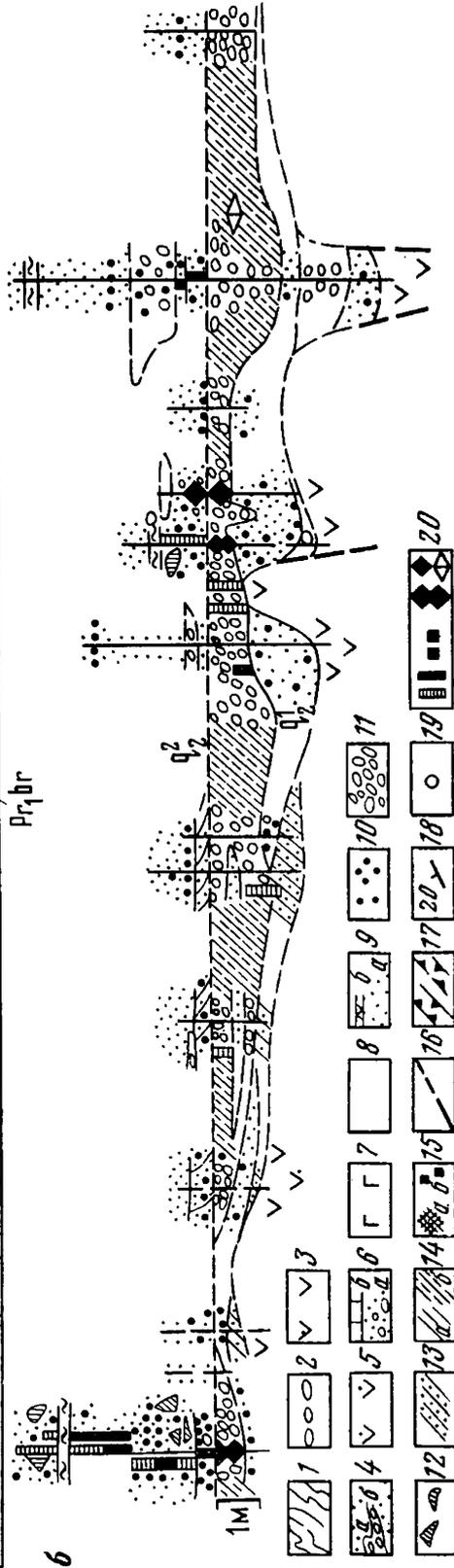
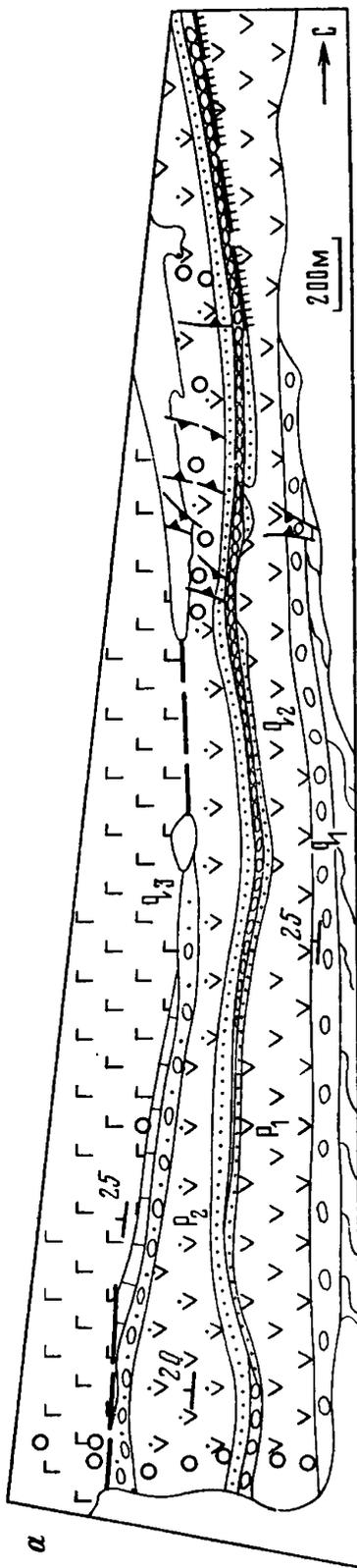
Рассмотрим подробно отдельные изученные нами характерные литологические профили разных генетических типов конгломератов, а затем попытаемся раскрыть закономерности россыпной золотоносности грубообломочных отложений по некоторым из них.

На одном из участков грабен-синклинальной зоны составлены литологические профили двух терригенных толщ среднепротерозойского возраста с широким распространением в их составе аллювиальных кварцевых конгломератов. Толщи разделены вулканитами; в каждой из них выделяются два осадочных цикла (рис. 13, 14, 15).

Нижняя толща сложена гравийными песчаниками, гравелистами и кварцевыми конгломератами, в которых хорошо выражена косая, преимущественно однонаправленная слоистость, характерная для аллювия. В первом осадочном цикле толщи наблюдаются быстро выклинивающиеся линзы и слой среднекрупногалечных и валуно-галечных конгломератов, а также рассеянные гальки и небольшие валуны кварца. В основании второго цикла развиты выдержанные по простиранию среднегалечные кварцевые конгломераты, а выше присутствуют слои и быстро выклинивающиеся линзы средне- и мелкогалечных конгломератов. Общая мощность толщи изменяется от 15—20 до 35—40 м, причем максимальные мощности наблюдаются в отдельных древних руслах, часто грабенообразных. Для рассматриваемых аллювиальных отложений характерны кварцевые конгломераты

со слабо и умеренно окатанной галькой (I—II баллов окатанности), гальки имеют близкую к изометричной, несколько удлиненную и неправильную форму. Преобладают гальки светло-серого кварца, характерного для вторичных кварцитов и кварцевых жил в них, распространенных среди досреднепротерозойских образований восточнее выходов среднего протерозоя. Спорадически присутствуют также обломки сланцев, яшмовидных пород, туфов и кислых эффузивов подстилающих отложений нижнего протерозоя. Обломочный материал плохо сортирован, содержание его изменяется от 25 до 50—70%, причем выдержанный слой кварцевых конгломератов основания второго цикла характеризуется максимальной насыщенностью гальками. Заполнителем служат гравийные кварцевые кварцито-песчаники с кварц-серицитовым и кварцевым цементом.

Вышележащая терригенная толща с размывом налегает на метапорфириты, которые в зоне контакта иногда имеют выветрелый облик и замещены вторичными хлоритом и карбонатом. В отдельных эрозионных углублениях поверхности контакта развиты зелено-серые песчаные сланцы с хлоритом и мелкими, до 0,1 мм, округлыми зернышками лимонита; они местами содержат рассеянные гальки кварца и переходят в крупно-среднегалечные кварцевые конгломераты. Выше развиты гравийные песчаники и гравелиты иногда с линзами бурых песчаных сланцев. Мощность этих отложений, образующих первый осадочный цикл, достигает 3—4 м. На них или непосредственно на метапорфириты с размывом налегают отложения второго цикла. В их основании и низах развиты кварцевые конгломераты, косослоистые гравелиты и гравийные песчаники с однонаправленной косою слоистостью, характерной для аллювия, с преимущественными наклонами слоев к северу. Выше по разрезу развиты горизонтально-слоистые кварцито-песчаники, иногда с прослоями яшмовидных сланцев, гравелитов и мелкогалечных кварцевых конгломератов. Спорадически в отложениях второго цикла наблюдаются рассеянные угловатые обломки метапорфиритов и яшмовидных сланцев размером до 3—10 см в поперечнике. Кварцевые конгломераты, гравелиты и гравийные песчаники основания второго цикла большей частью обогащены гематитом, иногда вместе с мартитом и магнетитом, причем эти минералы местами отмечаются в виде струй рудного шлиха. Мощность охарактеризованной терригенной толщи достигает 15—20 м. В ее нижней части распространены аллювиальные отложения,верху сменяющиеся озерно-бассейновыми. Для толщи в целом характерны аллювиальные кварцевые конгломераты с удлиненными и реже близкими к изометричным гальками кварца размером от 0,5 до 2, реже 3—4 см, умеренной и хорошей окатанности (II—III баллов); присутствуют также единичные обломки гранитов и полевых шпатов; сортировка обломочного материала плохая, содержание его изменяется от 20—30



a

b

Рис. 13. Литологический профиль конгломератов (а — геологическая схема, б — профиль).

1 — доорогенные интенсивно дислоцированные и метаморфизованные отложения, сланцы, яшмовидные породы, вулканиты; 2—7 — протоплатформенные формации; 2 — нижняя терригенная (на схеме), 3—5 — вулканогенная (3 — метапорфириты и метадиабазы, 4 — терригенная толща, в том числе: а — гематитовые кварцевые конгломераты основания второго осадочного цикла на схеме, 5 — метапорфириты и метамандельштейны); 6 — терригенно-карбонатная (а — конгломераты, гравелиты и песчаники, б — карбонатные породы на схеме); 7 — габбро-диабазы, силлы и дайки; 8 — четвертичные отложения и озера; 9 — песчаники (а), кремнистые сланцы и алевролиты (б); 10 — гравелиты и отдельные гравийные обломки, 11 — кварцевые конгломераты и отдельные гальки, 12 — остроугольные обломки яшмовидных пород и метапорфиритов; 13 — песчанистые сланцы с хлоритом, обогащенные перемытым материалом подстилающих метапорфиритов; 14 — конгломераты кварцевые (а) и кварцевые гематитовые (б), развитые в основании осадочных циклов и обогащенные шлиховыми минералами; 15 — жилы (а) и наложенная сульфидная вкрапленность (б); 16 — разрывные нарушения; 17 — борта древних русел, преимущественно грабенообразных; 18 — элементы залегания слоев; 19 — скважины; 20 — различные россыпные проявления полезных ископаемых  
 $q_1$ ,  $q_2$ ,  $q_3$  — терригенные толщи ( $q_1^2$  — первый и  $q_2^2$  — второй осадочные циклы толщ),  
 $p_1$ ,  $p_2$  — толщ вулканитов

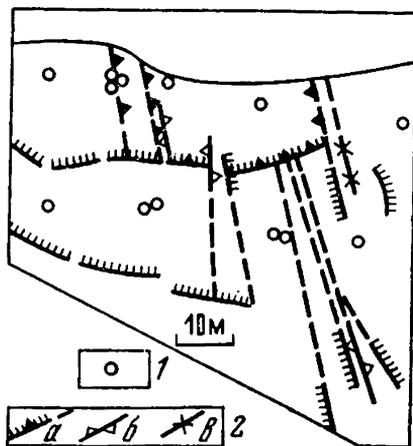
до 60—70%, заполнителем служат полевошпат-кварцевые гравийные песчаники с кварцевым и гематит-кварцевым цементом.

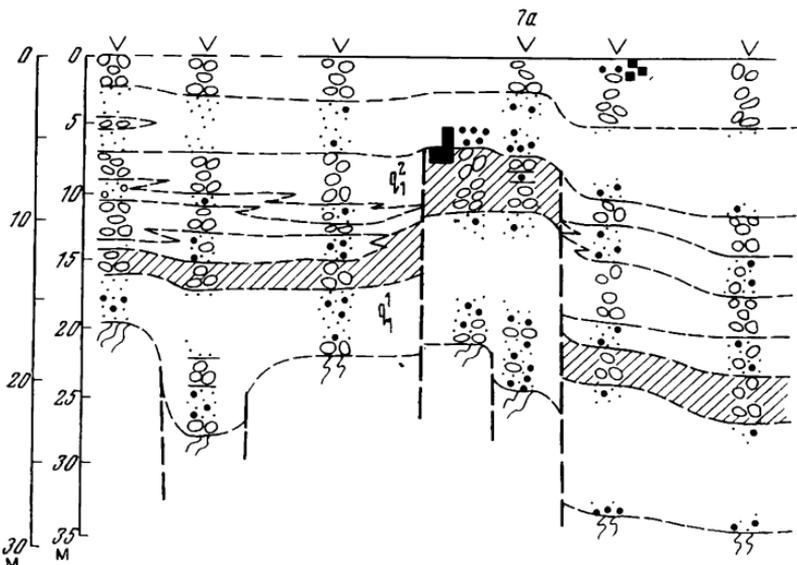
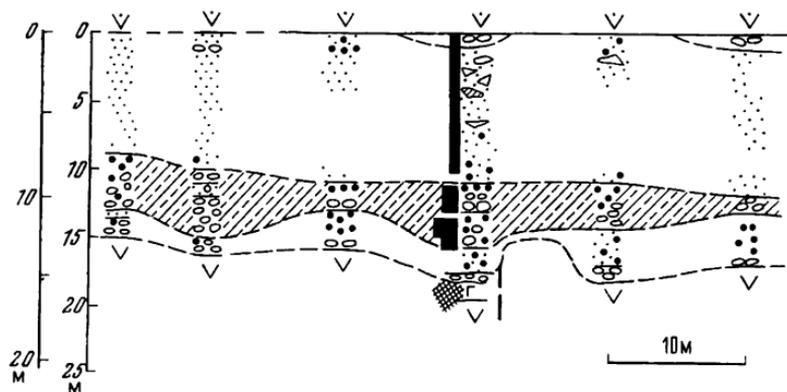
По еще одному детально изученному литологическому профилю терригенной толщи (рис. 16) в грабен-синклинальной зоне местами наблюдаются аллювиальные мелкогалечные конгломераты мощностью около 3,5 м, которые образуют быстро выклинивающуюся линзовидную залежь среди вулканитов и, очевидно, выполняют древний эрозионный канал. Конгломераты состоят из слабо окатанной гальки изометричной и удлиненной формы, составляющей 50—70% породы. В основании и нижней части залежи преобладают гальки кварца размером около 2—3 см в поперечнике, а выше — более мелкие, 0,7—1,5 см, гальки кварца, гранитов и полевых шпатов.

Отложения рассматриваемой терригенной толщи обнажаются вдоль берега озера и представлены в существенно иных фациях. Здесь в основании толщи прослеживаются базальные валунно-глыбовые конгломерато-брекчии, с неровной поверхностью размыва перекрывающие крупнозернистые гнейсо-граниты. Последние — слабо выветрелые, иногда полевые шпаты в них

Рис. 14. Схема линейных форм рельефа и разрывных нарушений на детально изученном участке развития аллювиальных кварцевых конгломератов.

1 — скважины; 2 — разрывные нарушения, частым пунктиром — предполагаемые (а), бергштрихами обозначены уступы; зубцами — палеоуступы (б — гребни поднятий, в — оси логов)





имеют несколько измененный облик за счет замещения серицитом. Эти же гнейсо-граниты наблюдаются в глыбах и слабо окатанных валунах конгломерато-брекчий размером от 0,1—0,2 до 1—1,2 м в поперечнике. Заполнителем служат горизонтально-слоистые песчаники.

Среди песчаников наблюдаются единичные линзы конгломератов мощностью 0,1—0,3 м с хорошо окатанными гальками кварца и гранитов от 0,5—2 до 10—15 см в поперечнике.

Далее к северу в основании рассматриваемых отложений развиты гравийные песчаники, переходящие в гравелиты и содержащие разноокатанные гальки кварца, реже полевых шпатов, гнейсо-гранитов и подстилающих метапорфиритов. Выше наблюдаются тонкослоистые кварцито-песчаники, алевролиты,

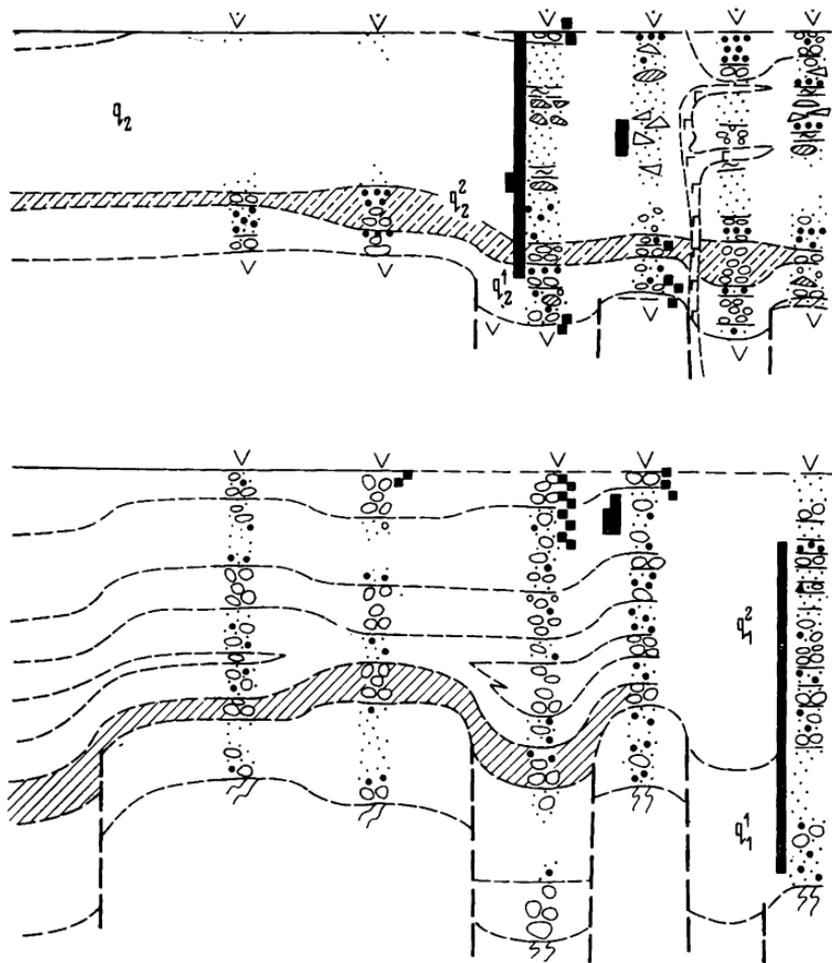
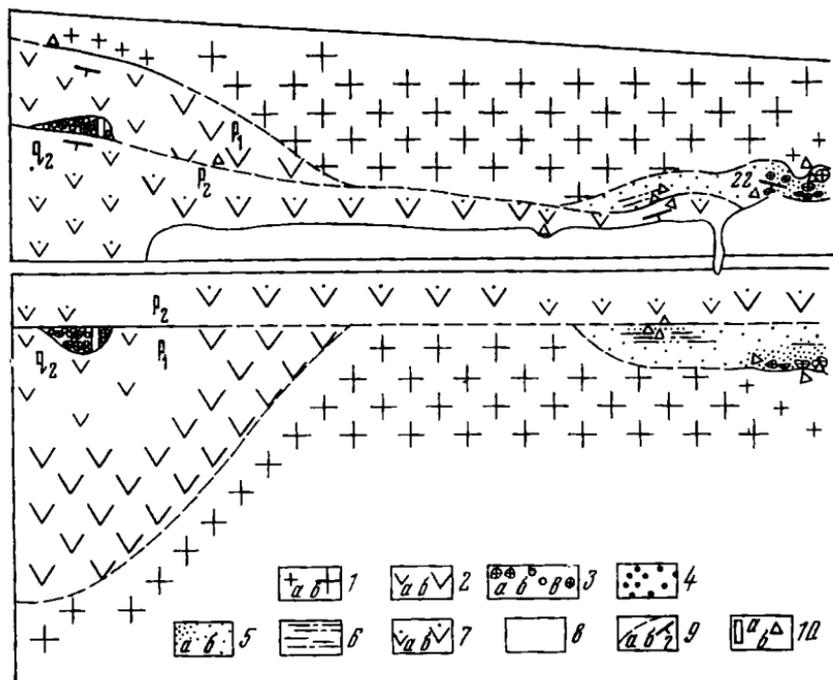


Рис. 15. Литологические профили терригенных отложений с аллювиальными конгломератами по данным бурения. Обозначены пересеченная и истинная мощности

Условные обозначения см. на рис. 13.

алевропелиты и туффиты. Эти горизонтально-слоистые терригенные отложения накапливались в бассейновых условиях, а базальные гранитные конгломерато-брекчии, по-видимому, формировались на затопляемом скальном берегу, где интенсивно протекали процессы физического выветривания, материалом обломков служили гнейсо-граниты самого побережья, перенос их был ничтожным.

На одном из участков среднепротерозойской грабен-синклинальной зоны по детальному разрезу и литологическому профи-



лю автором совместно с Л. П. Болдовой, И. К. Стороженко и А. Г. Шпилько изучены дельтовые — прибрежно-морские конгломераты (рис. 17). Непосредственно в основании терригенно-карбонатной формации развиты темно-бурые кварцевые конгломераты мощностью 1—1,2 м, исключительно выдержанные по простираанию, прослеженные по литологическому профилю на всем протяжении выходов толщи более чем на 1 км. В них наблюдаются прослойки песчаников мощностью 0,1—0,4 м, также выдержанные по простираанию. Повсеместно конгломераты равномерно насыщены мелкой, около 1—2 см, хорошо и прекрасно окатанной (III—IV баллов) округлой галькой кварца, составляющей 60—70% породы. По-видимому, обломочный материал конгломератов испытал длительное перемывание в прибрежных условиях.

Выше по разрезу толщи развиты песчаники, часто гравийные с линзами гравелитов и пудинговых мелкогалечных конгломератов. При этом наблюдается чередование косо- и горизонтально-слоистых отложений. В косослоистых сериях видна однонаправленная и перекрестная слоистость с преимущественными наклонными слойками к северу под углом 10—20°, причем наблюдаются слойки вогнутой формы, выполаживающиеся к основанию, что бывает характерно для дельтовых накоплений. Вероятно, в целом охарактеризованные отложения накапливались в подводной части древней дельты, впадавшей в морской бассейн. Выносив-

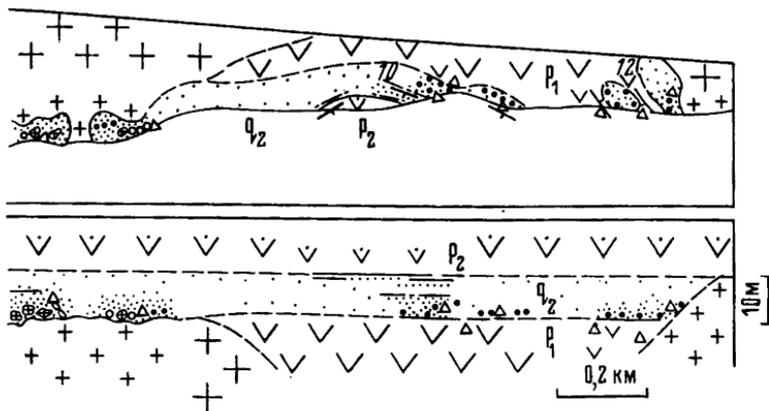


Рис. 16. Литологический профиль аллювиальных и прибрежно-бассейновых конгломератов.

1 — гнейсо-граниты на хорошо обнаженных участках (а) и на остальной площади (б); 2 — метапорфириты и метадиабазы на хорошо обнаженных участках (а) и на остальной площади (б); 3 — конгломераты и конгломерато-брекчии с глыбами и валунами гнейсо-гранитов (а) и с гальками кварца (б) и гнейсо-гранитов (б); 4 — гравелиты и отдельные гравийные обломки кварца; 5 — песчаники (а) и преимущественно песчаники на плохо обнаженных участках (б); 6 — алевролиты, сланцы и туффиты; 7 — метапорфириты и метамандельштейны на хорошо обнаженных участках (а) и остальной площади (б); 8 — четвертичные отложения; 9 — стратиграфические контакты прослеженные предполагаемые (а), элементы залегания слоев (б); 10 — пробы (а) и образцы (б)

нийший по дельте обломочный материал частично испытал перемывание в прибрежной части бассейна.

По литологическим профилям грубообломочных отложений, развитых в основании нижней протоплатформенной терригенной формации и прослеживающихся локально в бортах крупных среднепротерозойских впадин, на отдельных участках наблюдаются пролювиальные конгломераты, формировавшиеся в древних конусах выноса, впадавших в морской палеобассейн. В то же время местами развиты прибрежно-морские конгломераты, обломочный материал которых также был вынесен впадавшими в морской палеобассейн водотоками, но затем испытал перемывание в прибрежных условиях.

Пролювиальные существенно конгломератовые отложения различаются по составу и размерам обломочного материала на отдельных участках, поскольку они формировались в разобщенных конусах выноса. На одном из участков (рис. 18) непосредственно в основании терригенной формации прослеживаются валунно-галечные конгломераты, состоящие из слабо окатанных валунов до 30—40 см в поперечнике и крупных галек светло-серых кварцитов и кварца, мощность их 2—4,5 м; выше развиты гравийные песчаники, содержащие рассеянные гальки и валуны и отдельные линзы валунно-галечных конгломератов; в песча-

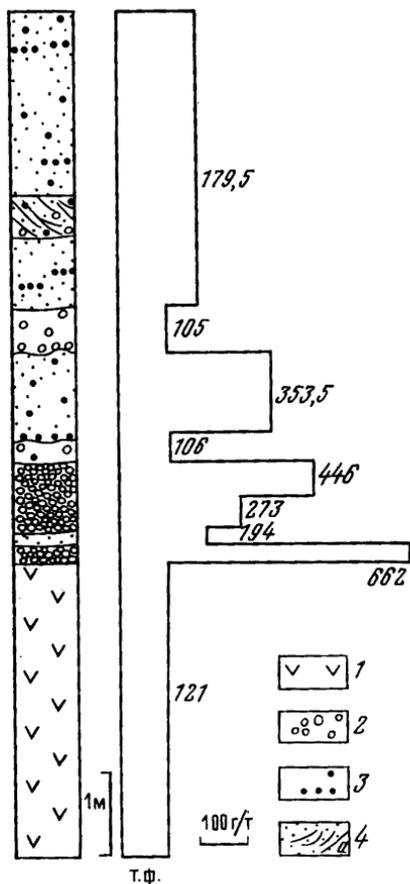


Рис. 17. Разрез дельтовых — прибрежно-морских грубообломочных отложений.

1 — метапорфириты; 2—4 — дельтовые — прибрежные отложения: 2 — кварцевые конгломераты и отдельные гальки; 3 — гравелиты и гравийные обломки; 4 — песчаники (а — косослойные).

На гистограмме показаны содержания тяжелой фракции (т. ф.) в граммах на 1 тонну породы.

В составе тяжелой фракции преобладает циркон, присутствуют гематит, апатит, в отдельных пробах барит, гидроокислы железа, лейкоксен, турмалин, эпидот и цоизит, зерна пирита, галенита, сфалерита, киновари, магнетита, маргита, ильменита, рутила, сфена, граната, кианита и др.

По охарактеризованных пролювиальных, характеризуются значительно лучшей окатанностью и сортировкой обломочного материала и образуют выдержанные слои. По изученному лито-

никах хорошо выражена характерная для пролювия грубая, крутая однонаправленная косяя слоистость с наклонами слоев около 35—40° к поверхности напластования. Общая мощность пролювиальных грубообломочных отложений — около 9—10 м, по простиранию они прослеживаются на расстояние 1,5—2 км. Рассматриваемые отложения сверху сменяются песчаниками, преимущественно горизонтально-слоистыми карбонатсодержащими, накапливавшимися в прибрежно-морских условиях.

Локально в бортовых частях крупных впадин пролювиальные грубообломочные отложения с конгломератами прослеживаются на расстояние около 4—10 км по простиранию, что, вероятно, примерно соответствует ширине древних конусов выноса. Возможно, что преобладающие на этих участках гравийные песчаники с рассеянным валунно-галечным материалом большей частью отлагались по разветвленной системе блуждающих временных русел или в результате того, что нагруженная обломочным материалом вода распространялась сплошным потоком по поверхности конуса выноса. В то же время конгломераты, насыщенные обломками, могли отлагаться в отдельных руслах конусов выноса, особенно в их стержневых частях.

Прибрежно-морские конгломераты, в отличие от толь-

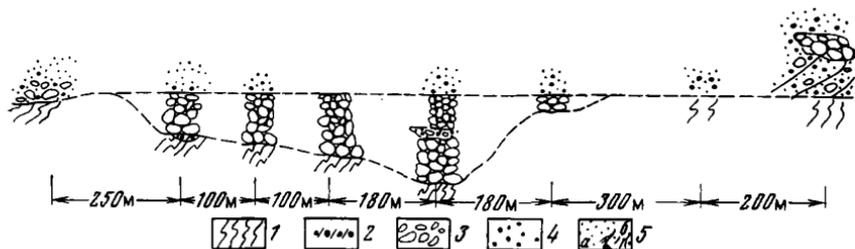


Рис. 18. Литологический профиль пролювиальных конгломератов.

1 — интенсивно дислоцированные вулканогенно-осадочные отложения с преобладанием филлитовидных сланцев; 2—5 — грубообломочные отложения нижней протоплатформенной терригенной формации: 2 — гравелиты, развитые в углубленных поверхности контакта и обогащенные материалом перемыва подстилающих филлитовидных сланцев, 3 — конгломераты, отдельные гальки и валуны, 4 — гравелиты и отдельные гравийные обломки, 5 — песчаники (а), в том числе косослоистые (б).

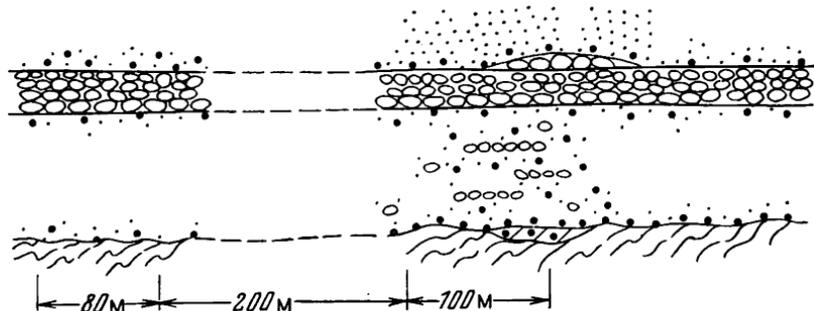


Рис. 19. Литологический профиль прибрежно-морских конгломератов (условные обозначения см. на рис. 18)

логическому профилю (рис. 19) в основании терригенной формации развиты кварцевые песчаники с неравномерно рассеянными гравийными обломками и гальками кварца; в них спорадически наблюдается горизонтальная или перекрестная косяя слоистость. В 3,5 м выше основания толщи среди этих отложений прослеживаются выдержанные валунно-галечные конгломераты мощностью 1—1,2 м. Они содержат умеренно и хорошо окатанную округлую и слегка уплощенную гальку и небольшие валуны около 15—20 см в поперечнике. Конгломераты горизонтально-слоистые, причем нижняя часть слоя мощностью около 0,4 м переполнена крупными гальками и валунами кварца, кварцитов, кварцито-песчаников, реже кремнистых пород и железистых кварцитов; кверху количество обломочного материала несколько уменьшается и преобладают средние и мелкие по размерам гальки кварца.

По условиям образования протерозойские конгломераты — континентальные и прибрежно-бассейновые, причем последние накапливались на участках, где в морские или озерные бассей-

ны выпадали древние реки или конусы выноса, обломочный материал которых испытал перемывание в прибрежно-бассейновых условиях. Гораздо реже наблюдаются прибрежные конгломераты и конгломерато-брекчии, формировавшиеся за счет размыта, абразии берегов палеобассейнов.

Известно, что нередко генезис конгломератов определяется исходя из условий формирования вмещающих их отложений. Однако и, наоборот, изучение собственно слоев конгломератов по детальным литологическим профилям имеет важное, а порой и первостепенное значение для выяснения условий образования грубообломочных отложений в целом.

Полимиктовые валунно-глыбово-щепнистые конгломерато-брекчии и валунно-галечные конгломераты преимущественно делювиально-пролювиальные, пролювиальные и пролювиальные — прибрежно-бассейновые, а кварцевые конгломераты чаще всего — аллювиальные, дельтовые и прибрежные (рис. 20, 21).

В полимиктовых конгломерато-брекчиях и конгломератах обломочный материал преимущественно крупный, не испытавший длительного переноса, в его составе преобладают местные породы и встречающиеся обломки руд и россыпные рудные минералы чаще всего указывают на размывавшееся неподалеку коренное оруденение.

Кварцевые конгломераты состоят преимущественно из галек кварца, накапливавшихся за счет размыта пород существенно кварцевого состава: например, кварцевых жил, вторичных кварцитов, зон кремненных и окварцованных пород, к которым нередко приурочены различные рудные полезные ископаемые. Иногда мелкогалечные кварцевые конгломераты могут формироваться при выветривании и размыте различных кварцсодержащих пород, например гранитов, особенно крупнозернистых и пегматоидных. Граниты, как известно, состоят в основном из кварца и полевых шпатов. Полевые шпаты разрушаются при выветривании, а кварц накапливается в коре выветривания, а затем при ее размыте и переотложении — в кварцевых конгломератах. Для выяснения источников кварцевой гальки конгломератов большой интерес представляют обычно встречающиеся в них в подчиненном количестве обломки пород области сноса, например вулканитов, вулканогенно-осадочных отложений, гранитоидов и др., а также характерные признаки самого кварца. Например, в среднепротерозойских кварцевых конгломератах наблюдается характерный голубоватый кварц, аналогичный развитому во вкрапленниках кварцевых порфиров нижнего протерозоя; в конгломератах встречаются редкие обломки кислых и основных вулканитов — все это свидетельствует, что источниками кварца являлись вулканиты вулканического пояса и развитые среди них зоны окварцевания и кварцевые жилы. Вместе с тем, в конгломератах, образовавшихся за счет

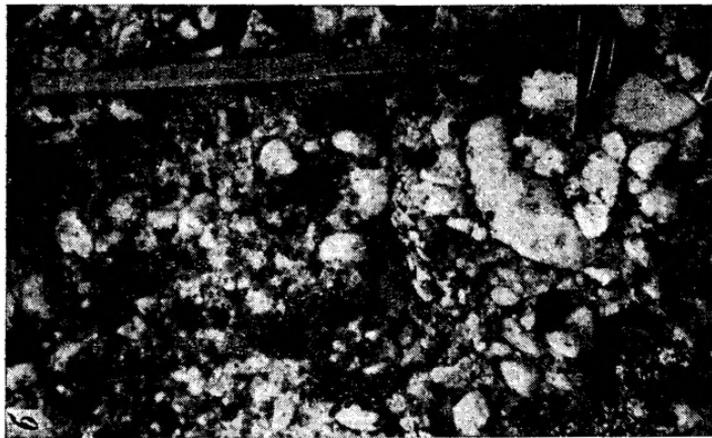


Рис. 20. Протерозойские конгломераты: кварцевые (а)  
и полимиктовые валунно-галечные (б)

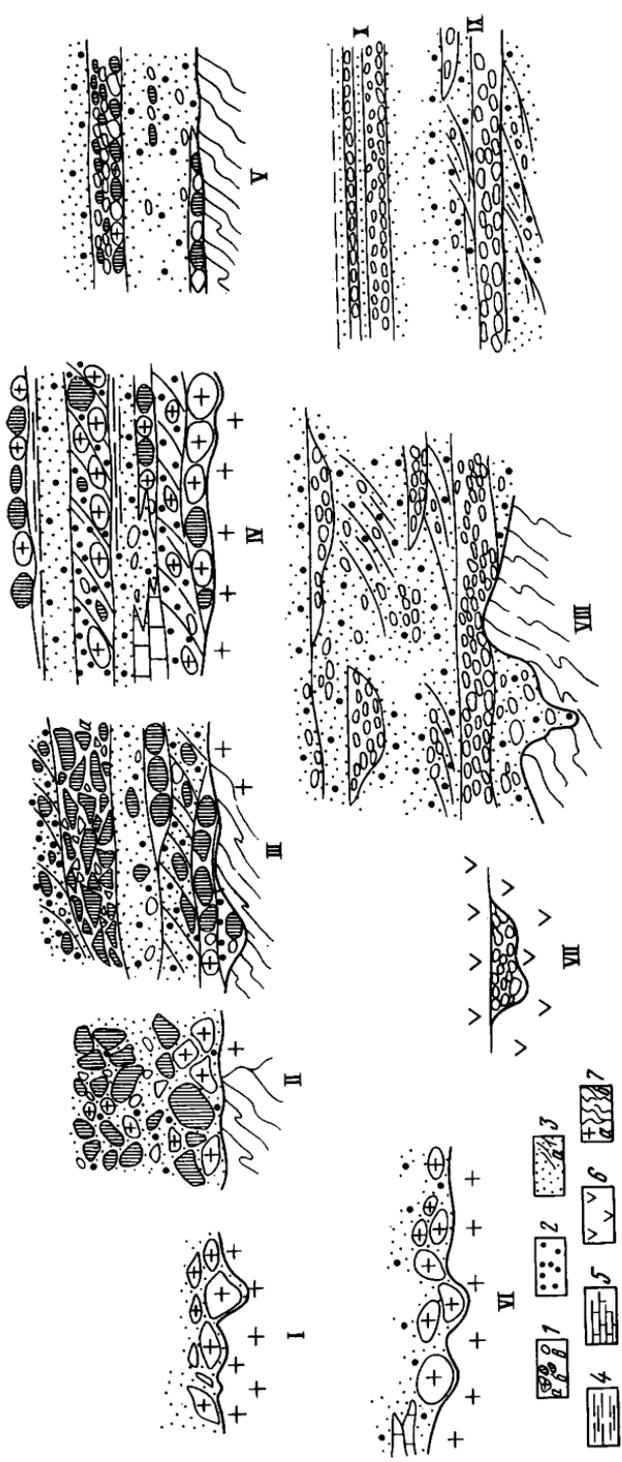


Рис. 21. Схема генетических и литолого-фациальных типов протерозойских конгломератов.

I—VI — полимиктовые и олигомиктовые валуно-галечные конгломераты, конгломерато-брекчии и брекчии: I — элювиальные брекчии, II — делювиально-пролювиальные конгломерато-брекчии, III — пролювиальные конгломераты (а — предположительно накопления грядкаменным потоком), IV — пролювиальные-прибрежные грубообломочные отложения с конгломератами, V — прибрежные конгломераты с привнесенным обломочным материалом, VI — прибрежные конгломераты, формирующиеся за счет размытия и абразии берега и дна палеобассейна, VII — кварцевые конгломераты, VIII — аллювиальные, в том числе выполняющие эрозионные каналы среди эффузивов (VII), IX—X — конгломераты и отдельные обломки гранитоидов (а), различных осадочных и вулканогенных пород с преобладанием кварцитов и сланцев (б), кварца (б); 2 — гравелиты и отдельные гравийные обломки, 3 — песчанки (а — косостолстые); 4 — сланцы; 5 — мраморизованные известняки; 6 — метапорфириты; 7 — гранитоиды (а) и метаморфизованные вулканогенно-осадочные отложения (б)

выветривания и размыва гранитов, обычно присутствуют их обломки и полевые шпаты.

Кварцевые конгломераты особенно широко формировались в эпохи, когда горные поднятия постепенно сглаживались и обширные пространства выровненной суши подвергались интенсивному химическому выветриванию в условиях влажного теплого климата. Устойчивые к процессам выветривания кварц и химически инертные рудные минералы, особенно золото, накапливались в корах выветривания, а затем, при их размыве и переотложении — в кварцевых конгломератах. Кварцевые конгломераты наиболее распространены на древних, докембрийских шитах Африки, Америки и Евразии в отложениях нижнего и среднего протерозоя, формировавшихся около 1,6—2,7 млрд. лет тому назад, когда климат был значительно теплее современного, атмосфера обогащена углекислым газом и парами воды и вследствие этого процессы химического выветривания на поверхности суши протекали особенно интенсивно. В палеозойских, мезозойских и кайнозойских отложениях также известны кварцевые конгломераты, формировавшиеся в условиях теплого и влажного климата и интенсивно протекавших процессов химического выветривания.

Встречаются конгломераты, обогащенные обломками углеродсодержащих сланцев и углеродистым веществом. Источником их питания служат углеродсодержащие породы, к которым нередко приурочены рудные полезные ископаемые, особенно сульфидные руды цветных и благородных металлов. Поэтому такие конгломераты обычно сульфидные, содержащие значительное количество детритовых зерен пирита и других сульфидов.

Иногда в конгломератах образуются линзовидные скопления углеродистого вещества с остатками растений, как, например, в третичных отложениях Австралии, содержащих крупные россыпи золота. Это свидетельство теплого и влажного климата в эпоху формирования конгломератов и накопления в них золотоносных россыпей.

На некоторых месторождениях золотоносных конгломератов, в частности в Витватерсранде, отдельные пласты сульфидных кварцевых конгломератов обогащены радиоактивным углеродистым веществом — тухолитом. В этом случае золото часто концентрируется в прослоях тухолита, причем такие прослойки углеродистого вещества нередко располагаются в кровле пластов конгломератов [подробнее см. Pelletier R. A., 1964; Кренделев Ф. П., 1974; и др.]. Таким образом, наличие углеродистого вещества и обломков углеродсодержащих пород в конгломератах может свидетельствовать о благоприятных перспективах поисков в них россыпей и в отдельных случаях помогает выявить коренные источники россыпных рудных минералов.

Рассмотрим особенности изученных проявлений аллювиальных металлоносных кварцевых конгломератов (см. рис. 3—I и рис. 13—15), где в терригенных толщах среднего протерозоя, в шлихах из протолок, обнаружены циркон, в большинстве проб — гематит, магнетит, мартит, гидроокислы железа, апатит, в отдельных пробах — пирит, лейкоксен, турмалин, рутил, реже кианит, галенит, сфалерит, эпидот, знаки киновари, молибденита, халькопирита, арсенопирита, малахита, сфена, флюорита и другие минералы. Наибольшие содержания и наиболее разнообразный состав минералов тяжелой фракции характерны для кварцевых и особенно гематитовых кварцевых конгломератов, развитых в основании осадочных циклов (рис. 22). По данным полуколичественного спектрального анализа в гематитовых кварцевых конгломератах установлены более высокие содержания Pb, Ag, Co, Ti, Nb и особенно Zr (на один порядок и более) по сравнению с вмещающими отложениями.

Для выяснения генезиса рудных минералов, обнаруженных в кварцевых конгломератах, большой интерес представило детальное изучение аллювиальных отложений, выполняющих и перекрывающих небольшое русло древнего водотока, которое хорошо видно в разрезе на скальном обнажении (рис. 23, см. рис. 3—I и рис. 13). В тяжелой фракции этих отложений наблюдаются не только типично россыпные окатанные зерна циркона, но и различные рудные минералы: гематит, галенит, пирит, сфалерит и др. Содержания тяжелой фракции и многих характерных ее минералов возрастают в эрозионном углублении дна древнего русла и в верхней половине слоя кварцевых конгломератов, перекрывающих русло. В эрозионном углублении дна (проба 6218, см. рис. 23) установлены значительно повышенные содержания гематита, галенита и сфалерита по сравнению с вышележащими отложениями русла (проба 6219). При этом в углублении дна галенит и сфалерит встречаются в виде относительно крупных зерен (до 0,5—2 мм в поперечнике), а выше присутствуют мелкие (не более 0,15 мм).

В верхней части слоя кварцевых конгломератов возрастают содержания циркона и галенита. Это было отмечено в пробах, отобранных раздельно из нижней и верхней частей слоя (например, содержания галенита в пробе 6274—20 г/т, а в пробе 6273—1 г/т, в пробе 6276—4,5 г/т, а в пробе 6221 — единичные знаки). Таким образом, установлена четкая прямая зависимость между распределением циркона и галенита по разрезам конгломератов. Следовательно, галенит в древнем аллювии, как и циркон, имеет россыпное происхождение. Галенит встречается

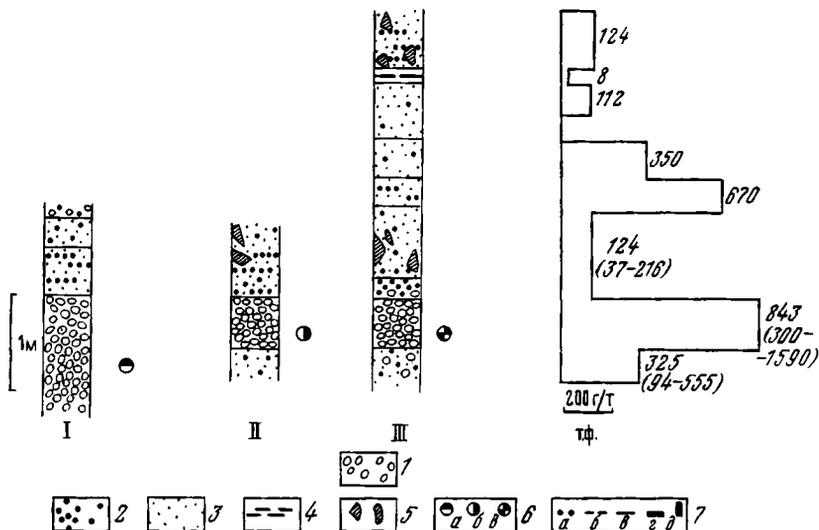
в виде обломков кристаллов со ступенчатыми краями из-за весьма совершенной спайности; некоторые его зерна покрыты тонкой рубашкой церуссита и часто слегка округлены.

В изученных конгломератах гальки и цемент спаяны в крепкую литифицированную массу, поэтому их раздельное изучение затруднено. Однако в кварцевых конгломератах, отличающихся содержаниями шлиховых, в том числе большей части рудных минералов, количество и состав галек одинаковые, что указывает на присутствие рудных минералов, преимущественно в заполняющей массе. Это же подтверждает изучение отдельных галек и валунов. Они представлены главным образом вторичными кварцитами, аналогичными развитым в досреднепротерозойских образованиях к востоку от древнего русла. В составе пород галек и валунов в тяжелой фракции из протолок наблюдается почти исключительно пирит, содержания которого в некоторых пробах достигают десятков граммов на 1 т породы обломков. В отличие от остальных рудных минералов конгломератов, пирит, в основном, присутствует в галках, а не в заполняющей массе, в результате чего его содержания почти не изменяются в разных частях слоя кварцевых конгломератов.

Галенит и многие другие россыпные рудные минералы, обнаруженные в древнем русле, неустойчивы к процессам выветривания и не переносятся на значительные расстояния, поэтому их коренные источники, очевидно, находились недалеко от древнего русла.

При последующих полевых маршрутных поисках сразу удалось обнаружить коренные проявления полезных ископаемых, содержащие минералы, наблюдающиеся в древнем русле (см. рис. 3—6). Среди развитых на этом участке доорогенных вулканогенно-осадочных отложений встречены кварцево-гематитовые жилы, окварцованные графитистые породы и сульфидные существенно пиритовые руды, окварцованные и пиритизированные известняки с сульфидами и вторичные кварциты. В развитых малых интрузиях плагиогранит-порфиров наблюдаются характерные тонкие длиннопризматические кристаллы буровато-серого циркона, причем аналогичные цирконы, очень слабо окатанные, отмечаются и в аллювиальных конгломератах древнего русла. В окварцованных мраморизованных известняках содержатся галенит и сфалерит. Размеры зерен галенита и сфалерита не более 1—2 мм, они близки или несколько превышают размеры зерен этих минералов в аллювиальных отложениях; сфалерит в окварцованных карбонатных породах и его обломочные зерна в древнем русле представлены буровато-желтым клейфаном.

По данным спектральных анализов, тяжелая фракция рудосодержащих окварцованных карбонатных пород и кварцевых конгломератов с россыпными рудными минералами характеризуется близкими содержаниями ряда элементов (табл. 1).



В изученных среднепротерозойских аллювиальных отложениях наблюдаются терригенные парагенезисы минералов, связанные с различными питающими образованиями, например, длиннопризматический циркон (в результате размыва малых интрузий плагиогранит-порфиров), галенит и сфалерит (в результате размыва окварцованных карбонатных пород). Они в совокупности образуют парагенетическую ассоциацию, включающую другие рудные минералы, а также эпидот и цоизит, и формировавшуюся в результате размыва различных пород, развитых вблизи древнего русла. В то же время основная масса циркона представлена отчетливо окатанными округленными короткопризматическими зернами, которые, вероятно, связаны с удаленными питающими образованиями с преобладанием гранитоидов. Возможно, перенос основной массы окатанного циркона происходил по относительно крупной древней реке, а парагенетиче-

Таблица 1

Содержания некоторых аксессуарных элементов в тяжелой фракции конгломератов и коренных источников питания, %

Породы	Ag	Pb	Zn	Cd	Ge	Mo	Sn	Ba	As	Zr
Окварцованные и пиритизированные карбонатные породы	$7 \cdot 10^{-1}$	0,7	1,0	0,015	0,003	0,001	0,001	1,0	0,1	0,001
Кварцевые конгломераты	$7 \cdot 10^{-1}$	1,0	1,0	0,015	0,003	0,001	0,001	1,0	0,1	>1,0

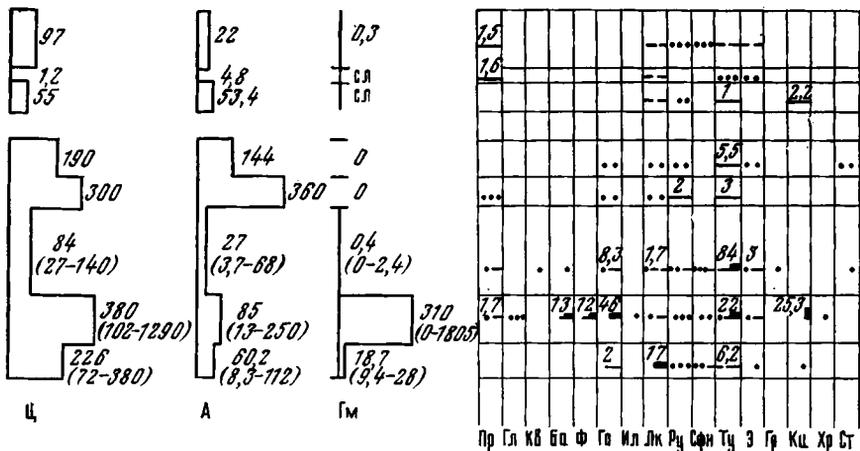


Рис. 22. Минеральный состав гематитовых кварцевых конгломератов по разрезам.

1 — кварцевые конгломераты и отдельные гальки; 2 — гравелиты и отдельные гравийные обломки; 3 — песчаники; 4 — сланцы филлитовидные и яшмовидные; 5 — рассеянные остроугольные обломки метапорфиров и яшм; 6 — повышенные содержания (более 0,5 кг/т) циркона (а), гематита (б), циркона и гематита (в); 7 — содержания второстепенных минералов тяжелой фракции: а — знаки, б — менее 1 г/т, в — 1–10 г/т, г — 10–100 г/т, д > 100 г/т (цифрами обозначены наибольшие содержания). На гистограммах показаны содержания тяжелой фракции (т. ф.), циркона (Ц), апатита (А) и гематита (Гм) в граммах на 1 тонну породы (цифрами обозначены средние содержания и в скобках — интервалы содержания).

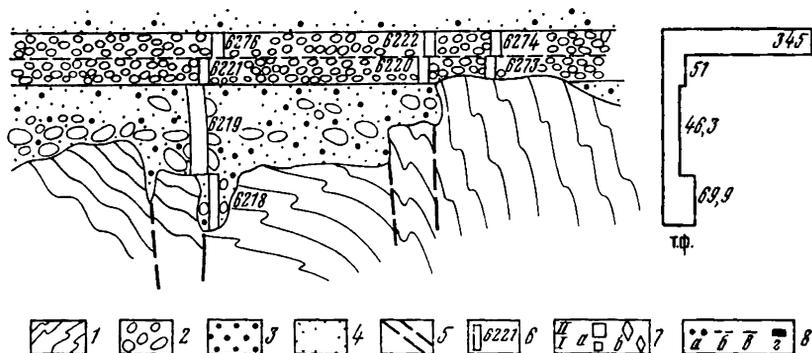
Второстепенные минералы тяжелой фракции: Пр — пирит, Гл — галенит, Кв — киноварь, Ба — барит, Ф — флюорит, Го — гидроокислы железа, Ил — ильменит, Лк — лейкоксен, Ру — рутил, Сфн — сфен, Ту — турмалин, Э — эпидот и цоизит, Гр — гранат, Ки — кианит, Хр — хромит, Ст — ставролит. Кроме них присутствуют кварцево-гематитовые сростки, спорадически — роговая обманка, пироксен и другие минералы.

1, II, III — разрезы в северной, центральной и южной частях участка (см. рис. 13)

ской ассоциации с длиннопризматическим цирконом и рудными минералами по ее боковым притокам, неоднократно возникавшим вдоль субширотных разломов. Об этом свидетельствуют многочисленные ориентированные в субширотном направлении грабенообразные древние русла, выполненные среднепротерозойскими аллювиальными отложениями, а также наличие примерно одних и тех же россыпных рудных минералов в разновременных терригенных толщах, разделенных вулканитами.

На описываемом участке выявлены и проявления наложенного гидротермального оруденения в окварцованных карбонатных породах под силлом габбро-диабазов (см. рис. 13) и в кварцево-карбонатных жилках и зонах пиритизации вдоль тектонически сорванных контактов терригенных толщ и вулканитов, сопровождающихся брекчированием и ратсланцеванием пород (см. рис. 13–15).

На примере этих проявлений видно, что для выяснения генезиса рудных минералов в грубообломочных отложениях необходимо тщательно изучать их минеральный состав по детальным разрезам, особенно в разных осадочных циклах и слоях.



Такое изучение позволяет выяснить закономерности локализации россыпных проявлений полезных ископаемых в конгломератах, выявить слои, к которым приурочены рудоносные терригенные минеральные парагенезисы. Местами выявлены значительные содержания в конгломератах шлиховых, в том числе и рудных минералов (рис. 24).

Исследования генезиса рудных минералов конгломератов показывают, что магнетит, мартит, гематит и пирит в протерозойских магнетит-гематитовых и сульфидных конгломератах преимущественно первично россыпные, часто образуют струи рудного шлиха, подчеркивающие слоистость (рис. 25).

В сульфидных кварцевых и полимиктовых конгломератах содержания пирита измеряются единицами — десятками килограммов на 1 т породы, в то время как во вмещающих их отложениях они большей частью незначительные. По детально изученному разрезу (рис. 26—III) в базальных сульфидных полимиктовых валунно-галечных конгломератах содержания пирита значительно отличаются в разных осадочных ритмах. Внутри ритмов максимальные концентрации пирита и наибольшие размеры его зерен, достигающие 1—2 мм в поперечнике, наблюдаются в конгломератах, в то время как в песчаниках, развитых в кровле отдельных ритмов, количество пирита резко уменьшается и присутствуют исключительно мелкие его зерна, не более 0,1—0,3 мм. Пирит резко преобладает в составе тяжелой фракции, и по сравнению с ним содержания остальных ее минералов (пирротина, циркона, турмалина, лимонита, гематита, граната и др.) незначительные. В рассматриваемых конгломератах наблюдаются хорошо видимые в обнажениях явно наложенные просечки и прожилки пирита, секущие слоистость, и создается мнение о его гидротермальном генезисе. Однако это не отразилось на явно россыпном характере распределения пирита по разрезу отложений; лишь очень незначительная его часть была переотложена в результате более поздних метаморфогенно-гидротермальных процессов с образованием просечков и прожилков.

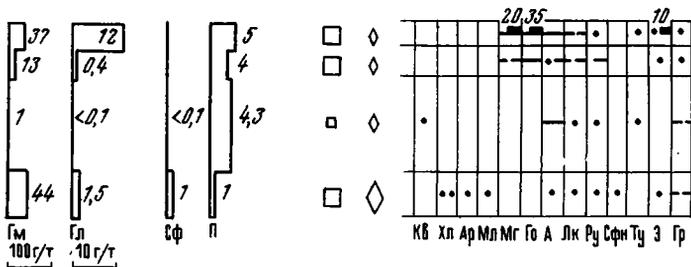


Рис. 23. Древнее русло в разрезе.

1 — филлитовидные и яшмовидные сланцы; 2 — кварцевые конгломераты и отдельные валуны и гальки кварца; 3 — гравийные обломки кварца; 4 — песчаники; 5 — разрывные нарушения; 6 — шлихо-минералогические пробы; 7 — форма выделений галенита (а) и сфалерита (б) — зерна размером около 0,05—0,15 мм (I) и 1—2 мм (II); 8 — содержания второстепенных минералов тяжелой фракции: а — знаки, б — менее 1 г/т, в — 1—10 г/т, г — >10 г/т (цифрами обозначены максимальные содержания).

На гистограммах показаны средние содержания тяжелой фракции (т. ф.), в которой преобладает циркон и отдельно — гематит (Гм), галенит (Гл), сфалерит (Сф) и пирит (П). Минералы тяжелой фракции: Кв — киноварь, Хл — халькопирит, Ар — арсенопирит, Мл — малахит, Мг — магнетит, Го — гидроокислы железа (преимущественно лимонит), А — апатит, Лк — лейкоксен, Ру — рутил, Сфн — сфен, Ту — турмалин, Э — эпидот и цоизит, Гр — гранат. Кроме них встречаются кварцево-гематитовые сростки и спорадически — другие минералы

Многие зерна пирита округленной, окатанной формы, что также подтверждает его россыпной генезис.

В протерозойских терригенных отложениях встречается также пирит аутигенный и эпигенетический наложенный. Аутигенный пирит в изученных нами районах отмечается в виде хорошо выраженных кристаллов обычно кубической формы размером 0,1—0,7 мм, более или менее равномерно рассеянных в отдельных слоях песчаников и сланцев и отсутствующих за их пределами. Эпигенетический, наложенный пирит встречается в виде секущих просечков и прожилков или вкрапленных зон. Зоны пиритизации тяготеют к разрывным нарушениям и прослеживаются, не считаясь со слоистостью кварцито-конгломератовых комплексов. В зонах пиритизации мощностью до 5—6 м вдоль тектонически сорванных контактов конгломератов и метапорфиритов (см. рис. 13—15, скв. 8, 10, 15, 16) наблюдается вкрапленность хорошо выраженных монокристаллов пирита, преимущественно пентагон-додекаэдрической формы от 1 до 3—5 мм в поперечнике, содержания и размеры которых одинаковы в разных слоях конгломератов и песчаников.

Магнетит-гематитовые кварцевые конгломераты обогащены гематитом, иногда с мартитом и магнетитом. Можно предположить, что мартитизация магнетита происходила в процессе перемыва обломочного материала конгломератов. Не исключено, что некоторая часть мартита является первичной, так как места он наряду с магнетитом обнаружен в вулканогенных образованиях, подстилающих конгломераты. В изучавшихся районах в среднепротерозойских конгломератах широко распростра-



а б в г д е ж з 1

Рис. 24. Минеральный состав конгломератов на разных участках (1 — орогенной, 2 — нижней протоплатформенной терригенной формаций).

1 — содержания минералов тяжелой фракции: а, б — в части проб, в — во всех пробах, г — знаки, д — незначительные весовые содержания, е — десятки, ж — сотни граммов, з — более 1 кг/т.

Второстепенные минералы тяжелой фракции: Ан — анкерит, Ап — арсенопирит, Ба — барит, В — вольфрамит, Гл — галенит, Ил — ильменит, Кв — киноварь, Ко — кобальтин, Мл — малахит, Мн — окислы марганца, Мо — молибденит, Пн — пентландит, Пр — пирротин, Сд — сидерит, Сф — сфалерит, Ф — флюорит, Хп — халькопирит, Хр — хромит, Ш — шеслит

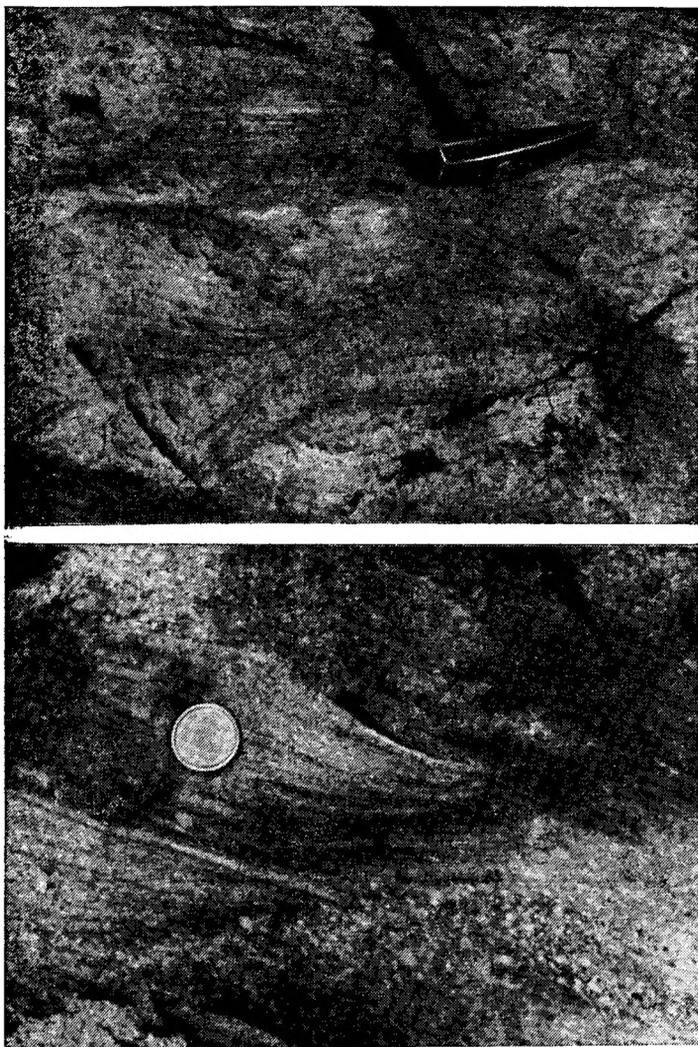


Рис. 25. Струи магнетит-гематитового шлиха в кварцевых конгломератах и гравийных песчаниках (*а* — косая перистая, *б* — косая разнонаправленная слоистость)

нены обломки матового с поверхности тонкозернистого гематита часто микрослоистой текстуры. Такой гематит характерен для доорогенных железистых кварцитов, которые наблюдаются в виде мелких обломков в тяжелой фракции конгломератов. Значительно реже встречаются зерна блестящей железной слюдки, вероятно, в результате размыва существенно гематитовых и кварцево-гематитовых жил в близлежащей области сноса обломочного материала.

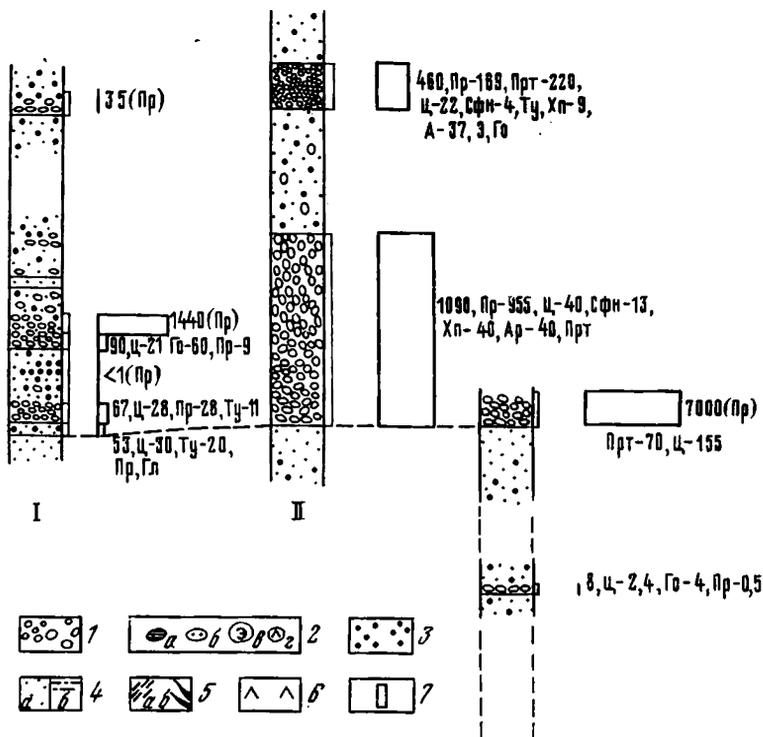
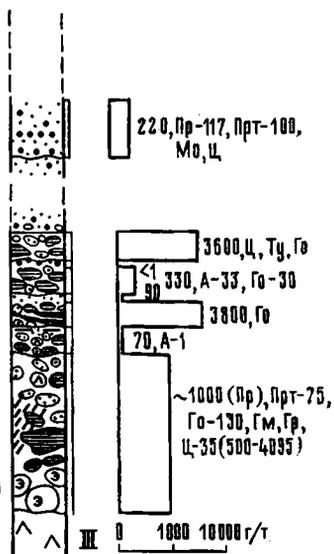


Рис. 26. Схема распределения пирита в сульфидных конгломератах нижней протоплатформенной терригенной формации.

1—5 — терригенная формация: 1 — кварцевые конгломераты и отдельные гальки, 2 — обломки пород в полиминеральных конгломератах: а — сланцы, б — кварциты и кварцито-песчаники, в — кварцево-эпидотовые породы, г — амфиболиты, 3 — гравелиты и отдельные обломки, 4 — песчаники (а) и песчанистые сланцы (б); 5 — углеродистое вещество (а) и струны пирита (б); б — амфиболиты; 7 — пробы.

На гистограммах показаны содержания минералов тяжелой фракции преимущественно с резким преобладанием пирита. Буквами обозначены отдельные минералы тяжелой фракции, для некоторых из которых указаны их содержания в г/т породы: Ц — циркон, Сфн — сфен, Ту — турмалин, А — апатит, Гр — гранат, Э — эпидот и цоизит, Го — гидроокислы железа, Пр — пирит, Прт — пирротин, Хп — халькопирит, Гл — галенит, Мо — молибденит, Ар — арсенопирит



В конгломератах встречается также аутигенный, хемогенный гематит, обволакивающий отдельные обломочные зерна или иногда образующий цемент базального типа.

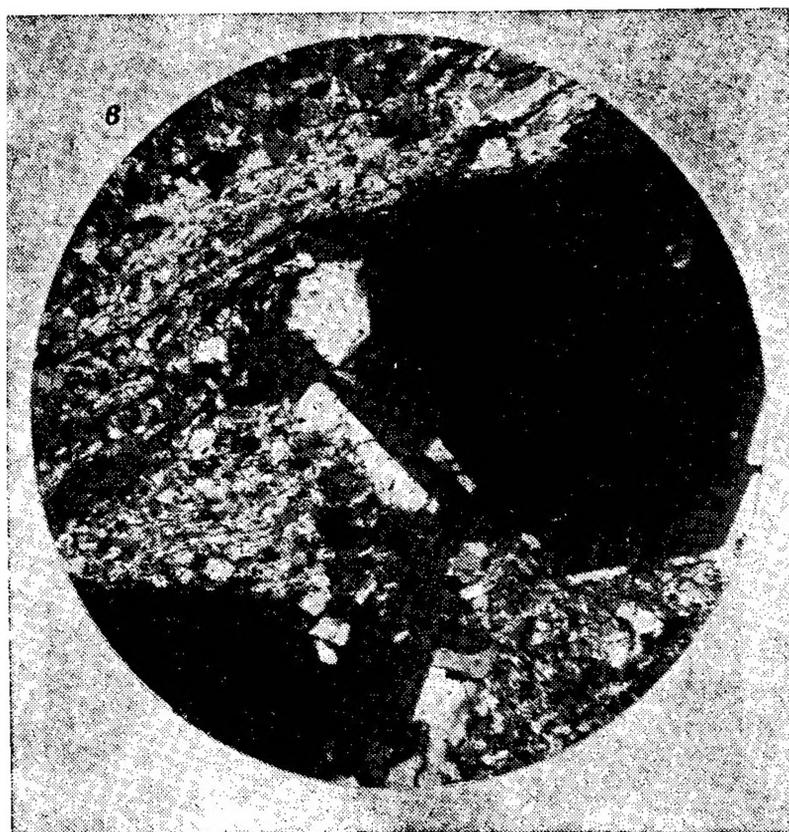
Первично россыпные рудные минералы конгломератов встречаются в виде окатанных зерен, но нередко в результате метаморфических преобразований наблюдаются также в виде выделений неправильной формы и монокристаллов (рис. 27, 28). Метаморфогенные выделения обычно наблюдаются в цементе конгломератов и «приспосабливаются» к контурам обломков, не пересекая их. По-видимому, в условиях зеленосланцевой фации регионального метаморфизма происходило лишь перераспределение и, возможно, некоторое стяжение вещества зерен рудных минералов, иногда с образованием более крупных метаморфогенных выделений. В отличие от них, рудные минералы наложенного оруденения в конгломератах, например в секущих их жилах и вкрапленных зонах, образуют более крупные зерна и кристаллы, резко пересекающие гальки.

Золото в протерозойских конгломератах на всех зарубежных месторождениях преимущественно свободное. Установлено также наличие золота в сульфидах тяжелой фракции, в частности в пирите\*. В конгломератах часто наблюдаются зерна золота кластического облика со следами окатанности (рис. 29). В дельтовых и прибрежных мелкогалечных конгломератах, а также в гравелитах, песчаниках и сланцах наблюдаются преимущественно мелкие зерна типично шлиховых минералов, например циркона, и очень мелкие пылевидные золотишки размером 0,01—0,1 мм, в то время как в аллювиальных и пролювиальных конгломератах размеры зерен шлиховых минералов возрастают и встречаются золотины около 0,5—1,2 мм. Следует заметить, что размеры зерен золота и других россыпных рудных минералов в грубообломочных отложениях во многом определяются размерами зерен этих минералов в коренных источниках питания. Так, при наличии в коренных источниках исключительно мелкого золота оно будет присутствовать в грубообломочных отложениях, независимо от их генетических особенностей.

Золото в конгломератах частично может быть аутигенным, выпавшим из коллоидных или истинных растворов, в том числе при процессах диагенеза, особенно в палеодельтах в результате изменения их гидрокимического режима при впадении в палеобассейны. Однако золото в грубообломочных отложениях имеет первично россыпной генезис и часто приурочено к слоям конгломератов, залегающих в основании осадочных циклов над поверхностями размывов и обогащенных шлиховыми минералами.

---

\* В некоторых трудах содержания золота в конгломератах приводятся по данным анализов шлихов протолок без должных ссылок, чем бывает обусловлен разноречивость в оценке золотоносности конгломератов отдельных районов.



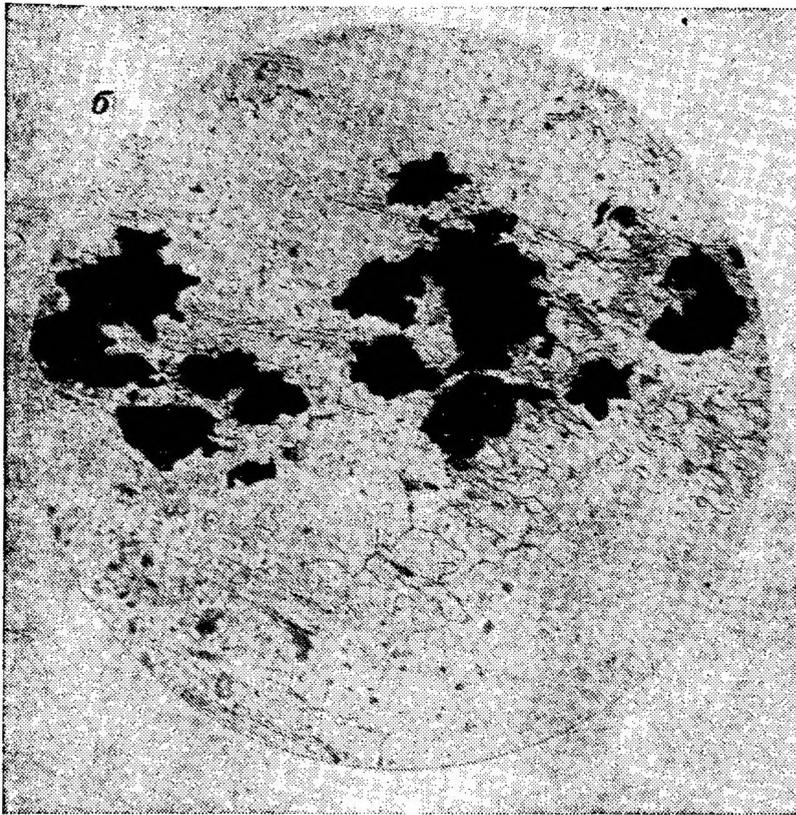


Рис. 27 Гематит в протерозойских конгломератах.

Округленное окатанное зерно (а), метаморфогенные выделения гематита неправильной, заливчатой формы (б) и монокристаллы (в) из струй рудного шлиха магнетит-гематитовых кварцевых конгломератов; г — кристаллы гематита из кварцево-гематитовой жилы, секущие гальку и цемент конгломератов (прозрачные шлифы. Ув. 20)

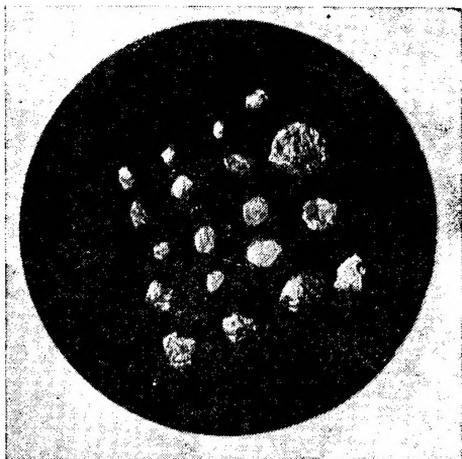


Рис. 28. Кластические зерна пирита различной окатанности тяжелой фракции конгломератов (ув. 10)

цации с золотом, свидетельствует о близости коренных источников, что учитывается при поисках россыпей и коренного оруденения.

При изучении шлиховых, кластических минералов конгломератов среди них целесообразно различать: 1) главные, фоновые: а) широкого и б) локального распространения; 2) второстепенные и редкие.

Во многих районах широко распространен типичный главный, фоновый минерал—циркон; локально распространены фоновые минералы—магнетит, мартит, гематит или пирит. Накопление их обусловлено размывом питающих образований, обогащенных этими минералами, и, по-видимому, располагавшихся на небольшом удалении от участков седиментации. Другие рудные минералы обычно относятся к второстепенным.

В конгломератах нередко устанавливаются различные терригенные парагенезисы минералов, связанные с разными питающими образованиями, в том числе удаленными и близлежащими [Коновалова М. С., Войтович В. С., 1976]. На примере охарактеризованного в начале раздела древнего русла (см. рис. 23) видно, что целесообразно различать минералы и их парагенезисы, накапливавшиеся в результате размыва определенных питающих пород, и парагенезисы, связанные с различными, но близлежащими размывавшимися породами области сноса. Некоторые терригенные парагенезисы бывают связаны с притоками древних рек или бассейнов.

Для оценки возможных перспектив поисков россыпных полезных ископаемых в конгломератах разных районов и уча-

В протерозойских и фанерозойских полимиктовых и кварцевых конгломератах разнообразные рудные минералы, в том числе галенит, сфалерит и многие другие, выявлены на участках, где отсутствуют какие-либо признаки наложенной минерализации. Все рудные минералы, обнаруженные в древних конгломератах, встречаются в кайнозойских аллювиальных и прибрежно-морских россыпях. Присутствие в конгломератах минералов, неустойчивых к процессам выветривания, например галенита в ассо-

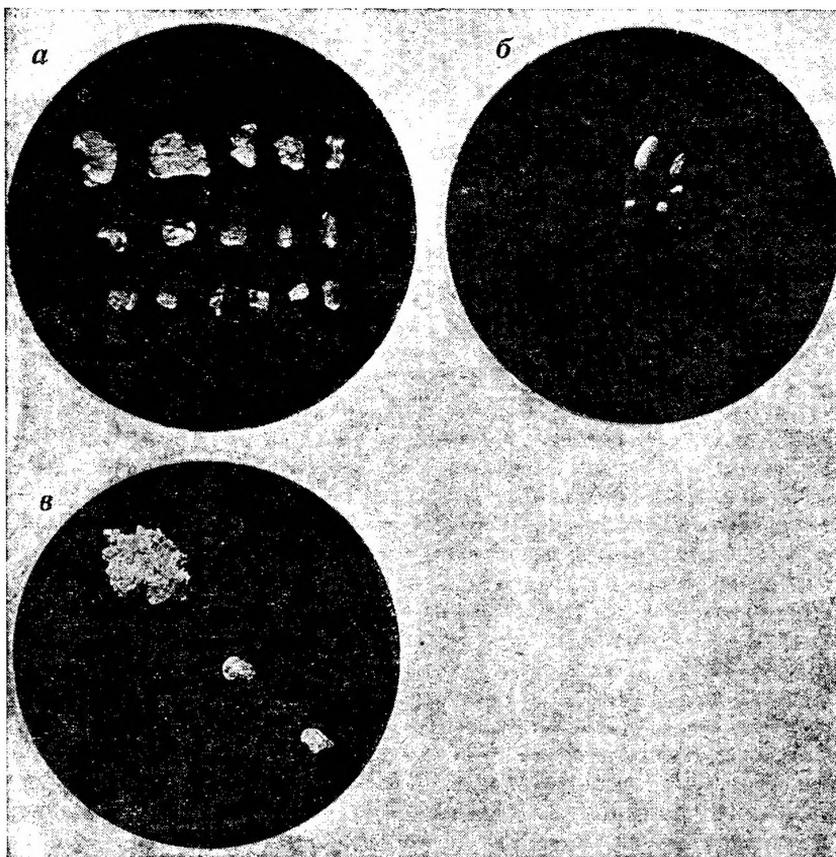
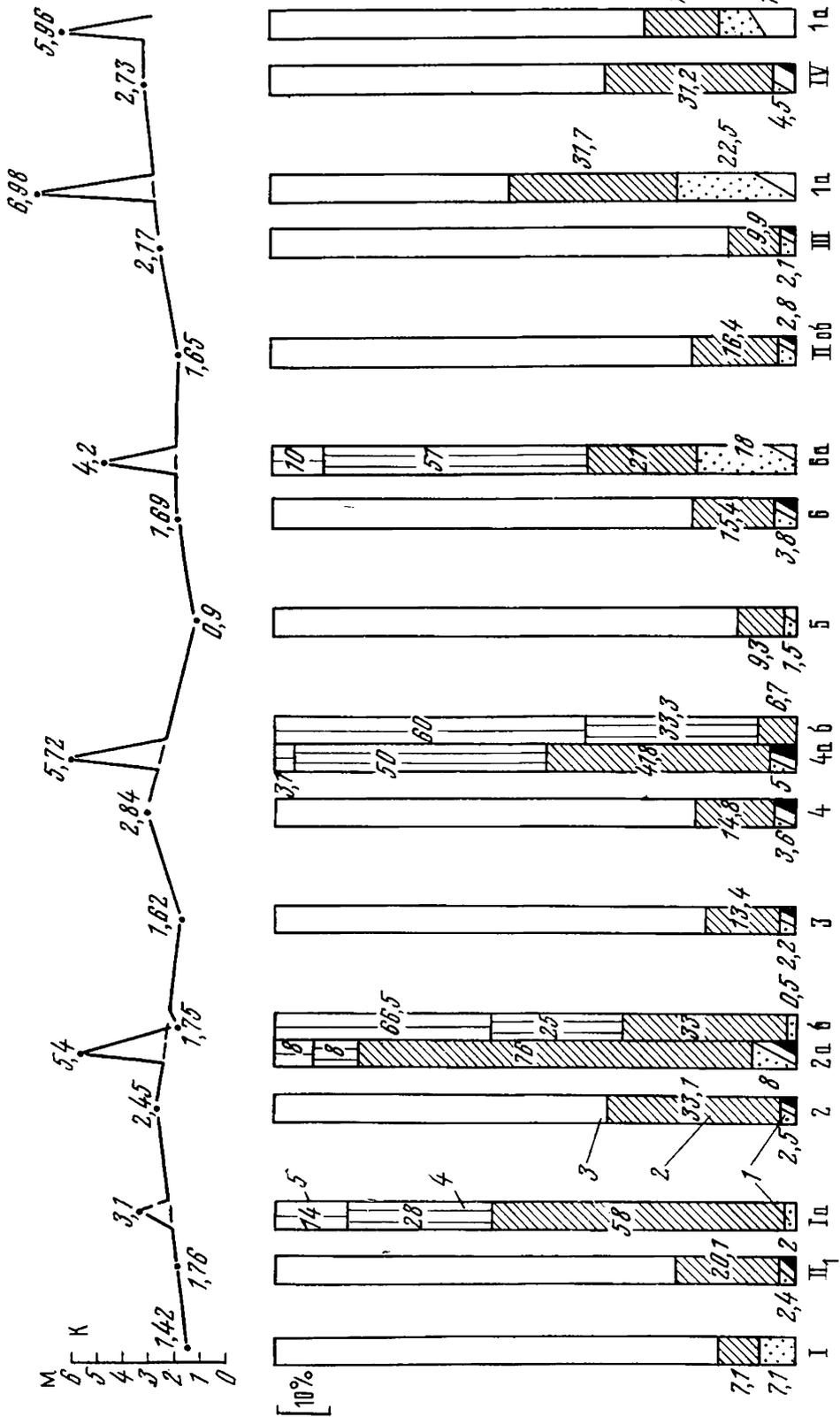


Рис. 29. Золото из кварцевых конгломератов — аллювиальных (а) и прибрежных (б); видна округленность, окатанность многих зерен, характерно уменьшение их размеров в прибрежных конгломератах по сравнению с аллювиальными, для сравнения показано рудное золото из сульфидно-кварцевой жилы (в) (ув. а — 15, б — 60, в — 10)

стков представляют интерес гистограммы содержания металлов в грубообломочных отложениях по данным их массового опробования, а также построенный по этим гистограммам коэффициент распространения. Он представляет собой сумму произведений частот встречаемости на среднее значение соответствующей им концентрации полезных ископаемых [Ивенсен Ю. П., 1966]. Составленные гистограммы и коэффициент распространения для рассматриваемой территории (рис. 30) позволили выявить отдельные районы и участки, куда происходил наибольший вынос металлов. Они приурочены преимущественно к слоям конгломератов, что ясно выражено даже в валунно-галечных полимиктовых конгломератах, постепенно переходящих в песча-



ники с рассеянными гальками и валунами (см. рис. 30—II—2аб). Наиболее значительные проявления полезных ископаемых обнаружены в аллювиальных, дельтовых и прибрежных кварцевых конгломератах, обогащенных шлиховыми, в том числе кластическими рудными минералами и характерными для них аксессуарными элементами. Так, на одном из детально изучавшихся участков развития магнетит-гематитовых кварцевых конгломератов, гравелитов и гравийных песчаников в этих отложениях спектральным анализом большого числа проб установлены значительно большие содержания Cu, Pb, Zn, Ni, Co, Cr, Mn, Ti, V, Mo, Sn, Ge, Nb, Zr, Y, La, Ce по сравнению с одновозрастными отложениями на соседних участках, при этом непосредственно слои конгломератов еще более обогащены Ti, Pb, Cu.

Первично россыпные проявления полезных ископаемых преимущественно приурочены к конгломератам, содержащим материал размыва архейских и раннепротерозойских вулканогенно-осадочных отложений и зеленокаменных вулканитов, в которых выявлены коренные источники, представленные кварцевыми и сульфидно-кварцевыми жилами, вторичными кварцитами и зонами окварцевания, сульфидными серноколчеданными и медноколчеданными рудами, железистыми кварцитами, графитистыми сланцами и др.

Нередко устанавливается близкое расположение коренных проявлений полезных ископаемых и россыпных в конгломератах (см. рис. 3, 4). Кроме того, во многих проявлениях кластические рудные минералы обнаружены на разных стратиграфических уровнях: например, в орогенных делювиально-пролювиальных конгломератах и конгломерато-брекчиях с обломками близрасположенных пород и в проплатформенных формациях с преобладанием континентальных и прибрежно-бассейновых фаций. Вероятно, коренные проявления полезных ископаемых распола-

Рис. 30. Гистограммы содержаний металлов в кварцито-конгломератных комплексах и коэффициент распространения (K).

Содержания металла: 1 — на два-три порядка выше кларковых; 2 — на порядок выше кларковых; 3—5 — близкие к кларковым.

Кварцито-конгломератные комплексы: I — орогенных формаций с преобладанием делювиально-пролювиальных и пролювиальных конгломератов и конгломерато-брекчий (140 проб), нижней проплатформенной терригенной формации; II<sub>1</sub> — с преобладанием аллювиальных конгломератов (см. рис. I—I<sub>3</sub>, 4, 545 проб), в том числе 1а — на одном из участков развития кварцевых конгломератов, с широким развитием континентальных и прибрежных конгломератов; 2 — во впадине, осложненной грабенообразными палеодепрессиями (см. рис. I, 4—III<sub>1</sub>, 2170 проб), в том числе 2а, б — в скважине, вскрывшей мощные грубообломочные отложения (а — конгломераты, б — вмещающие их гравийные песчаники и гравелиты с рассеянными гальками и валунами). 3 — в другой впадине (см. рис. I, 4—III<sub>2</sub>, 440 проб). 4 — в блоках с широким развитием сульфидных кварцевых конгломератов (см. рис. I—II<sub>3</sub>, 330 проб), в том числе 4а, б — на участке развития сульфидных конгломератов, а — конгломераты, б — вмещающие их песчаники и гравелиты, 5 — в блоке с преимущественно аркозовыми кварцево-гранитными конгломератами (см. рис. I—III<sub>3</sub>, 185 проб), 6 — в блоке с широким развитием магнетит-гематитовых кварцевых конгломератов (см. рис. I—II<sub>4</sub>, 220 проб), в том числе 6а — одного из участков, IIоб — формации в целом, III — терригенной толщи, развитой среди метабазитов вулканогенной формации (500 проб), в том числе 1а — на участке развития гематитовых кварцевых конгломератов, IV — терригенно-карбонатной формации (400 проб), в том числе 1а — на участке развития гематитовых кварцевых конгломератов

гались вблизи площади седиментации и неоднократно размывались.

Наложенное стратиформное оруденение отличается от первично россыпного. Так, типичное стратиформное месторождение медистых кварцито-песчаников в среднепротерозойских отложениях (рис. 31) приурочено к терригенной толще, залегающей среди метабазитов и сложенной гравелитами и гравийными песчаниками мощностью от 1—2 до 9—10 м. Рудная залежь представлена вкрапленностью халькопирита в гравелитах и песчаниках, присутствуют пирит, борнит, халькозин, малахит и азурит, спорадически магнетит, ильменит, редко молибденит, арсенипирит, гематит, серебро. По данным исследований автора совместно с С. Б. Хенкиной, Э. П. Степновым и И. К. Стороженко, выходы терригенной толщи и рудная залежь в ней ограничены с запада продольным субмеридиональным малоамплитудным рудоконтролирующим взбросо-сдвигом, который прослеживается слабо выраженными линейными ложбинами и уступами. В зоне разлома основание терригенной толщи сорвано, и вдоль ее подошвы наблюдаются маломощные брекчированные породы и маломощные силлы габбро-диабазов. К зоне разлома, особенно к участкам дробления, приурочены кварцальбитовые метасоматиты, сложенные альбитом и кварцем и образующие тела неправильной формы до 1—2 м в поперечнике. Метасоматиты состоят преимущественно из альбита, структура их аллотриоморфнозернистая, размер зерен 0,05—0,09 мм в поперечнике. Кварц в метасоматитах распределен неравномерно, образуя скопления в отдельных участках, а также заполняя мельчайшие трещинки. В метасоматитах наблюдается сульфидная минерализация, аналогичная развитой в оруденелых кварцито-песчаниках. В последних халькопирит, преобладающий среди рудных минералов, образует ксеноморфные зерна размером 0,2—2 мм в поперечнике, в богатых рудах в зоне разлома — до 1—2 см.

Рудная залежь приурочена к основанию терригенной толщи, имеет максимальные размеры и наиболее насыщена сульфидами в зоне рудоконтролирующего взбросо-сдвига. Залежь протягивается на глубину полосой, ориентированной примерно под углом  $45^\circ$  к линии разлома, и, по-видимому, формировалась в оперяющей его зоне растяжения. Рудная залежь сечет контур максимальных мощностей терригенной толщи, вытянутый по направлению падения слоев, и имеет эпигенетический характер, причем местами оруденение распространяется и в пределы подстилающих брекчированных вулканитов.

Некоторые исследователи рассматриваемое месторождение считают сингенетическим эксгальационно-осадочного генезиса, связанным с процессами вулканизма, тем более что вулканиты в районе месторождения часто содержат сингенетическую вкрапленность сульфидов меди. Однако эпигенетический характер

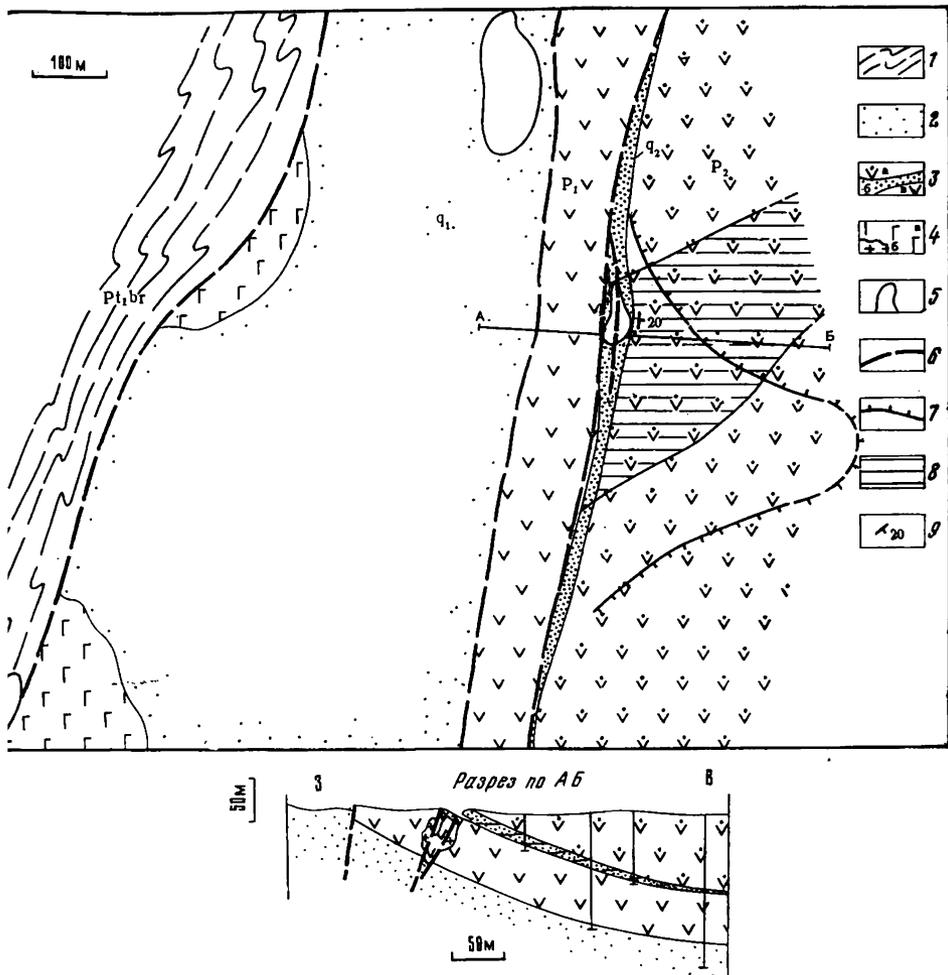


Рис. 31. Схема строения стратиформного месторождения медистых кварцито-песчаников.

1 — доорогенные интенсивно дислоцированные отложения, филлиты, альбит-цоизитовые, амфибол-биотитовые и серицит-кварцевые сланцы; 2—3 — протоплатформенные формации: 2 — нижняя терригенная, 3 — вулканогенная (а — метапорфириты и метамандельштейны, б — терригенные отложения, в — метапорфириты и метадиабазы); 4 — диабазы и габбро-диабазы (а) и кварцево-полевошпатовые метасоматиты (б); 5 — четвертичные отложения и озера; 6 — разрывные нарушения; 7 — изобазы, ограничивающая контур максимальных мощностей (от 5 до 9 м) терригенной толщи; 8 — контур рудной залежи в основании терригенной толщи; 9 — элементы залегания слоев

рудной залежи и ее приуроченность к зоне рудоконтролирующего разлома с кварц-полевошпатовыми метасоматитами свидетельствуют о наложенном, гидротермальном генезисе оруденения. Не исключено, что гидротермальные растворы были в какой-то мере обогащены медью за счет вулканогенных толщ,

а залегающие среди них терригенные отложения оказались литологически благоприятными для отложения руд. В рудах месторождения sporadически присутствуют ценные примеси, особенно в зоне разлома и в метасоматитах.

Наложенное стратиформное оруденение, в отличие от метаморфогенно-осадочного первично россыпного, не обнаруживает приуроченности к определенным литофациям грубообломочных отложений и кварцевым конгломератам, а контролируется зонами разломов, развитыми вдоль них дайками и малыми интрузиями различного состава и кварц-полевошпатовыми метасоматитами.

Наши исследования показывают, что для выяснения генезиса полезных ископаемых в грубообломочных отложениях особенно большой интерес представляет изучение распределения рудных минералов в разных слоях, осадочных ритмах и циклах в корреляции с несомненно россыпными минералами. Иногда на участках, где в конгломератах наблюдаются пересекающие их рудные жилы, исследования методом распределения показывают, что большая часть рудных минералов россыпного происхождения и приурочена к слоям, залегающим над поверхностями размывов, хотя некоторое количество рудного вещества было переотложено гидротермальными растворами и находится в жилах.

В отдельных случаях наложенные гидротермальные и россыпные проявления полезных ископаемых могут быть совмещены. Наложенное оруденение бывает приурочено к тектонически сорванным зонам контактов терригенных толщ с подстилающими их образованиями, а базальные слои толщ обогащены россыпными минералами. Это наблюдается, например, на рассмотренном месторождении медистых кварцито-песчаников (см. рис. 31), где рудная залежь, сложенная гидротермальным парагенезисом разнообразных минералов с преобладанием халькопирита, приурочена к основанию и низам терригенной толщи, которые обогащены и кластическими минералами, преимущественно цирконом и апатитом. Однако секущий характер рудной залежи в плане, распространение ее в пределы подстилающих металпорфиров, обогащение залежи рудными минералами в зоне рудоконтролирующего разлома и метасоматитов — все это позволяет с уверенностью различать гидротермальные и терригенные парагенезисы минералов.

Известно также, что нередко наложенное гидротермальное стратиформное оруденение приурочено к литологически благоприятным слоям, в том числе к конгломератам [Кренделев Ф. П., 1974]. Тем не менее, тщательное шлихо-минералогическое изучение распределения рудных минералов по детальным разрезам терригенных отложений позволяет отличать первично россыпное от стратиформного наложенного оруденения. В пользу первично россыпного генезиса рудных минералов свидетельствуют:

1) различные содержания их в разных ритмах и циклах, 2) приуроченность рудных минералов к слоям конгломератов, обогащенным россыпными минералами, 3) закономерное изменение содержаний и преобладающих размеров зерен кластических рудных минералов по разрезам осадочных ритмов и циклов, 4) характерное обогащение кластическими рудными минералами древних русел, стержневых частей конусов выноса, слоев конгломератов, содержащих большое количество галек и залегающих непосредственно над поверхностью размыва, 5) нередко различные состав и содержания элементов-примесей, в частности золота, в кластических рудных минералах разных осадочных ритмов и циклов, что может указывать на размыв различных питающих образований при их накоплении.

В последние годы детально изучались типоморфные признаки самородного золота различного генезиса Н. В. Петровской, Л. А. Николаевой и др. Учитывая типоморфные особенности золота из россыпей, а также обломки его сростаний с другими минералами, нередко удается выявить источники россыпного золота. Перечислим некоторые признаки: наличие следов скольжения в зернах золота, обусловленных механическими деформациями в процессе транспортировки; появление тусклой, матовой, а при более интенсивной коррозии — шероховатой, шагреновой поверхности золотин, налетов на них пленок гидроокислов железа, образование высокопробной оторочки зерен. Все это, включая окатанность золотин, свидетельствует о россыпном генезисе золота и его преобразованиях при формировании россыпи. Другие рудные минералы россыпного генезиса также обычно несут следы изменений и окатанности в гипогенных условиях: нередко они покрыты налетами и пленками вторичных минералов, в той или иной степени бывают округлены.

Отдельные признаки рудных минералов россыпного, аутигенно-хемогенного, метаморфогенного и наложенного гидротермального генезиса рассмотрены выше. При изучении древних конгломератов минералогические критерии генезиса рудных минералов далеко не всегда могут быть однозначно истолкованы; характерные типоморфные признаки минералов могут возникать еще при формировании их в коренных источниках, а также при переносе в процессе образования россыпи и при последующих метаморфогенно-гидротермальных процессах. Тем более важным представляется метод распределения, которым нередко удается однозначно установить россыпной генезис рудных минералов. При этом устанавливаемое методом распределения резкое обогащение россыпными рудными минералами отдельных осадочных ритмов, циклов и слоев конгломератов в их основании (см. рис. 17, 22, 23, 26) учитывается при поисковых работах. Интересно отметить, что местами установлено обогащение тяжелыми россыпными, в том числе рудными минералами верхних частей слоев кварцевых конгломератов (см. рис. 17, 23,

26—1). Причина этой закономерности не совсем ясна. Не исключено, что верхние части слоев обогащаются россыпными минералами вблизи рудоносных струй в результате некоторого перемывания их верхних частей. В пользу такого предположения свидетельствует то, что обогащенные россыпными минералами верхние части слоев нередко располагаются на окончаниях рудоносных струй в этих же слоях. Если высказанное предположение подтвердится, то обогащение россыпными минералами верхних частей слоев можно будет рассматривать как поисковый признак более значительных по содержаниям рудоносных струй.

В нижнепротерозойских сульфидных кварцевых конгломератах Витватерсранда золото большей частью распределено в виде струй, ориентированных вдоль преобладающего наклона косых слоев во вмещающих косослоистых песчаниках и вдоль длинных осей галек; размеры золотосодержащих струй постепенно уменьшаются по направлению течения палеопотоков, примерно соответствующему наклону слоев; при этом промышленная золотоносность наиболее ценных конгломератов приурочена к древним дельтам, впадавшим в Витватерсрандский бассейн [Haughton S. N., 1964]. В прибрежно-морских золотоносных конгломератах рудные залежи ориентированы примерно вдоль простирания слоев и древней береговой линии бассейна. Ширина рудоносных струй достигает десятков—сотен метров, протяженность 1,3 км, содержания золота 8—10 г/т и более.

Мощности разрабатываемых слоев золотоносных кварцевых конгломератов — от 0,1—0,2 до нескольких метров. В крупнейшем руднике — западном Дрифонтейне Дальнезападного Ранда разрабатываются мелкогалечные кварцевые конгломераты мощностью 0,1—0,2 м, обогащенные пиритом и пирротинном, содержащие линзы мраморовидных карбонатных пород, которым иногда сопутствуют ураганные концентрации золота. Местами в Витватерсранде разрабатываются также косослоистые золотоносные и пиритоносные гравийные кварцито-песчаники, образующие «врезанные эрозионные каналы» выше золотоносных конгломератов.

Золотоносные кварцевые конгломераты Витватерсранда преимущественно мелко-среднегалечные, размер гальки от 0,3—0,4 до 4—6 см, от «горошины до куриного яйца» [Pelletier R. A., 1964]. Как правило, они характеризуются значительной сгруппированностью галек, составляющих до двух третей породы и более; гальки обычно умеренно и хорошо окатаны, представлены жильным кварцем и иногда в подчиненном количестве — железистыми кварцитами, яшмовидными, вулканогенными и интрузивными породами; цемент чаще всего кварц-серицитовый или кварц-серицит-хлоритовый, иногда содержит карбонат. Характерно наличие в цементе тяжелых россыпных, в том числе разнообразных рудных минералов, особенно пирита. Пирит в отдельных

случаях сопровождается пирротинном, которому сопутствуют ураганное содержания золота в месторождениях Восточного Ранда. Золото преимущественно свободное, очень мелкое, изредка достигает 0,1 мм.

Исследования последних лет [Liebenberg W. R., 1955; Brock B. V. e. a., 1964; Pelletier R. A., 1964; Saager R. e. a., 1969; Viljoen R. P., 1970; Saager R., 1974; Minter W. E., 1976 и др.] привели к широкому признанию так называемой «модифицированной осадочной гипотезы» образования месторождений Витватерсранда, которая была разработана Меллором [Mellog E. T., 1916]. По этой гипотезе, некоторые осадочные минералы, в частности часть золота и пирита, были переотложены при процессах низких ступеней регионального метаморфизма и вследствие этого потеряли черты первично детритового происхождения. Предполагается, что коренные источники россыпных рудных минералов располагались неподалеку от золотоносных сульфидных конгломератов Витватерсранда, преимущественно к северу и западу от Витватерсрандской впадины, где они были приурочны к архейским зеленокаменным породам, аналогичным развитым в составе системы Свазиленд на Каапваальском кратоне в районе гор Барбертон и на других участках. Непосредственно коренные источники россыпей Витватерсранда неизвестны, поскольку в предполагаемом районе их распространения архейские образования в основном перекрыты мощным чехлом более молодых отложений; не исключено также, что коренные источники существовали на площади к северу от Витватерсрандской впадины, где ныне распространены изверженные породы Бушвельдского комплекса [Brock B. V. e. a., 1964].

В архейских зеленокаменных породах Каапваальского кратона выявлены многочисленные месторождения и проявления золота в сульфидно-кварцевых жилах, массивных сульфидных рудах и реже во вкрапленных сульфидных комплексных рудах в телах порфиров. Вильоен [Viljoen R. P., 1970] рассматривал район гор Барбертон, где развиты архейские зеленокаменные породы, как модель области размыва, существовавшей при накоплении отложений Витватерсрандской впадины. Он доказал высокую степень корреляции между терригенными минералами, которые должны накапливаться в случае размыва последовательных уровней района гор Барбертон, с фактически наблюдающимися минеральными ассоциациями в отложениях Витватерсрандской впадины.

Значительный интерес для доказательства первично россыпного генезиса месторождений Витватерсранда, а также для разработки методики выяснения условий образования рудных минералов представили исследования пирита конгломератов. В Витватерсранде установлены различные разновидности пирита в сульфидных конгломератах [Köppel V. H. e. a., 1974]:

1) детритовые зерна, которые округлены, несут следы окатанности; в них нередко присутствуют первичные включения золота, характеризующиеся более высоким содержанием серебра, чем золото в конгломератах. Включения золота в детритовых зернах пирита аналогичны наблюдающимся в пирите коренных месторождений в архейских зеленокаменных породах;

2) аутигенные выделения в виде оолитовых конкреций, значительно более крупных, чем обломочные зерна;

3) метаморфогенные выделения, образовавшиеся в результате процессов метаморфизма и ремобилизации; они наблюдаются в виде хорошо ограненных кристаллов и зерен неправильной формы, образуют инкрустации и обрастают первично обломочные зерна пирита.

На отдельных участках в Витватерсранде известны наложенные пирит и другие сульфиды, связанные с дайками [Graton L. G. 1930]; однако они развиты лишь локально и их доля по сравнению с первично осадочными и метаморфогенными сульфидами незначительная.

Проведенные исследования изотопного состава свинца в детритовых зернах пирита конгломератов Витватерсранда показали, что россыпной пирит действительно накапливался в результате размыва архейских проявлений золота в зеленокаменных породах. Изотопный состав галенита, содержащегося в детритовых зернах пирита конгломератов и в пирите из коренных золотоносных руд архея района гор Барбертон, оказался одинаковым [Korpeľ V. H. et al., 1974]. Методика определения изотопного состава галенита, содержащегося в пирите, подробно изложена в упомянутой работе. Здесь мы лишь отметим, что для анализов отбирались вручную детритовые зерна пирита из измельченных штуфов конгломератов; затем из пиритового концентрата массой 50—150 мг после его очистки и измельчения производилось извлечение галенита и определялся его изотопный состав.

Из месторождений Витватерсранда получено свыше двух третей добытого за рубежом золота, в том числе за последние 30 лет — более 30 000 т. Эти уникальные месторождения резко превосходят все известные. Многие исследователи объясняют причину такой уникальности Витватерсранда тем, что в нижнем протерозое процессы химического выветривания происходили особенно интенсивно и это способствовало формированию крупных золотоносных россыпей. В пользу такой точки зрения свидетельствует также накопление примерно в это же время хемогенных железистых кварцитов [Кренделев Ф. П., 1974]. Однако, кроме развитых в Витватерсранде, известны сульфидные кварцевые конгломераты нижнего протерозоя, в которых россыпи золота отсутствуют. Предполагалось, что в район Витватерсранда шло поступление метеоритов, обогащенных золотом и ураном [Skerl C., 1957]. С точки зрения представлений о первично рос-

сыльном генезисе золотоносных конгломератов Витватерсранда его уникальность следует, вероятно, связывать с выветриванием и размывом крупных коренных источников, находившихся близ Витватерсрандской впадины. Не исключено, что эти источники были почти полностью эродированы при накоплении золотоносных конгломератов и сохранились лишь на удалении от впадины, например в горах Барбертон. Впрочем, обнаружение конкретных коренных источников нижнепротерозойских золотоносных и золото-ураноносных россыпей Витватерсранда затруднено из-за указанных выше особенностей геологического строения прилегающих к впадине частей Каапваальского кратона.

*Среднепротерозойские магнетит-гематитовые золотоносные кварцевые конгломераты месторождения Тарква (Гана)* выявлены вдоль одного из бортов Тарквейской грабен-синклинальной зоны в ее южной части [Junper N. R. e. a., 1942; Рожков И. С., 1967; Кренделев Ф. П., 1974], где в валунно-галечных полимиктовых конгломератах спорадически встречаются редкие находки золота, а в вышележащих кварцевых конгломератах выявлены промысленные россыпи с содержанием золота 5—6 г/т и более. В полимиктовых и кварцевых конгломератах присутствуют остроугольные обломки нижнепротерозойских сланцев, не испытавших существенного переноса. Золотоносные кварцевые конгломераты мелко-среднегалечные с обломками кварца эллипсоидальной формы длиной 2,5—7, изредка до 20 см. Золото часто концентрируется вместе с гематитом в нижней части или непосредственно в подошве слоев над поверхностями размывов. Оно преимущественно мелкое, менее 0,06 мм. Наиболее крупные золотишки — пластинчатой формы с несколько округленными очертаниями. Поверхность золотинок тусклая, шероховатая или шагреневая, подобно поверхности золота из россыпи [Рожков И. С., 1967]. Коренные источники золота располагались неподалеку в зонах разломов вдоль ограничения Тарквейской грабен-синклинали [Рожков И. С., 1967]. Из месторождения Тарква добыто свыше 200 т золота.

В непосредственной близости от коренного источника выявлены *россыпные месторождения золота Блэк-Хилла в базальных кварцевых конгломератах кембрия* [Хесс Ф. Л., 1937]. Конгломераты мощностью от 1—2 до 9 м развиты в основании платформенного чехла на кристаллических сланцах и состоят из хорошо окатанных галек кварца и кварцита, содержат гематит и угловатые обломки подстилающих сланцев; цемент их кварцитовый с пиритом и лимонитом. В конгломератах обнаружено золото россыпного генезиса, о чем свидетельствуют приуроченность его к нижней части слоя и присутствие отчетливо окатанных зерен. Россыпное золото накапливалось в докембрийском море близ выступов в нем рудных тел месторождения Хомстейк (США). Последнее представлено хлоритизированными кумминг-

тонитовыми или сидероплезитовыми сланцами докембрия, пронизанными жилами и неправильными телами кварца и содержащими обильную вкрапленность сульфидов с золотом.

В золоте из конгломератов содержания серебра значительно меньше, чем в коренных рудах, что подтверждает его россыпной генезис. Вместе с тем, в конгломератах и перекрывающих их отложениях, особенно в доломитах, встречаются эпигенетические жилы золотоносного пирита, которые также обрабатываются. Содержания золота в конгломератах достигают 6,5 г/т, изредка — 82 г/т. Интересно, что в районе месторождения Хомстейк установлено наличие золота в глинах, песчаниках и углях различных частей фанерозоя. Здесь в непосредственной близости к коренному источнику неоднократно происходило некоторое накопление россыпного золота в различных отложениях [Хесс Ф. Л., 1937; Шер С. Д., 1972; Кренделев Ф. П., 1974].

*Палеоген-неогеновые россыпи золота Клондайка, Калифорнии и Австралии* выявлены в маломощных грубообломочных отложениях, которые формировались в условиях жаркого и влажного климата, способствовавшего интенсивному химическому выветриванию. Общее количество золота, добытого из россыпей этих районов (6000 т), уступает только добыче на Витватерсранде [Ивсенс Ю. П., и др., 1969]. В Восточной Австралии такие россыпи выявлены в аллювиальных кварцевых песках и галечниках мощностью от нескольких до 15—16 м, перекрытых базальтами; золото добывается из приплотикового слоя мощностью 0,5—3,5 м с гальками и валунами в основании и прослоями глин и лигнитов, содержания золота около 3 г/м<sup>3</sup>, оно ассоциирует с тяжелым черным песком, обогащенным ильменитом, магнетитом и рутилом [London A. G., 1967 и др.]. Маломощные гравийно-галечные отложения с россыпными проявлениями полезных ископаемых наблюдаются и в более древних толщах, перекрытых вулканитами (см. рис. 2—*q*<sub>2</sub>).

Мы перечислили некоторые особенности зарубежных месторождений золотоносных конгломератов, учитывая исследования последних лет. Они свидетельствуют о преимущественно первично россыпном генезисе полезных ископаемых, накапливавшихся чаще всего неподалеку от коренных источников.

Представления о россыпном генезисе золота в конгломератах подвергались критике, причем обращалось внимание на несоответствие между размерностью галек и частичек золота, чаще всего преимущественно очень мелкого, менее 0,1—0,06 мм. Это подробно разбирается в монографии Ф. П. Кренделева [1974], где упоминается, что возникло предположение о накоплении золота сначала в илах в одном месте, а кварцевых галечников — в другом. Потом в результате каких-то паводковых процессов такие илы смешивались с конгломератами и возникали рудные конгломераты. Однако в данной книге справедливо отмечается, что этому явно натянутому, не реалистическому пред-

положению противоречит слоистость галечников, которые не смешивались с илами. Вместе с тем, обогащение золотом слоев конгломератов, выполняющих русла над более древними золотоносными слоями, несомненно указывает на заимствование золота в процессе перемытия.

Для понимания россыпного генезиса золота в конгломератах следует обратить внимание на геотектонические условия их накопления, происходившего на фоне вертикальных пульсационных, колебательных движений земной коры, чем обусловлена ритмичность или цикличность терригенных отложений. При оживлении восходящих тектонических движений начала ритма или цикла происходили быстрый смыв образовавшейся к этому времени коры выветривания, обогащенной золотом, и одновременно в результате усиления эрозионных процессов — накопление существенно конгломератовых грубообломочных отложений. Этим объясняется обогащение золотом конгломератов и ассоциирующих с ними грубообломочных отложений, развитых в основании ритмов или циклов над поверхностями размывов. Вместе с тем быстрые перенос и накопление обломочного материала способствовали также сохранению и привнесению в область седиментации малоустойчивых при выветривании рудных минералов. По данным наших и других исследований, многие рудные минералы в древних конгломератах: галенит, сфалерит, пирит и другие — могут иметь россыпное происхождение.

Дальность переноса россыпного золота от коренных источников может быть ориентировочно оценена по данным исследований молодых, в том числе современных россыпей. Известно, что некоторые аллювиальные четвертичные россыпи располагаются непосредственно у коренных источников или на расстояниях не более 0,5—1 км от них. При образовании современных дельтовых и прибрежно-морских россыпей золота их коренные источники удалены на расстояния не более 20—30 км от морского бассейна [Кашеев Л. П., Кушнарв П. И., 1976 и 1977]. Так, одна из изученных прибрежно-морских россыпей золота расположена у устья реки, причем источниками ее служили коренное месторождение, расположенное в верховьях реки, и аллювиальные россыпи в средней части долины [Воробьев В. П., Колесов С. В., 1975].

С точки зрения представлений о россыпном генезисе золота в древних конгломератах, могут найти объяснение преимущественная приуроченность его месторождений и проявлений к сульфидным, существенно пиритовым, и магнетит-гематитовым грубообломочным отложениям.

Так, в пределах Витватерсранда в обломочных зернах пирита обнаружены мельчайшие включения золота. Это является прямым признаком того, что коренными источниками золота сульфидных конгломератов служили сульфидные руды золота и других металлов. Такие руды нередко ассоциируют с графити-

стыми сланцами, причем их обломки и углеродистое вещество часто присутствуют в золотоносных сульфидных конгломератах. Вместе с тем, сульфидные руды нередко имеют разнообразный минеральный состав и содержат различные рудные минералы, обычно наблюдающиеся и в сульфидных конгломератах.

В магнетит-гематитовых золотоносных кварцевых конгломератах на некоторых участках преобладают зерна гематита, характерного для железистых кварцитов, и присутствуют их обломки. Вблизи этих же участков в более древних, чем конгломераты, железистых кварцитах установлены высокие фоновые содержания золота, от сотых долей до 1—2 г/т, в протолочках проб железистых кварцитов обнаружены мелкие (около 0,1 мм) золотишки. Это, вероятно, свидетельствует, что источниками золота магнетит-гематитовых конгломератов иногда служили железистые кварциты и ассоциирующее с ними золотое оруденение. К тому же, в породах железорудной формации нередко наблюдаются послынные золотоносные сульфидные, существенно пиритовые и пирит-пирротиновые залежи, которые наряду с железистыми кварцитами также могли быть источниками россыпного золота. Заметим, что известны кварцевые конгломераты, обогащенные одновременно пиритом, гематитом и магнетитом.

В сульфидных рудах и железистых кварцитах содержится, как правило, лишь очень мелкое золото, не более 0,1 мм; возможно, этим объясняется преобладание мелкого золота в сульфидных и магнетит-гематитовых кварцевых конгломератах.

Следует еще раз заметить, что в древних, особенно докембрийских конгломератах в результате процессов метаморфизма часто происходит ремобилизация первично россыпных рудных минералов с образованием их метаморфогенных выделений. Иногда движения растворов идут вдоль зон расланцевания и расплющивания галек конгломератов, где происходит отложение вторичного метаморфогенного золота [Кренделев Ф. П., 1974]. В то же время в терригенных отложениях, в том числе в конгломератах, наблюдается и несомненно наложенное гидротермальное оруденение, резко отличающееся от первично россыпного.

Характерные черты первично россыпных месторождений металлоносных кварцевых конгломератов позволяют, с точки зрения автора, выделять их как особую рудную формацию. Она может быть представлена разнообразными минеральными типами: золотоносным пиритовым и магнетит-гематитовым, золото-ураноносным и ураноносным пиритовым, редкометальным и др. Вместе с тем, четко выражены общие черты рудной формации металлоносных кварцевых конгломератов: в частности, приуроченность рудных залежей именно к слоям кварцевых конгломератов, особенно сульфидным или магнетит-гематитовым, а также к ассоциирующим с ними гравийным песчаникам. Это учитывается при поисках месторождений металлоносных

конгломератов. На месторождении Жакобина (Бразилия) в непосредственной близости и примерно на одном стратиграфическом уровне развиты два литологических типа конгломератов: «Чабу» — валунно-галечные и «Пиритозу» — мелко-среднегалечные, причем промышленно интересные золотоносные струи приурочены исключительно к кварцевым конгломератам «Пиритозу».

Следует отметить, что на ряде месторождений отдельные литологически одинаковые слои кварцевых конгломератов могут быть золотоносными и безрудными, причем и те и другие могут залегать в непосредственной близости в одних и тех же разрезах толщ. Иногда золотоносными являются кварцевые конгломераты, обогащенные хлоритом и серицитом, переотложенным материалом коры выветривания.

Формация металлоносных кварцевых конгломератов особенно характерна для нижнего и среднего протерозоя, что, вероятно, связано со своеобразием атмосферы Земли и интенсивно происходившими процессами химического выветривания. Характерное присутствие во многих проявлениях протерозойских конгломератов детритовых окатанных обломков уранинита и пирита может объясняться сравнительно низким содержанием кислорода в атмосфере того времени [Салоп Л. И., 1972]. Нужно заметить, что кластические обломки пирита местами распространены и в фанерозойских грубообломочных отложениях, накопившихся близ коренных его источников в условиях быстрого захоронения обломочного материала.

Месторождения протерозойских металлоносных кварцевых конгломератов относятся к категории метаморфогенных. Как известно, среди метаморфогенных месторождений предложено выделить метаморфизованные и метаморфические. Первые из них образовались без изменения вида полезного ископаемого и места его нахождения, в то время как вторые возникли в результате термального преобразования исходного вещества либо переотложения рудного вещества метаморфогенными растворами на значительные расстояния [Домарев В. С., 1977]. На основе этих понятий первично россыпные месторождения протерозойских кварцевых конгломератов в основном относятся к метаморфизованным, хотя в их пределах нередко наблюдается также и некоторое метаморфогенно-гидротермальное переотложение рудного вещества.

С учетом опыта поисковых работ на зарубежных месторождениях можно кратко перечислить *основные поисковые критерии металлоносных конгломератов*:

1) структурно-формационные — наличие терригенных формаций с корами выветривания в основании и кварцевыми конгломератами, которые чаще всего приурочены к орогенным — проплатформенным впадинам, мульдам и грабен-синклинальным зонам докембрийских щитов, но могут присутствовать также

в протогеосинклинальных образованиях, в фанерозойских структурах, особенно орогенных — субплатформенных, и в чехле платформ. Повсеместно они приурочены к структурам, формировавшимся на континентальной коре или непосредственно близ устойчивых массивов континентальной коры, охваченных процессами химического выветривания.

Особенно интересны для поисков протерозойские кварцито-конгломератовые комплексы, обычно метаморфизованные в условиях зеленосланцевой и реже амфиболитовой фации регионального метаморфизма. В протерозое, особенно нижнем и среднем, атмосфера Земли была обогащена углекислым газом и парами воды и вследствие «парникового эффекта» процессы химического выветривания протекали особенно интенсивно, что способствовало формированию золотоносных россыпей.

2) литолого-фациальные — наличие фациально и литологически благоприятных аллювиальных, дельтовых и прибрежных кварцевых, особенно магнетит-гематитовых и сульфидных конгломератов, а также конгломератов, обогащенных углеродистым веществом. Наличие хорошо выраженных слоев базальных кварцевых конгломератов над поверхностями размывов в основании толщ, циклов или ритмов. Наличие древних русел и депрессий, в частности грабенообразных, выполненных конгломератами;

3) металлогенические — положение конгломератов в провинциях, рудных районах, зонах и узлах с проявлениями полезных ископаемых. При этом протерозойские кварцевые конгломераты часто развиты в пределах архейских массивов (кратонов), где рудные районы, зоны и узлы с коренными и россыпными проявлениями могут быть приурочены к архейским зеленокаменным поясам, к зонам глубинных разломов, ограничивающим или пересекающим кратоны и отдельные протогеосинклинальные троговые и орогенные — протоплатформенные структуры в их пределах. Поскольку россыпи в конгломератах обычно формируются неподалеку от коренных источников, россыпные и коренные проявления полезных ископаемых часто приурочены к одним и тем же рудоконтролирующим структурам, особенно к зонам глубинных разломов, что рассматривалось в первом разделе книги.

Перечисленные поисковые критерии являются универсальными, хотя их можно существенно конкретизировать и детализировать применительно к различным районам. Важное значение имеют также минералогические и геохимические поисковые критерии металлоносных конгломератов, которые имеют различия для разных районов, а иногда и для разных участков развития грубообломочных отложений.

Перечислим минералогические поисковые критерии, общие для различных районов: 1) относительно высокие содержания и разнообразный состав минералов тяжелой фракции суще-

ственно конгломератовых отложений, 2) присутствие в конгломератах кластических рудных минералов, особенно золота, 3) обогащение тяжелой фракцией и рудными минералами отдельных слоев кварцевых конгломератов и ассоциирующих с ними гравийных песчаников, особенно развитых в основании осадочных ритмов или циклов над поверхностями размывов.

В разных районах и на разных участках золото может ассоциировать с различными минералами и их парагенезисами, в том числе: 1) с пиритом, а иногда также с пирротинном, местами с галенитом, сфалеритом и другими неустойчивыми к выветриванию сульфидами, 2) с гематитом, магнетитом и мартитом, 3) с монацитом, а также с другими минералами.

Ассоциация золота с радиоактивными минералами: торитом, уранинитом и другими выражена на зарубежных месторождениях по-разному. Нередко слои протерозойских кварцевых конгломератов одновременно обогащены золотом и радиоактивными минералами. В других случаях проявления золота и радиоактивных минералов располагаются в непосредственной близости, но все же в разных слоях конгломератов или в разных по простиранию частях одного и того же слоя. Наконец, встречаются месторождения протерозойских золотоносных кварцевых конгломератов, не обладающих существенной радиоактивностью, так же как и месторождения протерозойских радиоактивных кварцевых конгломератов без золота. Заметим, что ассоциация золота с радиоактивными минералами бывает особенно характерна для протерозойских конгломератов. Ее причина не может пока считаться до конца раскрытой. Известно, что радиоактивные минералы в протерозойских грубообломочных отложениях могут иметь россыпное происхождение, как это рассматривается в отдельных трудах и нередко объясняется своеобразием атмосферы Земли в раннем протерозое [Л. И. Салоп, 1972]. Если коренные источники россыпных золота и радиоактивных минералов располагались неподалеку и при условии быстрого смыва, переноса и переотложения коры выветривания, когда не происходило существенной дифференциации ее минералов, они могли накапливаться совместно. Универсальных минералогических спутников россыпного золота, подобно установленным, например, для алмазов, нет, что обусловлено несравненно более разнообразными по составу и генезису коренными золотосодержащими рудами и породами.

Известные современные методы изучения терригенных минералов находят применение при минералогическом изучении конгломератов и разработке минералогических поисковых критериев россыпей. Привлекают внимание установленные ряды возрастающей подвижности и химической устойчивости терригенных минералов и предложенный на этой основе палеогеографический коэффициент, учитывающий соотношение устойчивых и неустойчивых минералов [Сигов А. П., 1956].

По данным исследований, в одном из районов кварцевые конгломераты, содержащие золото, характеризуются повышенными значениями палеогеографического коэффициента. Заметим, что если в общем изучение терригенных минералов рекомендуется проводить по фракциям 0,1—0,25 мм, то при минералогических исследованиях конгломератов целесообразно изучение более крупных фракций (0,5—0,6 мм).

Геохимические поисковые критерии находятся в соответствии с минералогическими. К благоприятным критериям относятся относительно высокие содержания и разнообразный состав аксессуарных элементов в пробах существенно конгломератовых отложений, присутствие элементов шлиховых минералов, относительная обогащенность аксессуарными элементами слоев кварцевых конгломератов, развитых в основании осадочных ритмов или циклов над поверхностями размывов.

При изучении геохимии грубообломочных отложений по данным спектральных полуколичественных анализов штучных или бороздовых проб бывает целесообразно сравнивать порядки концентраций (а не концентрации) элементов для выявления наиболее четких, резко выраженных геохимических особенностей конгломератов. Некоторый интерес при этом представили условные геохимические суммирующие коэффициенты, отражающие содержания всех или определенной группы аксессуарных элементов. Они по смыслу аналогичны мультипликативным коэффициентам, которые, как известно, вычисляются умножением концентраций выбранных элементов и широко применяются в практике геохимических исследований. Согласно математическим правилам, при вычислении суммирующих коэффициентов порядки содержаний, поскольку они выражены в условных единицах логарифмической шкалы, складываются (а не умножаются) (рис. 32). Магнетит-гематитовые и сульфидные конгломераты отличаются относительно высокими содержаниями целого ряда элементов, суммарного шлихового и полиметаллического коэффициентов. На разных участках в соответствии с ассоциацией золота с определенными минеральными парагенезисами устанавливается его корреляция с отдельными аксессуарными элементами. Все это учитывается при разработке геохимических поисковых критериев металлоносных конгломератов в конкретных районах.

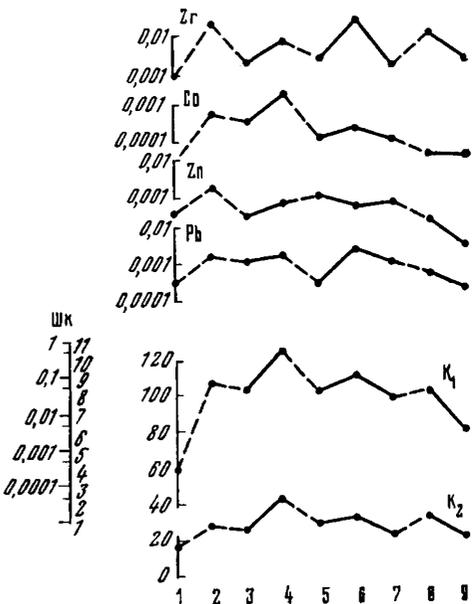
Как известно, для формирования россыпей необходимо наличие коренных источников и благоприятных условий россыпеобразования. О возможных коренных источниках свидетельствуют упомянутые выше металлогенические поисковые критерии. На это же указывают отдельные литолого-фациальные критерии, в частности распространенность магнетит-гематитовых и сульфидных конгломератов и углеродистое вещество в грубообломочных отложениях. Кроме того, некоторые минералогические и геохимические поисковые критерии, особенно присутствие в конг-

Рис. 32. Схема содержаний отдельных элементов и геохимических коэффициентов в грубообломочных отложениях.

Шк — логарифмическая шкала для расчета геохимических коэффициентов:

$K_1$  — суммарного шлихового (сумма порядков концентраций аксессуарных элементов: Sr, Ce, La, Y, Zr, Nb, Ba, Ga, Sn, Mo, W, V, Ti, Cr, Co, Ni, Bi, Zn, Pb, Cu, Ag);  $K_2$  — полиметаллического (сумма порядков концентраций Cu, Pb, Zn, Ag, Bi, Ni, Co).

Цифрами обозначены грубообломочные отложения разных участков, в том числе: 1—4 — развитые в нижней терригенной протоплатформенной формации; 1 — с кварцевыми конгломератами, 2 — с сульфидными кварцевыми конгломератами, 3 — отдельно для песчаников и 4 — для слоев кварцевых конгломератов на одном из участков; 5—7 — развитые в терригенной толще среди метабазитов вулканогенной формации на изученном участке (см. рис. 13); 6 — гематитовые кварцевые конгломераты в основании второго осадочного цикла (5 — подстилающие и 7 — перекрывающие их отложения); 8—9 — развитые в терригенно-карбонатной формации; 8 — базальные гематитовые кварцевые конгломераты, 9 — перекрывающие их терригенные отложения



ломератах россыпных рудных минералов и характерных для них элементов, также свидетельствуют о возможных коренных источниках россыпи.

На благоприятные условия россыпеобразования указывают рассмотренные структурно-формационные и литолого-фациальные поисковые критерии, а именно распространенность протоплатформенных формаций с корами выветривания в основании, благоприятных аллювиальных, дельтовых и прибрежных литофаций с кварцевыми конгломератами и др. Кроме того, об этом свидетельствуют отдельные минералогические и геохимические критерии, в частности обогащение россыпными минералами и характерными для них элементами слоев кварцевых конгломератов над поверхностями размывов.

Для формирования промышленных первично россыпных месторождений золотоносных конгломератов, вероятно, необходимо наличие достаточно крупных коренных источников. Однако это важнейшее условие формирования россыпей часто очень трудно учесть, поскольку даже для многих известных месторождений конкретные коренные источники не выяснены, тем более что некоторые из них могли быть полностью эродированы еще при накоплении россыпи. Все это затрудняет прогнозирование и поиски месторождений золотоносных конгломератов и, вероятно, делает малоэффективным применение для прогноза точных

математических методов. Поэтому нельзя утверждать и о перспективности для поисков золота многих районов распространения кварцевых конгломератов, где пока не известно промышленного оруденения, что учитывается при проводящихся различных геологических исследованиях, геологосъемочных и поисковых работах. В Африке, наряду с месторождениями золото-ураноносных конгломератов Витватерсранда и золотоносных Тарвы, известны районы развития протерозойских кварцевых конгломератов, где месторождения в них отсутствуют.

В. М. Чайка и Ю. В. Попов [1976] высказали мнение, что месторождения протерозойских золотоносных кварцевых конгломератов приурочены исключительно к щитам Гондваны. Эта точка зрения отражает фактическое размещение известных ныне крупных месторождений на щитах Африки и Южной Америки. Однако заметим, что обнаружение месторождений алмазов на Сибирской платформе потребовало многолетних геологических исследований с громадным объемом поисковых работ, а до их открытия такого рода месторождения также были известны, в основном, на щитах Гондваны.

Многие первично россыпные проявления и месторождения металлоносных, в частности золотоносных, конгломератов формировались неподалеку от коренных источников питания, причем иногда удавалось находить эти источники, в том числе коренное оруденение различных полезных ископаемых. На конкретных примерах было показано, какое значение для обнаружения коренных источников имеет раздельное изучение галек и цемента конгломератов, сопоставление характерных обломков пород галек с образованиями области размыва, сопоставление аксессуарных минералов и элементов конгломератов и пород области сноса обломочного материала, выделение терригенных минеральных парагенезисов грубообломочных отложений.

Рассмотрим значение обнаруженных в существенно конгломератовых отложениях докембрия и фанерозоя рудных обломков и россыпных минералов для прогноза и поисков коренного оруденения.

В районах развития среднепротерозойских конгломератов (см. рис. 1, 2, 3, 4) их накопление происходило вслед за крупной фазой складчатости и интрузивной деятельности времени замыкания протогеосинклиналей, когда формировались многие рудные месторождения. В целом состав рудных минералов среднепротерозойских конгломератов соответствует общим металлогеническим особенностям рассматриваемой территории, где выявлены досреднепротерозойские месторождения и рудопроявления железных руд в железистых кварцитах, колчеданные пиритовые и пирит-пирротиновые руды с цветными и благородными металлами, рудопроявления молибдена и другие полезные ископаемые. Присутствие в конгломератах киновари и флюорита подтверждает предположение о возможных проявлениях низкотемпературной гидротермальной минерализации в докембрии [Щеглов А. Д., 1972].

По находкам рудных галек железистых кварцитов и характерного для них гематита в среднепротерозойских конгломератах, а также учитывая палеогеографию времени их накопления, выделяются площади, где происходил размыв раннедокембрийской железорудной формации (см. рис. 4). Здесь уже выявлено месторождение железистых кварцитов. На одном из участков вслед за обнаружением галек и валунов железистых кварцитов в основании среднепротерозойских отложений примерно в 1 км обнаружены железистые кварциты.

Многочисленные знаки мало устойчивых при выветривании рудных минералов: халькопирита, галенита, молибденита и других — выявлены местами в среднепротерозойских конгломератах

в зоне глубинного разлома, ограничивающего с востока крупную впадину (см. рис. 1, 4—III—1, см. также рис. 7, 8). Известны здесь и нижнепротерозойские коренные проявления рудных полезных ископаемых. Зона разлома и прилегающие к ней части впадины интересны для поисков и россыпей в кварцевых конгломератах и более древнего коренного оруденения. Учитывая размещение находок рудных галек и минералов в среднепротерозойских грубообломочных отложениях, палеогеографию времени их накопления и другие данные, мы наметили участок, где, вероятно, концентрировались коренные источники металлов (см. рис. 4) и наиболее перспективны поиски коренного оруденения.

На одном из участков (см. рис. 3—5) в валунно-галечных полимиктовых и кварцевых конгломератах обнаружены пирит и пирротин (до 1—13,4 кг/т), гематит (до 7,8 кг/т), халькопирит, пентландит, арсенопирит, ильменит, сфен (до 1 кг/т), а также барит, галенит, киноварь, молибденит, шеелит, вольфрамит, хромит и др. Валунно-галечные конгломераты содержат крупные неокатанные обломки сланцев и углеродистое вещество в заполняющей массе. Поэтому могут представлять интерес не только поиски россыпей в кварцевых конгломератах, но и досреднепротерозойских коренных сульфидных руд с цветными и благородными металлами, часто ассоциирующих с графитистыми сланцами и размывавшихся поблизости от россыпных проявлений в конгломератах.

В других частях изученной территории также удалось по рудным галкам и россыпным минералам конгломератов выделить участки вероятных концентраций коренного оруденения. Некоторые из таких перспективных для поисков участков небольшие, размером в несколько километров в поперечнике. На одном из них, прилегающем к палеоруслу с россыпными рудными минералами, действительно удалось обнаружить коренные рудопроявления (см. рис. 3—1, 6).

Находки в среднепротерозойских грубообломочных отложениях россыпных рудных минералов (см. рис. 3, 4 и 24) являются прямыми поисковыми признаками более древнего коренного оруденения и принимаются во внимание при составлении как региональных, так и детальных прогнозных карт. При этом, однако, учитывается, что коренные источники россыпных рудных минералов могли быть полностью размыты еще при накоплении конгломератов. Для того чтобы выяснить возможность обнаружения коренного оруденения в области сноса обломочного материала, изучается уровень эрозионного среза докембрийских образований. Так, например, на участках, где широко развиты архейские и раннепротерозойские вулканогенно-осадочные образования и вулканиты, к которым большей частью приурочено коренное оруденение, целесообразны его поиски. В то же время там, где в области сноса обломочного материала вулканиты и

вулканогенно-осадочные отложения целиком или почти целиком эродированы и развиты лишь гнейсо-граниты, мало вероятно обнаружение коренного оруденения.

В рудном районе, расположенном в области палеозойской складчатости, колчеданно-полиметаллические месторождения перекрыты мезозойскими гравийно-галечно-щебнистыми отложениями местами с базальными кварцевыми конгломератами (см. рис. 12). В основании и нижней части этих отложений обнаружены россыпные зерна галенита, церуссита, барита и другие минералы размывавшихся коренных руд, в том числе и на участках, где коренное оруденение палеозоя еще не известно. Присутствие россыпных зерен галенита и других минералов, неустойчивых при выветривании, указывает на близость коренных источников питания, что позволяет искать россыли и коренное оруденение на небольших расстояниях.

Рудными минералами обогащены преимущественно низы мезозойских отложений мощностью около 10—15 м, причем иногда в их основании много барита, а несколько выше — галенита, т. е. при размыве коренных источников сначала происходила денудация верхних частей рудопроявлений или месторождений с широким развитием барита, а несколько позже — залегающих глубже галенитовых руд.

В пределах древних платформ выявленные в докембрийском фундаменте проявления и месторождения цветных и благородных металлов нередко сопровождаются повышенными их концентрациями в базальных грубообломочных отложениях платформенного чехла [Хожайнов Н. П. и др., 1972]. В одной из скважин в основании палеозоя над докембрийским ультраосновным массивом с медно-никелевым сульфидным оруденением вскрыты базальные конгломераты девона мощностью около 0,2 м, состоящие из редкой мелкой, около 1 см, гальки кварца и существенно карбонатного цемента. В них присутствуют разноокатанные гальки сульфидов и черных гипербазитов с сульфидной вкрапленностью; наблюдаются также явно наложенные секущие просечки и прожилки сульфидов. В непосредственной близости от коренного источника происходило обогащение базальных конгломератов веществом подстилающих руд в результате их перемывания и перетолжения в растворах.

Приведенные примеры доказывают, что нередко коренное оруденение локализовано в непосредственной близости к находкам рудных галек и россыпных рудных минералов в грубокластических отложениях. Поиски коренного оруденения по таким находкам должны учитывать особенности палеогеографии времени формирования грубообломочных отложений. На отдельных участках, где в основании и низах грубообломочных отложений обнаружены малоустойчивые при выветривании рудные обломки и минералы, поиски их коренных источников оказались наиболее перспективными на расстояниях не более 1—3 км.

Учитывая особенности металлогении районов и развитых в них эндогенных месторождений, по рудным галькам и кластическим рудным минералам грубообломочных отложений иногда удается прогнозировать возможные генетические типы и параметры эндогенных месторождений.

В практике геологосъемочных и поисковых работ нашла широкое применение шлиховая съемка рыхлых четвертичных отложений. Интерес для поисков представляют и результаты шлихо-минералогического изучения древних грубообломочных отложений. Находки в них рудных галек и россыпных рудных минералов учитываются при прогнозе и поисках погребенных месторождений, которые размывались при накоплении древних конгломератов, но затем были погребены и не подвергались денудации в четвертичное время.

Исследования показывают, что при шлиховом методе поисков россыпных и коренных месторождений как по данным изучения четвертичных отложений, так и более древних конгломератов следует обращать внимание на количественную оценку содержания россыпных минералов. Известно, что при шлиховом методе поисков часто на шлиховых картах изображается лишь спектр рудных минералов и приводятся отдельные процентные содержания. Однако абсолютные содержания рудных минералов (например, в граммах на 1 т или 1 м<sup>3</sup> рыхлой породы) позволяют получить ценную дополнительную информацию для поисков. Например, в районе одного из полиметаллических существено свинцовых месторождений выделяется широкий ореол шлихов с галенитом, а в его пределах — отдельные шлихи со значительными содержаниями галенита (десятки граммов и более на 1 м<sup>3</sup> рыхлой породы). Они располагаются преимущественно в десятках — первых сотнях метров, гораздо реже в 1—3 км от рудных тел, поэтому наличие таких шлихов за пределами рудного поля особенно интересно для поисков вблизи от них коренных руд.

В некоторых случаях на шлиховых картах или схемах целесообразно выделять находки рудных минералов относительно больших размеров (см. рис. 4, 12). В одном из регионов в многочисленных шлихах с золотом содержатся лишь мелкие зерна, до 0,1—0,2 мм, но в нескольких шлихах обнаружены более крупные золотины, около 0,5—1 мм; естественно, что такие находки рационально выделить на карте особым знаком, поскольку они должны привлечь внимание при прогнозе и поисках коренного оруденения.

При полевых шлиховых поисках обычно при отмывании шлихов из рыхлых отложений галечно-гравийно-щебнистый материал выбрасывается, однако даже его беглый просмотр позволяет обнаружить рудные обломки. Так, в одном из районов при отмывании шлихов были обнаружены крупные обломки

кристаллов галенита, около 1 см в поперечнике, и это позволило выявить в непосредственной близости коренные руды.

При поисках коренного оруденения обращается внимание на скопления в шлихах малоустойчивых рудных минералов: галенита и других, свидетельствующих о близости источников. Их наличие порой очень важно для понимания возможных перспектив коренных зон оруденения. Например, одна зона золотого оруденения с первого взгляда не представляет большого интереса из-за небольших размеров рудных тел и невысоких содержаний благородных металлов. Однако в шлихах четвертичных отложений наряду с золотом обнаружено большое количество галенита, отсутствующего в известных коренных рудных телах и свидетельствующего о еще не найденных в непосредственной близости рудных залежах.

В некоторых районах и узлах концентрации золотоносных россыпей их коренные источники не выявлены. Высказывались мнения, что крупные россыпи могут накапливаться за счет интенсивного химического выветривания пород с повышенным кларковым содержанием золота и не обнаруживать связи с определенными коренными месторождениями и рудопроявлениями. Исследования последних лет во многих районах и узлах концентрации золотоносных россыпей позволили выявить ранее неизвестное практически интересное коренное золотое оруденение. Поиски коренного оруденения по россыпным рудным минералам нередко требуют весьма длительных и трудоемких работ. В одном из районов, где были обнаружены многочисленные шлихи с золотом в четвертичных отложениях, в течение нескольких десятков лет не удавалось найти коренное оруденение, однако в конечном счете оно было открыто.

При поисках коренного оруденения как по данным шлиховой съемки четвертичных рыхлых отложений, так и по данным шлихо-минералогического изучения более древних конгломератов следует учитывать возможность того, что коренные источники могли быть полностью размыты. Поэтому необходим анализ геологического строения области размыва, установление возможного уровня эрозионного среза в ее пределах потенциально рудоносных образований с использованием данных геологических, геохимических и других исследований.

Целесообразно широко применять шлихо-минералогическое изучение грубообломочных отложений при поисках погребенных месторождений бурением. В некоторых районах Средней Азии при поисках ртутного оруденения в палеозойских породах разбуривались перекрывающие их мезо-кайнозойские отложения и проводилось шлихо-минералогическое изучение базальных грубообломочных образований над поверхностью палеозоя. Это позволило обнаружить кластические зерна киновари в грубообломочных отложениях. Эти находки и другие признаки оруденения помогли наметить перспективные для его поисков уча-

стки. Шлихо-минералогическое изучение базальных грубообломочных отложений целесообразно проводить при поисках бурением и других полезных ископаемых.

Значительный практический интерес представляют *поиски коренного оруденения в фундаменте платформ по находкам рудных обломков и минералов в грубообломочных отложениях платформенного чехла*. Бурением в девонских щебнисто-гравийно-песчаниковых отложениях, перекрывающих докембрийский фундамент платформы, обнаружены почти неокатанные обломки местных докембрийских пород, в том числе железистых кварцитов, не испытавших существенного переноса, а также многочисленные зерна золота, в том числе крупные, около 1 мм. Это россыпное рудопроявление обнаружено на глубине около 200 м от земной поверхности и приурочено к погребенной зоне разлома в докембрийском фундаменте, разделяющей нижнепротерозойские вулканогенно-осадочные отложения с железистыми кварцитами и гнейсо-граниты. Где же и каким образом следует искать коренные источники найденных россыпных полезных ископаемых? Вероятно, их поиски наиболее перспективны на участке, несколько вытянутом вдоль разлома, в центре которого расположено известное россыпное проявление. Вначале целесообразны морфоструктурные исследования в сочетании с геохимической газовой съемкой, что позволит выявить разрывные нарушения и, возможно, зоны их сгущений, а также геофизические исследования для выяснения рельефа поверхности фундамента и обнаружения аномалий (например, повышенной радиоактивности или магнитной восприимчивости), которые могут сопутствовать коренному оруденению.

Структурно-поисковое бурение следует начать непосредственно у известного проявления рудных обломков и минералов, а также на выявленных зонах сгущений разрывных нарушений и на геофизических аномалиях. Интервалы между скважинами должны быть около 30 м (с учетом минимальных возможных размеров приразломных горстовых и горст-антиклинальных поднятий и грабенообразных депрессий (см. рис. 9, 10).

Полученные в результате бурения данные по геологическому строению фундамента, рельефу его поверхности, первичным и вторичным геохимическим ореолам, потокам рассеяния обломков разного состава и размера, шлиховых минералов и акцессорных элементов в грубообломочных отложениях основания платформенного чехла позволят обнаружить коренные источники рудных обломков и минералов. В зависимости от их практической значимости, возможно, окажется целесообразной поставка детальных поисково-оценочных работ, которые приведут к выявлению новых погребенных месторождений.

Высказанные соображения о поисках погребенного оруденения должны быть подтверждены и развиты на основе дальнейших поисковых и опытно-методических работ как на рассмот-

ренным, так и на других аналогичных россыпных проявлениях полезных ископаемых.

Наибольший интерес для прогноза и поисков коренного оруденения представляет шлихо-минералогическое и геохимическое изучение основания и нижней части грубообломочных отложений мощностью около 10—15 м над поверхностями размывов и несогласий, детальное прослеживание этих поверхностей с визуальными поисками над ними рудных обломков. Из базальных грубообломочных отложений производится массовый отбор штучных проб на спектральный полуколичественный и спектрозолотометрический анализы. Там, где по этим данным устанавливаются повышенные содержания металлов, проводится сплошное шлихо-минералогическое опробование с тем, чтобы методом распределения и по другим признакам установить именно россыпной генезис рудных минералов. Не исключено, что дальнейшие исследования и, возможно, опытно-методические работы покажут, что шлихо-минералогическое изучение дочетвертичных грубообломочных отложений целесообразно проводить не менее широко, чем шлиховые поиски по четвертичным отложениям. Это поможет разработать методику работ в зависимости от масштабов геологических и металлогенических исследований. Заметим, что на некоторых детально изученных нами участках ширина струй с кластическими рудными минералами, например с галенитом, в основании грубообломочных отложений не более 25—30 м. Поэтому на потенциально перспективных для поисков участках может оказаться целесообразным опробование базальных грубообломочных отложений через интервалы около 30 м.

Исследования показывают, что по данным шлихо-минералогического изучения грубообломочных отложений и с учетом палеогеографии времени их накопления и результатов проводившихся геологических, металлогенических и геофизических работ возможно *региональное и детальное прогнозирование коренного оруденения.*

Для регионального прогнозирования по данным шлихового изучения как четвертичных рыхлых, так и более древних грубообломочных отложений наибольший интерес представляют выявленные площадные ореолы рудных обломков, кластических рудных и сопутствующих им минералов определенных полезных ископаемых. Такие ореолы иногда позволяют прогнозировать местоположение новых или уточнить границы известных рудных районов и узлов. В их пределах могут быть поставлены рекогносцировочные маршрутные поиски, геологическая съемка с полутными поисками масштаба 1:50 000, геологическое или геолого-геофизическое доизучение, а также общие поиски в масштабе 1:25 000 возможно с кондиционной геологической съемкой. В соответствии с геолого-геоморфологическими особенностями района работ и в зависимости от того, какие полезные ископаемые прогнозируются, могут применяться разные совре-

менные методы поисков: морфоструктурные, аэрогеофизические, геофизические, горно-буровые и другие. В отдельных районах целесообразно также изучение и опробование на прогнозируемые полезные ископаемые, например на золото, сохранившихся кернов скважин, особенно если они ранее не опробовались.

Для детального прогнозирования наибольший интерес представляют выявленные значительные скопления в грубообломочных отложениях рудных обломков и россыпных рудных минералов. Выше уже упоминалось, что при наличии крупных, не испытавших существенного переноса и окатывания обломков руд, крупных зерен рудных минералов и особенно терригенных минеральных парагенезисов с рудными малоустойчивыми при выветривании минералами поиски коренного оруденения часто целесообразны на расстояниях не более 1—3 км от этих находок (см. рис. 3—1, 6). Могут проводиться рекогносцировочные маршрутные исследования, общие поиски в масштабе 1 : 25 000 или 1 : 10 000 возможно с кондиционной геологической съемкой. При этом могут применяться разные методы поисков: геохимические по первичным и вторичным ореолам рассеяния, шлиховой, геофизические, горно-буровые и др. При их выборе учитываются особенности состава грубообломочных отложений, в которых обнаружены рудные обломки и минералы. Например, при наличии сульфидных конгломератов, обогащенных углеродистым веществом, целесообразны поиски коренных сульфидных руд в черных сланцах методами электроразведки.

Наибольшие трудности вызывают поиски коренного оруденения на закрытых площадях по находкам рудных обломков и минералов в кернах скважин. Здесь вначале могут быть проведены морфоструктурные и геофизические исследования, газовая геохимическая съемка, а затем с учетом полученных данных — детальные поиски бурением.

В заключение отметим, что во многих случаях прогнозирования и поиски коренного оруденения по рудным обломкам и россыпным минералам являются хотя и важными, но все же вспомогательными видами работ при прогнозно-металлогенических исследованиях и поисках полезных ископаемых. Однако это никоим образом не умаляет целесообразности широкого использования изучения грубообломочных отложений при научно-исследовательских и производственных геологосъемочных и поисковых работах. Привлекает внимание шлихо-минералогическое и геохимическое изучение грубообломочных отложений непосредственно над поверхностями крупных несогласий, разделяющих структурные этажи. Такое изучение проводится при геологическом картировании и поисках полезных ископаемых бурением в закрытых рудных районах и в погребенном основании платформ, оно производится в опорных глубоких скважинах. Данные исследований грубообломочных отложений могут существенно способствовать прогнозированию и поискам полезных ископае-

мых в плохо обнаженных районах. Например, в областях палеозойской складчатости изучение базальных грубообломочных отложений мезозойско-кайнозойского возраста непосредственно на контактах с палеозойскими образованиями нередко позволяет выявить рудные обломки и россыпные рудные минералы и сконцентрировать вблизи поиски коренного оруденения.

Шлихо-минералогическое изучение грубообломочных отложений с составлением шлиховых прогнозных карт на палеогеографической основе, вероятно, может быть полезным в отдельных районах в сочетании с групповой геологической съемкой.

Перед проведением поисков месторождений металлоносных, в том числе золотоносных, конгломератов тщательно изучаются результаты проводившихся на рассматриваемых территориях геологосъемочных, поисковых, геофизических, аэрогеофизических и других работ.

В районах, недостаточно изученных аэрогеофизическими методами, целесообразно проведение аэрогеофизических съемок (аэрогаммасъемки, аэромагнитной съемки и др.) с целью выявления участков грубообломочных отложений, обогащенных рудными минералами, в том числе с повышенной магнитной восприимчивостью. При этом учитываются особенности геологического строения района, и аэрогеофизические профили ориентируются не только вкрест простирания крупных структур, например, бортов впадин, но местами также и вкрест осложняющих их пликативных и разрывных нарушений разных направлений, тем более что эти элементы тектоники могут контролировать распределение литофаций и мощностей грубообломочных отложений.

В районах широкого распространения существенно конгломератовых отложений проводятся геологические съемки масштаба 1 : 50 000, которые обычно сопровождаются попутными поисками. Кроме того, в районах развития кварцевых конгломератов нередко ставится целенаправленное для выяснения перспектив их металлоносности геологическое или геолого-геофизическое доизучение в масштабе 1 : 50 000. При этом широко проводятся исследования детальных разрезов терригенных, особенно грубообломочных отложений.

Терригенные отложения при необходимости вскрываются по детальным разрезам поверхностными горными выработками или бурением. Проводится изучение металлоносности терригенных отложений по детальным разрезам с массовым отбором штуфов на спектральный полуколичественный и спектрозолотометрический анализы, кроме того, из грубообломочных отложений над поверхностями размывов и несогласий, особенно из слоев кварцевых конгломератов, отбираются бороздовые или задирковые пробы на шлихо-минералогический и пробирный анализы.

При изучении золотоносности терригенных толщ спектрозолотометрией Ю. П. Ивенсен, В. И. Левин и С. В. Нужнов [1969] рекомендуют отбирать штучные пробы из всех слоев конгломератов и типичных слоев парагенетически связанных с ними отложений; из слоев конгломератов мощностью более 1 м отбирается 2—3 пробы (из подошвы, средней части и кровли или только из подошвы и кровли), в слоях конгломератов мощностью менее 1 м пробы отбираются преимущественно из подошвы [подробнее см. Ивенсен и др., 1969].

Результаты геологических съемок, геологического и геолого-геофизического изучения и других исследований с учетом известных поисковых критериев месторождений металлоносных конгломератов позволяют дать прогнозную оценку рассматриваемой территории и наметить площади различной очередности для постановки поисков. Такие площади обычно охватывают части структур, близкие по геологическому строению, например часть грабен-синклинальной зоны, впадины, отдельные тектонические блоки и т. п. В первую очередь поиски обычно ставятся на площадях, где, судя по данным изученных детальных разрезов, установлено или возможно широкое распространение кварцевых, особенно сульфидных и магнетит-гематитовых конгломератов и в них выявлены наиболее многочисленные и значительные по содержаниям проявления золота или других полезных ископаемых.

В соответствии с методическими указаниями по проведению геологоразведочных работ на твердые полезные ископаемые выделяются следующие подстадии поисков: 1) общие, 2) детальные, 3) поисково-оценочные работы.

*Общие поиски* проводятся на перспективных площадях, намеченных по данным геологической съемки масштаба 1 : 50 000 и других работ.

Главное целевое назначение общих поисков состоит в выявлении перспективных для обнаружения месторождений участков развития кварцевых конгломератов, на которых должны быть поставлены детальные поиски или сразу поисково-оценочные работы.

Общие поиски, как правило, проводятся в масштабе 1 : 25 000. В отдельных случаях на участках, характеризующихся очень сложным геологическим строением, например, в частях грабенсинклинальных зон, осложненных мелкими блоками и складчатоблоковыми дислокациями, уже первая подстадия поисков проводится в масштабе 1 : 10 000.

При общих поисках может быть предусмотрено составление схематической или кондиционной геологической карты масштаба 1 : 25 000 или 1 : 10 000, причем составление ее с проведением кондиционной геологической съемки, целесообразно лишь в недостаточно изученных районах сложного геологического строения.

Терригенные толщи, в которых развиты кварцевые конгломераты, как правило, изучены по детальным разрезам при геологических съемках. Однако распространенность кварцевых конгломератов между детальными разрезами часто остается невыясненной, поскольку при геологических съемках выходы конгломератов во многих случаях не прослеживаются и не изображаются на геологических картах. Вместе с тем, терригенные отложения нередко характеризуются резкой фациальной изменчиво-

стью и на ряде детально изученных и разбуренных участков терригенные толщи на протяжении всего около 2—3 км насыщены кварцевыми конгломератами, составляющими 50% и более их состава, в то время как в прилегающих участках конгломераты мало распространены или даже отсутствуют совсем (см. рис. 3). Это учитывается при проведении рассматриваемой первой подстадии поисков. Опыт проводившихся работ в некоторых районах показывает, что терригенные толщи и грубообломочные отложения в их составе вначале изучаются и опробуются по поисковым профилям с вскрытием при необходимости отложенных поверхностными горными выработками или бурением. Поисковые профили обычно ориентируются вкрест простирания слоев, интервалы между профилями на участках, где заведомо развиты кварцевые конгломераты, не менее 0,5 км (с учетом размеров и опыта поисков известных месторождений золотоносных конгломератов). Так, в Тарквейской грабен-синклинальной зоне Африки поиски золота в протерозойских кварцито-конгломератовых комплексах проводились по поперечным траншеям через 0,5 км, в которых конгломераты опробовались сплошной бороздой [Ивсенен Ю. П. и др., 1969].

На участках, где распространенность кварцевых конгломератов в составе толщ не выяснена, интервалы между поисковыми профилями в начале работ увеличиваются, но не более чем до 1—2 км (с учетом возможной резкой фациальной изменчивости терригенных отложений). В дальнейшем при наличии кварцевых конгломератов поисковые работы детализируются.

Естественно, что при поисковых работах в конкретных районах учитываются особенности их геологического строения, в частности, залегание грубообломочных отложений в разных тектонических блоках и других структурах, где эти отложения изучаются и опробуются. В соответствии с этим нередко оказывается целесообразным предварительное изучение и детальное геологическое картирование с применением аэрофотоснимков отдельных недостаточно изученных структур, вмещающих грубообломочные отложения, с тем чтобы получить необходимую структурно-геологическую основу для проведения поисковых работ.

Перед вскрытием терригенных отложений по поисковому профилю поверхностными горными выработками и их опробованием нередко, особенно на плохо обнаженных участках, проводятся геофизические работы по этому же профилю. Методы геофизических работ выбираются с учетом особенностей геологического строения конкретных районов. Например, в некоторых районах, где наблюдается чередование толщ метабазитов и терригенных отложений с конгломератами, для подсечения их контактов и выявления конгломератов, обогащенных шлиховыми минералами, оказались наиболее эффективными магнитометрические методы.

Выявленные по поисковым профилям горизонты и пачки грубообломочных отложений с кварцевыми конгломератами, отдельные слои последних, поверхности несогласий и размывов в основании толщ и перекрывающие их базальные кварцевые конгломераты прослеживаются по простиранию и детально изучаются по пересечениям вкрест простирания слоев через 100—200 м с вскрытием их при необходимости поверхностными горными выработками или скважинами.

При изучении терригенных толщ по поисковым профилям, а также по пересечениям, вскрывающим грубообломочные отложения между поисковыми профилями, проводится тщательное послонное опробование конгломератов с отбором из них бороздовых и задирковых проб. Между этими детально опробованными пересечениями при прослеживании кварцевых конгломератов по простиранию из них производится отбор бороздовых, пунктирных бороздовых и штуфных проб через интервалы 50—100 м (насколько это возможно по условиям обнаженности). При прослеживании конгломератов по простиранию применяются геофизические методы с целью обнаружения аномалий, которые могут сопутствовать золотому оруденению.

С учетом геолого-геоморфологических особенностей района при поисках золотоносных конгломератов находят применение общеизвестные геохимические (особенно литогеохимические), шлиховой и другие методы поисковых работ по вторичным ореолам рассеяния [Загоскин В. А., Загоскина Е. И., 1971 и Ославских В. Н., 1968].

При проведении общих поисков детально исследуются тектоника и история формирования структур, вмещающих конгломераты, изучаются литофации грубообломочных отложений разных генетических типов с составлением детальных литологических профилей, вещественный и шлихо-минералогический состав конгломератов, выясняются палеотектонические и палеогеографические условия их накопления и местоположение размывавшейся суши.

Нередко проводятся также поиски по рудным обломкам и россыпным рудным минералам конгломератов более древнего коренного оруденения в прилегающей области сноса обломочного материала. Обнаружение коренного золотого оруденения привлекает внимание и к более тщательным поискам россыпей в кварцевых конгломератах.

На рассматриваемой первой подстадии поисков обычно проводятся *поисково-ревизионные работы на ранее известных проявлениях золота и других полезных ископаемых в конгломератах* (работы ставятся также и самостоятельно для ревизии и предварительной оценки известных проявлений металлоносных конгломератов). При этом производится переопробование конгломератов чаще всего с отбором из них валовых проб и их

тщательным изучением. Кроме того, при поисково-ревизионных работах нередко конгломераты вскрываются и опробуются в непосредственной близости к находкам в них полезных ископаемых, например по простиранию и падению слоев на расстояниях до 10—20 м, с применением горных выработок или бурения. Может, в частности, проводиться бурение скважин, которые задаются в разные стороны от проявления полезных ископаемых по простиранию слоев и примерно по направлению их падения.

При проведении первой подстадии поисков составляется схематическая или кондиционная геологическая карта района работ масштаба 1:25 000 или 1:10 000, причем основное внимание уделяется картированию и соответственно изображению структур, вмещающих терригенные отложения с конгломератами. Составляются также шлихо-минералогические карты или схемы на палеогеографической основе, на них показываются распространение разных литолого-фациальных и генетических типов конгломератов, элементы палеогеографии времени их накопления, местоположение детально опробованных разрезов и пересечений, находки рудных галек и россыпных рудных минералов в конгломератах с выделением повышенных их содержаний и, возможно, высоких концентраций отдельных аксессуарных элементов. Изображаются также литологические профили и детально опробованные разрезы с распределением по ним шлиховых, в том числе рудных минералов (см. рис. 22, 23, 25). На разрезах, профилях и картах выделяются горизонты, пачки и слои, обогащенные шлиховыми минералами и содержащие золото и другие полезные ископаемые. Показываются ореолы повышенных содержаний шлиховых кластических минералов в целом и, возможно, также отдельных из них. Выделяются участки различной очередности для проведения детальных поисков. При этом первоочередными для постановки детальных поисков выбираются участки развития кварцевых, особенно сульфидных и магнетит-гематитовых конгломератов, обогащенных россыпными минералами и содержащих наиболее многочисленными и крупными по содержаниям проявления золота или других полезных ископаемых, причем при обнаружении содержаний, близких к промышленным, может быть рекомендовано проведение сразу поисково-оценочных работ.

Многие результаты работ первой подстадии поисков, особенно находки рудных обломков и россыпных рудных минералов в грубообломочных отложениях, результаты палеогеографических исследований (в частности, расположение участков области сноса, где происходил разрыв коренных источников рудных полезных ископаемых) — все это представляет значительный практический интерес и может использоваться при различных работах для составления прогнозных карт, прогноза и поисков коренного оруденения разных полезных ископаемых.

На первой подстадии поисков *последовательность работ и применения различных поисковых методов* может быть следующая:

1) изучение материалов предшествующих работ и составление предварительной геологической карты масштаба 1 : 25 000;

2) по составленной предварительной карте и в результате рекогносцировочных маршрутов намечается местоположение поисковых профилей для вскрытия, детального изучения и опробования разрезов и пересечений терригенных отложений с конгломератами. При этом с учетом условий обнаженности и особенностей геологического строения района намечаются поисковые профили, по которым вскрыть и опробовать терригенные толщи можно лишь бурением, и профили, по которым после предварительного геофизического изучения (или без него) рационально вскрыть терригенные отложения и конгломераты в них поверхностными горными выработками. Намечаются также геологически слабо изученные участки, на которых в первую очередь проводится геологическое картирование с применением аэрофотоснимков, чтобы составить необходимую структурно-геологическую основу для поисков;

3) проведение поисков по намеченным поисковым профилям. Одновременно проводятся кондиционная геологическая съемка (если она предусмотрена), прослеживание и опробование кварцевых конгломератов по простиранию. Изучаются тектоника и история формирования структур, вмещающих грубообломочные отложения, проводятся литолого-фациальные и палеогеографические исследования, составляются детальные литологические профили;

4) по данным проведенных работ и результатам опробования уточняется или составляется заново геологическая карта, составляются литолого-фациальные и палеогеографические карты или схемы, детальные разрезы и литологические профили; с учетом всех этих данных может быть намечено проведение поисков коренного оруденения по рудным обломкам и россыпным минералам и более тщательное и детальное изучение отдельных участков развития конгломератов.

В связи с трудоемкостью изучения и опробования грубообломочных отложений, а также обработки и анализов проб общие поиски рационально проводить в течение нескольких полевых сезонов и соответственно в течение нескольких лет.

Перечислим теперь коротко некоторые *основные задачи первой подстадии поисков*;

1) изучение детальных разрезов и пересечений терригенных отложений по поисковым профилям с тщательным послойным опробованием кварцевых конгломератов;

2) прослеживание горизонтов и пачек грубообломочных отложений с кварцевыми конгломератами и отдельных их слоев по простиранию с опробованием их;

3) выяснение по этим данным площади распространения кварцевых конгломератов, особенно сульфидных и магнетит-гематитовых, и на этом фоне — участков с проявлениями золота и других полезных ископаемых, в том числе в первую очередь перспективных для выявления месторождений путем постановки детальных поисков или поисково-оценочных работ.

Иногда в практике работ проводилось более детальное, чем это предусмотрено на первой подстадии поисков, вскрытие и опробование кварцевых конгломератов на известных участках их распространения. В то же время на остальной части района работ проводилось преимущественно лишь геологическое картирование с маршрутными поисками, что в условиях недостаточной обнаженности часто не позволяло достоверно выяснить даже распространенность кварцевых конгломератов, и, таким образом, одна из основных задач общих поисков оставалась нерешенной.

*Детальные поиски* ставятся на перспективных для поисков месторождений участках развития кварцевых конгломератов с проявлениями золота или других полезных ископаемых.

Главное целевое назначение их заключается в детальном опосковании выбранных участков и выявлении промышленных или близких к ним концентраций полезных ископаемых, что может привести к открытию месторождений. Масштаб детальных поисков обычно 1 : 5000—1 : 10 000. В этом масштабе может проектироваться составление схематической или на участках сложного и недостаточно изученного геологического строения — кондиционной геологической карты. Детальные поиски золотоносных конгломератов, как правило, проводятся на основе составления и детального изучения литологических профилей грубообломочных отложений. Эти отложения послойно опробуются по пересечениям 20—50 м с вскрытием их при необходимости поверхностными горными выработками или иногда бурением.

Между детально опробованными пересечениями слои кварцевых конгломератов непрерывно прослеживаются по простиранию с отбором бороздовых или штуфных проб, особенно из раздувов мощностей слоев в древних эрозионных углублениях.

*Поисково-оценочные работы* целесообразно проводить на выявленных проявлениях металлоносных кварцевых конгломератов со значительными содержаниями золота или других полезных ископаемых, причем судя по распространенности и мощности грубообломочных отложений можно ожидать обнаружение в них практически интересных рудных залежей.

Главное целевое назначение работ заключается в выявлении рудных залежей, оценке их возможных размеров и перспектив и в выборе на этой основе объектов, заслуживающих предварительной разведки.

Поисково-оценочные работы обычно проводятся в масштабах 1 : 2000—1 : 5000. При этом грубообломочные отложения в не-

посредственной близости к пробам с высокими содержаниями золота или других полезных ископаемых вскрываются и опробуются по сетке с интервалами около 10—20 м с применением горных выработок и бурения\* В практике поисков на проявлениях золота с наибольшими его содержаниями такие работы проводились на площади около 100×100 м<sup>2</sup>. У разломных ограниченный грабенообразных древних русел, которые нередко контролируют рудоносные струи, интервалы между скважинами или горными выработками могут измеряться несколькими метрами.

По данным проведенных работ выясняется, хотя бы примерно, форма рудных залежей, с тем чтобы в дальнейшем возможно было прослеживать их по поисково-разведочным линиям. Заметим, что при поисках и разведке современных и древних россыпей поисково-разведочные линии задаются вкрест направления, в котором вытянуты рудные залежи [Методы разведки... , 1965].

По данным поисково-оценочных работ могут быть определены прогнозные запасы золота и частично запасы категории С<sub>2</sub>.

На месторождениях золотоносных конгломератов ширина рудных залежей (часто представляющих собой рудоносные струи) — десятки, гораздо реже первые сотни метров, причем рудные залежи нередко вытянуты на глубину примерно по направлению падения слоев. С учетом этого поиски всех зарубежных месторождений золотоносных конгломератов проводились с большими объемами бурения.

Поиски месторождений металлоносных, в частности золотоносных, конгломератов требуют длительных и трудоемких работ, поскольку размеры этих месторождений и рудных залежей в них очень невелики по сравнению с площадями распространения кварцевых конгломератов. Нужно учитывать и трудоемкость опробования существенно конгломератовых грубообломочных отложений, нередко имеющих значительные мощности.

При опробовании грубообломочных отложений учитывается преимущественно первично россыпной генезис полезных ископаемых и в связи с этим литологическая приуроченность их. Отбор проб производится по пластам различных литологических разновидностей пород и особое внимание обращается на опробование кварцевых конгломератов, а также ассоциирующих с ними гравелитов и косослоистых гравийных песчаников, залегающих над поверхностями размывов. Из них отбираются бороздовые пробы непрерывно по всей мощности слоя длиной не более 0,5 м. Кварцевые конгломераты, залегающие в основании осадочных циклов и часто обогащенные россыпными минералами, опробуются

---

\* В некоторых районах докембрийских щитов детальные поиски металлоносных конгломератов проводятся, главным образом, с применением поверхностных горных выработок, а поисково-оценочные работы — со значительными объемами бурения.

наиболее тщательно с отбором задириковых проб массой 50—100 кг и более. Из остальных отложений во многих случаях возможен отбор лишь отдельных прерывистых бороздовых и штупных проб, особенно из различных литологических разностей пород на контактах с конгломератами.

При прослеживании слоев кварцевых конгломератов по профилю из них отбираются бороздовые или на участках недостаточной обнаженности — пунктирные бороздовые и штупные пробы. При этом отбор проб производится из свежих, не измененных выветриванием пород, для чего выветрелые поверхности обнажений предварительно расчищаются.

Штупные пробы по возможности отбираются из заполняющей массы конгломератов, поскольку именно в ней, а не в обломках обычно заключено золото на известных древних промышленных россыпях [Ивенсен и др., 1969].

Отбор бороздовой пробы желательно производить широкой и глубокой бороздой с поперечным сечением  $10 \times 20$  см для получения пробы значительной массы, не менее 10—12 кг. При отборе бороздовых проб нередко производится предварительная дезинтеграция пород накладными взрывами или взрывами небольших зарядов в мелких, 10—12 см, шпурах, пройденных бензоперфоратором «Пионер» или «Кобра». После взрыва, обеспечивающего растрескивание породы, пробы отбираются вручную. При кернавом опробовании в пробу отбирается 75—80% керна при его продольном распиливании; при диаметре бурения 76 мм и выходе керна 80—85% масса пробы составляет около 1,5—2 кг. В случае крайне неравномерного распределения золота в конгломератах, пробы такой массы могут показывать случайные значения содержаний, и вследствие этого окажется принципиально неверной оценка исследуемого объекта. Поэтому целесообразно рекомендовать бурение кустов скважин, что позволит увеличить массу проб и повысить объективность результатов опробования. Куст может состоять из 4—5 скважин, одна из которых располагается в центре, а остальные на расстоянии около 1,5—3 м от нее. Бурение куста скважин наиболее целесообразно при опробовании или ревизионном переопробовании конкретного проявления золота (например, выявленного в одной скважине, вокруг которой задаются остальные скважины куста). При разбуривании конгломератов по сетке с небольшими интервалами, например при поисково-оценочных работах, проходки кустов скважин обычно не требуется.

В практике поисковых работ применяется также отбор точечной пробы. Она отбирается из естественных обнажений в тех случаях, если штупная проба показывает по данным спектрозолотометрического анализа повышенные содержания золота. Точечная проба составляется из кусков породы без признаков выветривания, отобранных в 15—20 точках, равномерно распределенных на расчищенной площадке размером около 1 м<sup>2</sup>.

При поисках месторождений золотоносных конгломератов из задирковых, бороздовых, керновых и точечных проб отбираются навески на пробирный (или пробирно-спектральный), спектрозолотометрический и спектральный полуколичественный анализы, а оставшаяся часть этих проб направляется на шлихо-минералогический анализ протолок. Штуфные пробы направляются на спектрозолотометрический и спектральный полуколичественный анализы.

Обработка проб производится их дроблением до 0,5—1 мм, затем квартованием отбирается навеска 0,5 кг на истирание для пробирного и спектрального анализов. Оставшуюся часть валовых, бороздовых, керновых и точечных проб следует подвергать гравитационному обогащению на концентрационном столе, гидроциклоне или других аппаратах, в крайнем случае вручную в лотке. Наиболее эффективным является обогащение проб конгломератов на короткоконусном гидроциклоне, особенно при наличии в них очень мелкого пылевидного золота размером менее 0,1 мм.

В практике поисковых работ на золотоносные конгломераты, к сожалению, нередко проводится лишь в очень ограниченном количестве шлихо-минералогический анализ проб (хотя их значительная масса обычно не менее 2—4 кг, измельчение материала до 0,5—1 мм, которое производится при отборе навески на истирание для пробирного анализа, позволяет при сравнительно небольших затратах труда произвести гравитационное обогащение и затем минералогическое изучение пробы).

Гравитационный концентрат после разделения его в тяжелой жидкости и путем магнитной и электромагнитной сепарации поступает на минералогический анализ тяжелой фракции, при котором изучается, в частности, форма выделения золота и других рудных минералов, а также приближенно их содержание (визуально или путем взвешивания монофракций). Очень важно при этом подсчитать, хотя бы приближенно, содержание тяжелой фракции и отдельных ее минералов в граммах на 1 тонну породы, с тем чтобы выявить участки и слои, наиболее обогащенные россыпными минералами.

При гравитационном обогащении протолок проб извлечение тяжелой фракции нередко бывает неполным, особенно вручную в лотке. Из-за этого определения содержаний шлиховых минералов в целом и отдельных из них в конгломератах могут быть значительно заниженными. Поэтому валовые пробы необходимо исследовать наиболее тщательно с перемывкой хвостов при гравитационном обогащении, с определениями содержаний золота в гравитационном концентрате, промышленном продукте и хвостах (путем отсечки из них проб на пробирный анализ), а также в монофракциях характерных минералов. При исследованиях заведомо золотосодержащих валовых проб устанавливается также содержание свободного золота путем амаль-

гамации (или цианирования) гравитационного концентрата и других продуктов и содержание связанного золота в сульфидах путем их извлечения флотацией и последующего определения золотонности пробирным анализом.

Пробирный анализ проб конгломератов имеет чувствительность около 0,05—0,1 г/т и обычно производится по двум-трем параллельным навескам, по 100 г. Однако от общей массы пробы, обычно достигающей 3—10 кг, такие небольшие навески могут оказаться непредставительными, причем возможны два случая: 1) в навеску могут не попасть знаки золота и данные анализа окажутся заниженными или вовсе не определяют наличие золота, 2) реже в навеску может попасть относительно крупная золоти́на, что обусловит резко завышенные результаты анализа, не характеризующие средние по породе. Этим объясняется резкий разброс в содержаниях золота отдельных навесок из проб конгломератов, например от нуля до 3,5 г/т на одном из изучавшихся участков. Как показали аналитические работы, при пробирных анализах протерозойских конгломератов общий вес навесок пробы должен быть не менее 300 г.

Пробирно-спектральный анализ имеет более высокую чувствительность, около 0,001 г/т, по сравнению с пробирным. Однако пока широкое применение этого вида анализа, к сожалению, ограничено.

Спектрозолотометрический анализ чаще всего производится по навеске около 10 г, точность его достигает 0,001 г/т. Этот анализ наиболее дешевый и может широко применяться. Хотя каждая отдельная проба из-за небольшой массы является непредставительной, в совокупности они обычно позволяют выявить слои конгломератов и участки с повышенной золотонностью.

Сходимость результатов пробирного или пробирно-спектрального анализов со спектрозолотометрическим для отдельных проб золотосодержащих конгломератов чаще всего удовлетворительная. Так, в одной пробе детально изученных среднепротерозойских кварцевых конгломератов, по данным пробирного анализа трех параллельных навесок по 100 г, содержания золота 0; 0,1 и 0,2 г/т, по данным четырех навесок на спектрозолотометрический анализ — 0; 0,02; 0,06 и 0,2 г/т.

При сравнении результатов массового опробования конгломератов на золото по данным различных анализов видно, что спектрозолотометрический анализ показывает в общем более низкий процент золотосодержащих проб по сравнению с пробирно-спектральным.

Наиболее достоверным является опробование конгломератов с использованием всей массы проб для получения гравитационного концентрата. При этом особенно важны валовые пробы, из которых извлекаются золоти́ны и другие рудные минералы различного размера, в том числе отдельные крупные знаки,

содержания которых не могут быть учтены в небольших навесках на пробирный и тем более спектрозолотометрический анализы. Так, содержание золота 0,55 г/т, определенное в одной из валовых проб кварцевых конгломератов массой 55 кг гравитационным обогащением, оказалось в 4 раза и более выше по сравнению с данными пробирного и спектрозолотометрического анализов отдельных навесок из этой пробы (0,05—0,2 г/т).

В связи с особенностями золотонности конгломератов отдельных районов или участков могут применяться различные методы их опробования. Так, в Витватерсранде на участках, где устанавливается четко выраженная приуроченность золота к слоям кварцевых конгломератов («рифам»), поисковые работы проводятся бурением скважин небольшого диаметра и из «рифов» отбираются пробы секциями по 0,1—0,2 м, весь материал которых поступает на пробирный анализ; из вмещающих отложений отбираются единичные пробы на контактах с кварцевыми конгломератами.

При поисках россыпного золота в четвертичных аллювиальных и прибрежно-морских грубообломочных отложениях основным методом их опробования является изучение крупнообъемных валовых проб гравитационным обогащением. Вместе с тем, при поисковых работах в более древних конгломератах такое изучение валовых проб, к сожалению, нередко производится в весьма ограниченном количестве.

Шлихо-минералогический анализ проб необходим при поисках золотоносных конгломератов. Лишь по результатам этого анализа возможно составление прогнозных шлихо-минералогических карт, выявление участков, где конгломераты обогащены тяжелыми кластическими, в том числе рудными минералами, и в связи с этим участков, перспективных для поисков россыпей и коренных источников питания.

Иногда оказываются целесообразными пробирно-спектральный или спектрозолотометрический анализы измельченных шлихов протолочек проб (или тяжелой немагнитной фракции шлихов после ее минералогического изучения). При этом удается выявить незначительные по содержаниям ореолы золота в грубообломочных отложениях, которые, тем не менее, могут иметь поисковое значение и располагаются близ рудоносных струй.

## КОДИРОВАНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗУЧЕНИЯ ГРУБООБЛОМОЧНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ДЛЯ СОСТАВЛЕНИЯ ПРОГНОЗНЫХ КАРТ

---

К настоящему времени накоплен большой фактический материал по шлихо-минералогическому составу четвертичных отложений, более древних конгломератов и других пород, который недостаточно используется при прогнозно-металлогенических исследованиях и поисках россыпей и коренного оруденения. Эти материалы большей частью разрознены в многочисленных отчетах, и их использование затруднено или даже практически невозможно. Кроме того, некоторые результаты шлихо-минералогических анализов, выполненных после завершения производственных отчетов, находятся у авторов в личном пользовании или уже потеряны. В связи с этим целесообразно кодирование данных шлихо-минералогического изучения четвертичных отложений, более древних конгломератов и других пород. Кодирование можно проводить по весьма несложной схеме (табл. 2), которая обеспечивает возможность использования данных шлихо-минералогических анализов при составлении как комплексных прогнозно-металлогенических карт на все полезные ископаемые, так и специализированных карт на определенный вид сырья (золото, свинец и цинк, медь, ртуть и т. д.). Такое кодирование позволит произвести сведение и осуществить быстрый поиск фактического материала. Однако при его использовании для составления прогнозных карт или в других целях целесообразно изучить не только описания на перфокартах, но и указанные на них первоисточники.

Кроме 18 универсальных закондированных в таблице 2, остальные столбцы графы II также могут быть использованы. Так, при изучении рудных районов со свинцово-цинковым оруденением может оказаться целесообразным кодирование минерал-спутников свинцово-цинковых руд, например барита. Это помогает оценить поисковую значимость шлиховых ореолов и отдельных шлихов, подразделяя их по содержаниям не только рудных, но и сопутствующих им минералов. При поисках алмазонасных кимберлитов в перекрывающих их кластических отложениях палеозоя, мезозоя и кайнозоя многими исследователями шлихо-минералогическим анализом установлены минералы-спутники алмаза. В центре одного из шлиховых ореолов с содержаниями пиропа 0,4 г/10 л породы находится алмазонасная кимберлитовая трубка, а на расстоянии около 1000 м содержания пиропа уменьшаются и не превышают 0,1 г/10 л.

Незаполненная часть графы III кодовой карточки может использоваться для кодирования разных стратиграфических уровней кластических отложений и разных литофаций, что может

## Кодовая карточка для кодирования данных шлихо-минералогического изучения пород и пример ее заполнения

I																	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Кодируемые данные												II					
I. Номенклатура плана 1 : 50 000 — В-43-8-А												Адрес верховья					
II. Рудные обломки и минералы:												Квадрат километровой сетки					
1) золота и серебра												02—38					
2) платины и платиноидов												к западу от отм. 781.3					
3) свинца и цинка												Описание					
4) меди												Отобрано 5 проб по 10—15 кг по разрезу базальных кварцевых конгломератов и гравелитов юры мощностью 5,7 м. Спорадически встречаются мелкие гальки железистых кварцитов. При дроблении проб до 0,5 мм и обогащении на концентрационном столе обнаружены: гематит (0,4—5,3 кг/т), магнетит (25—130 г/т), золото ярко-желтое высокопробное слабо окатанной комковатой формы размером 0,1—0,2 мм, отдельные знаки — 1—2 мм (0,2—5,1 г/т), пирит (0,3—2,2 кг/т), барит (120—580 г/т), циркон (350—1470 г/т), единичные знаки галенита, турмалина, лейкоксена, граната. Коренные источники питания не известны.					
5) олова												Исполнитель, № отчета					
6) никеля и кобальта												Иванов А. Х. и др., 1975 г.					
7) вольфрама												Инв. № экспед. № 5—873					
8) молибдена												(данные анализов получены после завершения отчета и сообщены автором)					
9) ртути												III					
10) сурьмы												1					
11) висмута												2					
12) железа и марганца												3					
13) титана и ванадия																	
14) хрома																	
15) радиоактивные																	
16) алмазы																	
17) прочие																	
единичные зерна (до 10) — короткий																	
вырез вверх																	
более 10 зерен — 0,9 г/т — длинный																	
вырез вверх																	
1—99 г/т — длинный вырез вверх и короткий внизу																	
>100 г/т или рудные обломки — длинные																	
вырезы вверх и вниз, при наличии рудных обломков также длинный вырез вверх в графе 18.																	
III. Опробованные образования												Должность					
1) шлихи четвертичных отложений												Фамилия, и. о.					
2) протоочки более древних кластических отложений												Дата					
3) протоочки других пород												Составил					
												Ст. геол.					
												Петрова А. И.					
												10.VI 1980 г.					
II																	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18

представить интерес при прогнозе и поисках россыпей и коренного оруденения.

Как известно, в геологических отчетах и других работах приводятся таблицы результатов шлихо-минералогического анализа проб рыхлых отложений и протолок пород. Эти таблицы громоздки и нередко трудно воспринимаемы, особенно при большом числе проб, и очень важно проведение кодирования по предложенной схеме, поскольку при этом обобщаются результаты анализов проб по отдельным разрезам или участкам и становится более ясным их поисковое значение.

Известно, что при анализах могут быть пропущены отдельные минералы или, наоборот, некоторыми из них шлихи могут быть засорены. В связи с этим кодирование по единой схеме данных по одному и тому же участку различных работ разных лет помогает сравнить их и оценить их достоверность.

Все это свидетельствует о том, что предложенную схему кодирования целесообразно использовать при исполнении геологических отчетов и работ, в которых приводятся новые данные шлихо-минералогического изучения рыхлых отложений и протолок пород.

При составлении картотек перфокарт ручной обработки перфокарты группируются по планшетам масштаба 1 : 50 000 и производится кодирование по двум признакам (по минералам и рудным обломкам разных рудных полезных ископаемых и по отложениям с разделением их на рыхлые четвертичные, более древние кластические и прочие, см. табл. 2). Картотеки непрерывно пополняются за счет данных новых работ и составления кодовых карточек непосредственно исполнителями этих работ в дополнение к производственным отчетам.

При накоплении информации по значительной площади целесообразно кодировать также и номенклатуру топографических карт масштаба 1 : 1 000 000, 1 : 100 000 и 1 : 50 000, причем должна быть обеспечена возможность быстрого поиска фактического материала с помощью ЭВМ, из-за большого объема информации целесообразно будет использовать для ее хранения микрофото.

Приведенная схема кодирования (см. табл. 2), возможно с дополнением отдельных кодируемых признаков в разделы II и III применительно к конкретным районам, может широко использоваться как единая для разных геологических организаций. Окажется целесообразным создание сводных картотек не только в экспедициях, но и в территориальных геологических управлениях, а также, быть может, региональных (например, Казахстанской, Среднеазиатской и т. п.) в головных геологических учреждениях. Это позволит свести и широко использовать материал, представляющий значительную ценность при прогнозно-металлогенических и многих других исследованиях и при поисках россыпных и коренных месторождений.

Месторождения металлоносных, в частности золотоносных кварцевых конгломератов приурочены к грубообломочным отложениям, которые наиболее распространены во впадинах, мульдах и грабен-синклинальных зонах орогенного — протоплатформенного структурно-формационного комплекса древних щитов, но могут присутствовать и в протогеосинклинальных, а также в различных фанерозойских структурах, особенно орогенных — субплатформенных и в чехле платформ. Эти отложения формировались в условиях влажного и жаркого климата, способствовавшего интенсивным процессам химического выветривания малоподвижной тектонически стабилизированной области сноса обломочного материала. В корях выветривания накапливались золото, кварц и другие устойчивые минералы. При их размыве и переотложении формировались золотоносные кварцевые конгломераты. Нередко размыву подвергались не только коры выветривания, но и подстилающие их слабо измененные породы и коренное оруденение в них, поэтому в конгломератах, формировавшихся неподалеку от размывавшейся суши, происходило местами накопление малоустойчивых при выветривании минералов.

Наиболее крупные зарубежные месторождения золотоносных кварцевых конгломератов приурочены к нижнему и среднему протерозою, когда атмосфера Земли была обогащена углекислым газом и парами воды и в условиях жаркого климата процессы химического выветривания на поверхности суши происходили особенно интенсивно. Накопление конгломератов и россыпей в них чаще всего происходило на фоне вертикальных пульсационных, колебательных тектонических движений, чем обусловлена ритмичность или цикличность терригенных отложений. При оживлении восходящих тектонических движений начала формирования ритма или цикла происходил быстрый смыв образовавшейся к этому времени коры выветривания, обогащенной золотом, и одновременно в результате усиления эрозийных процессов — накопление существенно конгломератовых грубообломочных отложений. Этим объясняется приуроченность конгломератов и россыпей в них к основанию и низам осадочных циклов или ритмов.

На первой подстадии поисков месторождений металлоносных, в частности золотоносных, конгломератов грубообломочные отложения изучаются и опробуются по детальным разрезам и пересечениям, а горизонты и пачки с кварцевыми конгломератами и поверхности размывов и несогласий в основании терригенных толщ прослеживаются по простиранию. Проводятся исследования структурно-формационного положения грубообло-

мочных отложений, тектоники и истории формирования вмещающих их структур, палеотектонических и палеогеографических условий накопления конгломератов, их литолого-фациальных особенностей, вещественного и шлихо-минералогического состава. Выявляются участки развития сульфидных и магнетит-гематитовых кварцевых конгломератов, наиболее перспективные для поисков. В их пределах проводится наиболее детальное изучение и опробование кварцевых конгломератов с составлением детальных литологических профилей.

При проведении поисковых работ наиболее детально опробуются слои кварцевых конгломератов и ассоциирующих с ними косослоистых гравелитов и гравийных песчаников, особенно грубообломочные отложения в основании осадочных ритмов и циклов над поверхностями размывов; при этом целесообразен шлихо-минералогический анализ значительной части проб, с тем чтобы возможно было по этим данным составить шлихо-минералогические карты или схемы на палеогеографической основе.

Наши работы показывают, что для выяснения генезиса полезных ископаемых в конгломератах наиболее важно изучение распределения рудных минералов в разных циклах, ритмах и слоях грубообломочных отложений в корреляции с несомненно россыпными. Иногда, даже при наличии в конгломератах секущих жил, подавляющая часть рудных минералов имеет россыпной генезис и приурочена к слоям, залегающим в основании ритмов или циклов над поверхностями размывов, хотя некоторое количество рудного вещества испытало метаморфогенно-гидротермальное перетотложение и находится в жилах. Методом распределения в конгломератах докембрия и фанерозоя установлены скопления кластических обломков неустойчивых к выветриванию рудных минералов, например галенита в ассоциации с золотом, что указывает на размывшиеся неподалеку источники и позволяет тем самым проводить поиски россыпей и коренного оруденения на сравнительно небольших расстояниях.

По результатам первой подстадии поисков могут быть выявлены перспективные участки для проведения детальных поисков поисково-оценочных работ, а затем поставлена предварительная разведка выявленных месторождений. Кроме того, полученные данные по металлогении грубообломочных отложений, находки в них рудных галек и россыпных рудных минералов, выяснение местоположения размывавшейся суши важны для составления прогнозно-металлогенических карт и в совокупности с другими данными позволяют осуществлять прогноз и поиски россыпных и коренных месторождений различных полезных ископаемых.

При геологических съемках и поисках твердых полезных ископаемых широко используются результаты изучения шлихов четвертичных рыхлых отложений. Значительный интерес пред-

ставляют и данные шлихо-минералогического изучения более древних грубообломочных отложений, особенно перекрывающих поверхности крупных несогласий и размывов. Формирование существенно конгломератовых грубообломочных отложений особенно интенсивно происходило вслед за крупными фазами складчатости, интрузивной деятельности и горообразования, когда формировались многие рудные месторождения, которые в дальнейшем могли быть погребены под более молодыми отложениями. Находки рудных галек и россыпных рудных минералов в конгломератах учитываются при прогнозе и поисках погребенных месторождений.

Для поисков коренного оруденения и составления прогнозных карт наибольший интерес представляет изучение основания и низов грубообломочных отложений над поверхностями размывов и несогласий. Нередко коренное оруденение локализовано неподалеку от находок рудных галек и минералов в основании грубообломочных отложений. Такие находки, кроме того, иногда указывают на благоприятные перспективы поисков россыпей.

По рудным обломкам и россыпным рудным минералам в грубообломочных отложениях в сочетании с другими данными возможны региональное прогнозирование рудных полезных ископаемых с выделением обширных районов, перспективных для поисков россыпей и коренного оруденения, и детальное прогнозирование с выделением перспективных для поисков участков размером в несколько километров в поперечнике. Шлихо-минералогическое изучение грубообломочных отложений проводится и помимо поисков месторождений металлоносных конгломератов при прогнозно-металлогенических, геологосъемочных и поисковых работах.

Шлихо-минералогическое изучение кластических отложений по керну скважин повышает эффективность поискового бурения, особенно на плохо обнаженных и закрытых территориях. Так, обнаружение в рыхлых отложениях над скальным основанием рудных минералов служит признаком коренного оруденения, которое может быть не вскрыто данной скважиной, но локализовано неподалеку от нее. Шлихо-минералогическое изучение кластических отложений целесообразно широко проводить в поисковых и структурно-картировочных скважинах. Поэтому важно выяснить, с помощью каких технических средств целесообразнее проводить гравитационное обогащение пород при бурении и, возможно, разработать и внедрить в серийное производство новые широко доступные простые аппараты (в том числе позволяющие извлекать тяжелую фракцию из рыхлых отложений при бесшерном разбуривании их до скального основания).

Вместе с тем, целесообразна постановка опытно-методических поисковых работ на характерных известных погребенных шлиховых ореолах, что может привести к открытиям новых коренных и россыпных месторождений и будет способствовать раз-

работке методики таких поисков и более широкому их внедрению в практику.

Изучение существенно конгломератовых отложений докембрия и фанерозоя для прогноза россыпей и коренного оруденения и составления прогнозных карт является перспективным направлением прогнозно-металлогенических исследований. Можно говорить о трех практически важных аспектах изучения существенно конгломератовых отложений; а) изучение грубообломочных отложений для прогноза россыпей и коренного оруденения и составления шлиховых прогнозных карт на палеогеографической основе; б) поиски протерозойских золотоносных и радиоактивных конгломератов; в) поиски россыпей золота и других полезных ископаемых в фанерозойских дчетвертичных грубообломочных отложениях. Эти методически недостаточно изученные вопросы свидетельствуют, что проблемы металлогении конгломератов заслуживают дальнейшего изучения.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

---

*Богданов А. А.* О некоторых общих вопросах тектоники древних платформ. — Сов. геология, 1964, № 9, с. 3—28.

*Боголепов К. В.* О двух типах орогенеза. — Геология и геофизика, 1968, № 8, с. 15—26.

*Вассович Н. Б.* Крупнообломочные породы. — В кн.: Справочное руководство по петрографии осадочных пород. Т. 2. Л., 1958, с. 17—77.

*Войтович В. С.* Природа Джунгарского глубинного разлома. М., Наука, 1969, 191 с.

*Воробьев В. П., Колесов С. В.* О переносе россыпного золота водными потоками. — Литология и полезные ископаемые, 1975, № 3, с. 141—143.

*Геология и металлогения щитов древних платформ СССР/Т. В. Билибина, М. А. Афанасьева, И. В. Барканов и др. Л., Недра, 1976.*

*Дементьев П. К., Модников И. С., Беззубов А. И.* Геотектоническое положение докембрийских толщ, вмещающих металлоносные конгломераты, и их связь с формацией железистых кварцитов. — В кн.: Проблемы осадочной геологии докембрия. Вып. 4, кн. 2: М., 1975, с. 288—292.

*Домарев В. С.* О формациях метаморфогенных месторождений. — В кн.: Метаморфогенное рудообразование. М., 1977, с. 24—31.

*Елисеев В. И.* Закономерности образования проловня. М., Недра, 1978.

*Загоскин В. А., Загоскина Е. И.* Поиски золотоносных конгломератов с помощью геохимических методов. — Разведка и охрана недр, 1971, № 5, с. 30—33.

*Ивенсен Ю. П.* Использование аксессуарных элементов в целях стратиграфической корреляции метаморфических толщ и в качестве петрохимических индикаторов процесса метаморфизма. — В кн.: Металлогения осадочных и осадочно-метаморфических пород. М., 1966, с. 19—32.

*Ивенсен Ю. П., Левин В. И., Нужнов С. В.* Формационные типы древних золотоносных россыпей и методы их поисков. М., Наука, 1969.

*Кащеев Л. П., Кушнарев П. И.* Условия образования и основные особенности строения прибрежно-морских россыпных месторождений. — Изв. вузов. Геология и разведка, 1976, № 1, с. 78—84 и 1977, № 3, с. 54—62.

Коновалова М. С., Войтович В. С. К рудной минералогии протерозойских конгломератов. — В кн.: Минералы и парагенезисы минералов. Л., 1976, с. 174—179.

Кратц К. О., Лазарев Ю. И. Основные черты тектонических структур ятулия Карелии. — В кн.: Проблемы геологии Карелии и Кольского полуострова. Мурманск, 1961, с. 43—57.

Кренделев Ф. П. Металлоносные конгломераты мира. Новосибирск, Наука, СО, 1974.

Кренделев Ф. П., Гук Д. К. Металлоносные конгломераты. Библиография (1882—1975 гг.)/Ин-т геол. и геофиз. СО АН СССР, Новосибирск, 1977.

Методы разведки и подсчета запасов россыпных месторождений полезных ископаемых/А. П. Божинский, М. А. Гневушев, П. А. Каллистов и др. Тр. ЦНИГРИ, 1965, вып. 65, с. 1—312.

Моссаковский А. А. Орогенные структуры и вулканизм палеозойд Евразии и их место в процессе формирования континентальной земной коры. М., Наука, 1975.

Наливкин Д. В. Учение о фациях. Географические условия образования осадков. М.—Л., изд-во АН СССР, 1956.

Новикова А. С. Зоны метабазитов в фундаменте Восточно-Европейской платформы. М., Наука, 1975, 149 с.

Ослаповских В. Н. Методика поисков древних металлоносных конгломератов. — Изв. вузов. Геология и разведка, 1968, № 5, с. 72—81.

Павлов А. П. Статьи по геоморфологии и прикладной геологии. М., изд. Моск. о-ва испытателей природы, 1951, 184 с.

Павловский Е. В. Ранние стадии развития земной коры. — Изв. АН СССР, серия геол., 1970, № 5, с. 23—39.

Палей И. П. Протоплатформенные образования Балтийского щита. — В кн.: Тектоника фундамента древних платформ. М., Наука, 1973, с. 76—81.

Петров Б. М. Нижнепротерозойская структура территории КМА и некоторые черты ее развития. — Геотектоника, 1973, № 1, с. 42—54.

Петровская Н. В. Самородное золото. Общая характеристика, типоморфизм, вопросы генезиса. М., Наука, 1973.

Писемский Г. В., Плетнев А. Г. К вопросу о металлогении золота Украинского кристаллического щита. — Сов. геология, 1972, № 10, с. 67—75.

Попов В. И. Литология кайнозойских моласс Средней Азии. Ташкент, 1954, 524 с.

Рожков И. С. Золотоносные конгломераты протерозойского возраста месторождения Тарква (Республика Гана). — Тр. ЦНИГРИ, вып. 72, 1967, с. 5—24.

Рухин Л. Б. Основы литологии. Л., Гостоптехиздат, 1961.

Салон Л. И. Некоторые геологические аспекты золото-ураноносных конгломератов докембрия. — Тр. ВСЕГЕИ, нов. серия. Т. 178, 1972, с. 150—174.

Сизов А. П. К вопросу применения промышленного прогноза по терригенным компонентам. — Разведка и охрана недр, 1956, № 10, с. 6—11.

Сидоренко А. В., Лулева О. И. К вопросу о литологическом изучении метаморфических толщ. М.—Л., изд-во АН СССР, 1961.

Сидоренко А. В., Лулева О. И. Значение конгломератов для познания истории докембрия (на примере Кольского полуострова). — Сов. геология, 1967, № 6, с. 26—47.

Сидоренко А. В. О едином историко-геологическом принципе изучения докембрия и постдокембрия. — Докл. АН СССР, сер. геол., т. 186, № 1, 1969, с. 166—169.

Соколов В. А. Ятулий Карелии и смежных районов. — Автореф. докт. дис., М., 1970.

Хабатов А. В. Краткая инструкция для полевого исследования конгломератов. М., Гос. научно-технич. геолого-развед. изд-во, 1933, 11 с.

Хесс Ф. Л. Осадочные месторождения урана, ванадия, радия, серебра, золота и молибдена. — В кн.: Геология рудных месторождений западных штатов США. М.—Л., 1937, с. 375—407.

Хожайнов Н. П., Савко А. Д., Ковалев А. И. Вторичные ореолы рассея-

ния на месторождениях медно-никелевых руд юго-востока Воронежской антиклизы.— В кн.: Вопросы геологии и металлогении докембрия Воронежского кристаллического массива. Воронеж, 1972, с. 64—70.

*Чайка В. М., Попов Ю. В.* Докембрийские металлоносные конгломераты (оценка регионов).— В кн.: Обзор, геол. методы поисков и разведки месторожд. металл. полсзн. ископаемых. М., 1976.

*Шер С. Д.* Металлогения золота (Северная Америка, Австралия и Оксания). М., Недра, 1972.

*Шлезингер А. Е.* О принципах разного понимания орогенных структур.— Геотектоника, 1975, № 2, с. 47—54.

*Щеглов А. Д.* О низкотемпературных гидротермальных месторождениях в областях распространения докембрия.— Докл. АН СССР, сер. геол., т. 205, № 2, 1972, с. 435—438.

*Brock B. B. and Pretorius D. A.* An introduction to the stratigraphy and structure of the Rand Goldfield in Haughton, S. H. ed., The Geology of some ore deposits in Southern Africa, vol. I; Geol. Soc. South Africa, 1964.

*Davidson G. F.* The gold-uranium ores of the Witwatersrand. Rhodesian Min. I., 1953, vol. 25.

*Davidson G. F.* The mode of origin of Banket orebodies. Bull. inst. Min. and Metall., N 700, 1965.

*Graton L. G.* Hydrothermal origin of the Rand Gold Deposits. Econ. Geol., 1930. N 3.

*Haughton S. N.* Geology and the Gold basin of the Transvaal and Orange Free State. Scient. S. Africa, 1964, vol. 1, N 3.

*Junner N. R., Hirst F., Service H.* The Tarkwa goldfields. Gold. Coast Geol. Surv. Mem., 1942, v. 6.

*Köppel V. H., Saager R.* Lead Isotope Evidence on the Detrital of Witwatersrand Pyrites and its Bearing on the Provenance of the Witwatersrand Gold. Econ. Geology, 1974. N 3.

*Liebenberg W. R.* The occurrence and origin of gold and radioactive minerals in the Witwatersrand System, the Dominion Reef, the Ventersdorp contact Reef and the Black Reef. Geol. Soc. South Africa Trans., vol. 58, N 1, 1955.

*London A. G.* Brickclay Creek Gold Bearing Deep Lead, Walcha. The geolog. survey of New South Wales, 1967, rep. 49.

*Mellor E. T.* The conglomerates of the Witwatersrand. Inst. Mining Metallurgy. Trans., vol. 25, 1916.

*Minter W. E.* Detrital gold, uranium and pyrite concentration related to sedimentology in the Precambrian Vaal Reef placer, Witwatersrand, South Africa. Econ. Geology, 1976, N 1.

*Pelletier R. A.* Mineral Resources of South—Central Africa. Oxford University Press. London, 1964.

*Pretorius D. A.* The nature of the Witwatersrand gold—uranium deposits. Econ. Geol. Res. Unit., N 86, 1974.

*Richard V. G., Eriksson Kenneth A.* An embayment model for tidal and wave swash deposits occurring within a fluvially dominated middle Proterozoic sequence in South Africa. Sediment. Geol., 1977, N 18.

*Saager R., Esselaar P. A.* Factor analysis of geochemical data from the Basal Reef, Orange Free State goldfield, South Africa. Econ. Geology, 1969, N 4.

*Saager R.* Geologische und geochemische Untersuchungen an primären und sekundären Goldvorkommen in frühen Präkambrium Südafrikas. Ein Beitrag zur Deutung der primären Herkunft des Goldes in der Witwatersrand Lagerstätte. Univ. Heidelberg, 1974.

*Skert C.* The cosmic origin of metallogenic provinces. Econ. Geology, 1957, N 3.

*Viljoen R. P.* Some thoughts on the origin and processes responsible for the concentration of gold in the early Precambrian of Southern Africa. Mineralium Deposita, 1970, vol. 5, N 2.

# СОДЕРЖАНИЕ

---

	Стр.
Предисловие . . . . .	3
Исследования структурно-формационного положения, литолого-фациальных особенностей, палеотектонических и палеогеографических условий формирования существенно конгломератовых отложений . . . . .	5
Выяснение генезиса и закономерностей локализации россыпных полезных ископаемых в конгломератах . . . . .	50
Обнаружение коренного оруденения по рудным обломкам и россыпным минералам . . . . .	83
О последовательности и методах поисков . . . . .	92
Кодирование результатов изучения грубообломочных отложений для составления прогнозных карт . . . . .	104
Заключение . . . . .	107
Список литературы . . . . .	110

**Валентин Семенович Войтович**

## ПОИСКИ РОССЫПЕЙ В КОНГЛОМЕРАТАХ

Редактор издательства *Л. С. Цаллина*  
Перелет художника *Ю. Г. Асафова*  
Художественный редактор *Е. Л. Юрковская*  
Технический редактор *Л. Н. Шиманова*  
Корректор *Т. М. Кушнер*

ИБ № 3336

---

Сдано в набор 08.12.80 Подписано в печать 19.03.81 Т-05644 Формат 60×90<sup>1/16</sup> Бумага типографская № 1 Гарнитура «Литературная» Печать высокая Усл.-печ. л. 7,0 Усл. кр.-отт. 7,37 Уч.-изд. л. 7,87 Тираж 1000 экз. Заказ 785/7685—4 Цена 40 коп.

---

Издательство «Недра», 103633, Москва, К—12, Третьяковский проезд, 1/19  
Ленинградская картографическая фабрика объединения «Аэрогеология»